

Vysoká škola logistiky o.p.s.

**Možnosti elektromobility v silniční
nákladní dopravě**

(Bakalářská práce)



Vysoká škola
logistiky
o.p.s.

Zadání bakalářské práce

studentka

Radka Johana Štenglová

studijní program
obor

Logistika
Dopravní logistika

Vedoucí Katedry bakalářského studia Vám ve smyslu čl. 22 Studijního a zkušebního řádu Vysoké školy logistiky o.p.s. pro studium v bakalářském studijním programu určuje tuto bakalářskou práci:

Název tématu: **Možnosti elektromobility v silniční nákladní dopravě**

Cíl práce:

Analyzovat a zhodnotit možnosti využití elektrického pohonu v silniční nákladní dopravě od city logistiky až po mezinárodní dopravu. Provést kalkulaci nákladů a ekonomické vyhodnocení provozu nákladních vozidel s elektrickým pohonem.

Zásady pro vypracování:

Využijte teoretických východisek oboru logistika. Čerpejte z literatury doporučené vedoucím práce a při zpracování práce postupujte v souladu s pokyny VŠLG a doporučeními vedoucího práce. Části práce využívající neveřejné informace uveďte v samostatné příloze.

Bakalářskou práci zpracujte v těchto bodech:

Úvod

1. Význam a vývoj nákladní dopravy (ND)
2. Elektromobilita v ND, rozvoj, současnost, legislativa
3. Segmentace silniční nákladní dopravy
4. Metody a přístupy ke kalkulaci v ND
5. Ekonomické porovnání elektrických a naftových nákladních vozidel pro vybrané druhy přeprav

Závěr

Rozsah práce: 35 – 50 normostran textu

Seznam odborné literatury:

DUCHOŇ, Bedřich. Inženýrská ekonomika. Praha: C. H. Beck, 2007. ISBN 978-80-7179-763-0.

KUNST, Jaroslav, EISLER, Jan a ORAVA, František. Ekonomika dopravního systému. Praha: Oeconomica, 2011. ISBN 978-80-245-1759-9.

POSTRÁNECKÝ, Michal, SVÍTEK, Miroslav a kol. Města budoucnosti, Praha: Nadatur, 2018. ISBN 978-80-7270-058-5.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Zdeněk Říha, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce:

31. 10. 2019

Datum odevzdání bakalářské práce:

5. 5. 2020

Přerov 31. 10. 2019



Ing. et Ing. Iveta Dočkalíková, Ph.D.
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivan Hlavoň, CSc.
rektor

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a že jsem ji vypracovala samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem v práci neporušila autorská práva ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Prohlašuji, že jsem byla také seznámena s tím, že se na mou bakalářskou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo. Beru na vědomí, že Vysoká škola logistiky o.p.s. nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro pedagogické, vědecké a prezentační účely školy. Užiji-li svou bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti Vysokou školu logistiky o.p.s.

Prohlašuji, že jsem byla poučena o tom, že bakalářská práce je veřejná ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 47b. Taktéž dávám souhlas Vysoké škole logistiky o.p.s. ke zpřístupnění mnou zpracované bakalářské práce v její tištěné i elektronické verzi. Tímto prohlášením souhlasím s případným použitím této práce Vysokou školou logistiky o.p.s. pro pedagogické, vědecké a prezentační účely.

V Přerově, dne 05. 05. 2020

.....

podpis

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala v první řadě doc. Ing. Zdeňkovi Říhovi, Ph.D. za odborné vedení v průběhu psaní této bakalářské práce. Za jeho skvělý přístup, pravidelné konzultace, za zprostředkované kontakty, poskytnuté podklady, a hlavně za jeho vstřícnost a profesionalitu.

Dále bych ráda poděkovala všem, kteří mi poskytli odborné konzultace k danému tématu.

Anotace

Bakalářská práce se zabývá analýzou a zhodnocením využití elektrického pohonu v silniční nákladní dopravě. Elektromobily zažívají v současné době období vzestupu, jejich provoz je podporován evropskými dohodami za účelem snížení emisí CO₂. Cílem práce je zhodnotit segmenty dopravní vzdálenosti od city logistiky až po mezinárodní dopravu, provést kalkulaci nákladů a ekonomicky vyhodnotit a zdůvodnit vhodný okruh k využití elektromobilů.

Klíčová slova

doprava, elektromobilita, kalkulace nákladů, logistika, životní prostředí

Annotation

The bachelor thesis deals with the analysis and evaluation of the use of electric drive in road freight transport. Electric vehicles are currently experiencing a boom, their operation is supported by European agreements to reduce CO₂ emissions. The aim of this work is to evaluate segments of transport distance from city logistics to international transport, to calculate costs and to economically evaluate and justify a suitable circuit for the use of electric vehicles.

Keywords

transport, electromobility, cost calculation, logistics, environment

Obsah

Úvod.....	9
1 Význam a vývoj nákladní dopravy.....	11
1.1 Století páry.....	11
1.2 Patenty alternativních pohonů.....	12
1.3 Počátky nákladní dopravy.....	13
1.3.1 Nákladní doprava po roce 1990.....	14
1.3.2 Členění nákladní dopravy.....	15
1.4 Význam silniční nákladní dopravy.....	16
2 Elektromobilita v nákladní dopravě.....	18
2.1 Historie.....	18
2.2 Současnost.....	18
2.3 Legislativa.....	19
2.3.1 Legislativní předpisy.....	20
2.4 Problematické otázky elektromobility.....	21
3 Segmentace v silniční nákladní dopravě.....	23
3.1 Rozčlenění dopravního prostoru.....	23
3.2 Porovnání dopravních segmentů.....	24
4 Metody a přístupy ke kalkulaci v nákladní dopravě.....	28
4.1 Metody kalkulací.....	29
4.2 Kalkulační vzorec silniční dopravy.....	30
4.3 Výpočet jednotkových nákladů.....	30
5 Ekonomické porovnání elektrických a naftových nákladních vozidel pro vybrané druhy přeprav.....	33
5.1 Cena elektrické energie pro elektromobily.....	34
5.2 Infrastruktura dobíjecích stanic a podpora elektromobility.....	35
5.3 Srovnání provozu elektromobilu a dieselového automobilu.....	37

5.3.1	Srovnání provozu dodávek značky Mercedes-Benz.....	37
5.3.2	Srovnání provozu dodávek značky Volkswagen Crafter.....	38
	Závěr	40
	Seznam zdrojů.....	41
	Seznam obrázků.....	44
	Seznam grafů	44
	Seznam tabulek	44
	Seznam zkratk	45

Úvod

V této bakalářské práci analyzuji současné možnosti elektromobility v silniční nákladní dopravě. Její výzkum, vývoj, podpora, rozvoj a zavádění je velkým aktuálním tématem na celém světě. Přestože počátky elektromobility sahají již do 19. století, přestože elektrické pohony ve své době překvapivě dominovaly mezi pohony v automobilovém průmyslu, došlo nakonec po rychlém vzestupu ke stagnaci vývoje těchto motorů. Vývoj elektromobilů byl přerušen počátkem 20. století s nástupem benzínových automobilů, především díky popularitě vozu Ford modelu T, přezdívaného též Tin Lizzie (plechová Líza).

Smyslem této bakalářské práce je najít oblast, kde se v současnosti vyplatí provozovat silniční nákladní dopravu automobily na elektrický pohon. Dále pomocí výpočtů toto tvrzení podložit.

Práce je rozdělena na pět kapitol. V první kapitole popisují význam a vývoj nákladní dopravy, včetně počátků prvních elektrických pohonů a jejich následného vývoje. Doprava je jedním z nejvíce se rozvíjejících oborů národního hospodářství a za posledních sto let prošla neuvěřitelným vývojem. Velmi výrazným způsobem ovlivňuje lidskou společnost, ale také velmi negativně zasahuje do problematiky životního prostředí. Alternativní paliva se snaží populace nalézat právě z ekologických důvodů a také proto, že konvenční paliva mají omezené vyčerpatelné zdroje.

V druhé kapitole se zabývám elektromobilitou v nákladní silniční dopravě. Zmiňuji zde aktuální legislativní předpisy, které řeší současnou problematiku, podporují tzv. zelenou politiku a další budoucnost elektromobilů. Snažím se najít odpověď na otázku, zda je v dnešní době automobil s elektrickým pohonem schopen v nějaké konkrétní oblasti silniční nákladní dopravy efektivně suplovat diesellové vozy. Z tohoto důvodu si v kapitole 3 rozčleňuji nákladní dopravu na segmenty dle vzdálenosti a hmotnosti vozidel. Vyhodnocuji pro každý segment zvlášť, zda se vyplatí uskutečňování dopravy elektrickými vozidly.

Ve čtvrté kapitole popisují kalkulační metody a přístupy ke kalkulacím v nákladní silniční dopravě. Poslední, pátá kapitola, pak pomocí metodiky kalkulace nákladů v silniční dopravě porovnává a vyhodnocuje ekonomickou efektivnost pořízení dané

elektromobilové dodávky oproti technicky a parametrově stejnému modelu vozu s dieslovým pohonem. V této kapitole je také popsána současná síť nabíjecích stanic.

Hlavním cílem práce je posoudit ekonomickou výhodnost využití vozidel s elektrickým pohonem oproti vozidlům, která mají pohon na konvenční paliva. K tomuto posouzení jsem využila metodiku popsaná v kapitole 4.3.

1 Význam a vývoj nákladní dopravy

Doprava je s lidstvem spjatá po celou jeho historii. Zprostředkovává kontakty mezi jednotlivými státy i národy a spojuje mezi sebou lidi z celé planety. V počátcích rozvoje řemesel a manufaktur si výrobci a obchodníci zajišťovali dopravu věcí vlastními prostředky. Překonávali vzdálenosti obvykle chůzí s omezenou přístupností do obtížnějších míst. Díky lidskému bádání a zvědavosti se civilizace posouvala dopředu. Lidé se snažili si život zjednodušovat a objevovaly nové vynálezy, které silně ovlivnily dějiny civilizace. Nejvýznamnějším objevem byl vynález kola. Přemísťování břemen a nákladů pomocí kola se stalo mnohem rychlejší. S narůstajícím pokrokem se doprava stala hybnou silou společnosti.

Lidská populace se vyznačuje přirozeným sklonem ke směně, tudíž vzájemný vztah dopravy a ekonomického rozvoje je známý a prokazatelný již od starověku. Dopravní cesty a dopravní uzly se vyvíjely především z obchodních a vojenských účelů. Ve středověku se rozvíjely více země ležící na pobřeží středozemního moře, protože jejich poloha umožňovala velmi příznivé podmínky k vzájemnému obchodování. Žádanými komoditami byl především obchod s nedostatkovým zbožím jako například sůl, nerostné suroviny, nebo pak obchodování se zbožím luxusním, například s hedvábím. Žádaným zbožím byly také otroci.

1.1 Století páry

Doprava měla vždy velký význam. Ten se zintenzivňoval v 19. století na počátku průmyslové revoluce. Toto období je právem nazýváno stoletím páry. Měnila se celá společnost. Zásadním způsobem se změnilo zemědělství, ale také ostatní hospodářské oblasti. Manufakturní výroba se měnila ve strojovou. Vznikaly továrny, kde se uplatňovaly parostroje, které uváděly do provozu soustavy dalších pracovních strojů. Parní stroj se začal využívat i v dopravě. Převážely se suroviny, potraviny, zboží. Silniční doprava se uskutečňovala mezi velkými městy vozy a nově i parovozy. Docházelo k vývoji automobilů. Slovo automobil je převzato z latinského jazyka – samohyb. Toto století je také období vzniku „novodobých měst“, ve kterých se začíná shlukovat obyvatelstvo. Města začínají být hlavním dějištěm kultury, vědy, pokroku, učení, také

zábavy ale především pracovních příležitostí. Z tohoto důvodu vznikala poptávka po nových formách městské dopravy, například železniční.

„Vznik železniční dopravy měl více významů. Základní dva aspekty jsou viz [1]:

- odstranění monopolu různých druhů vodní dopravy (obecně platí, že nejefektivnějším způsobem odstraňování monopolů je technický rozvoj);
- železnice umožnila stavět dopravní cesty nezávisle na přírodních dispozicích a tím zapojit do obchodování i země, které k moři a k řekám neměly dostatečný přístup.

Zrychlená doprava díky zavedení železničních tratí urychlovala rozvoj strojové výroby, obchodu a strojírenského průmyslu.“ [1]

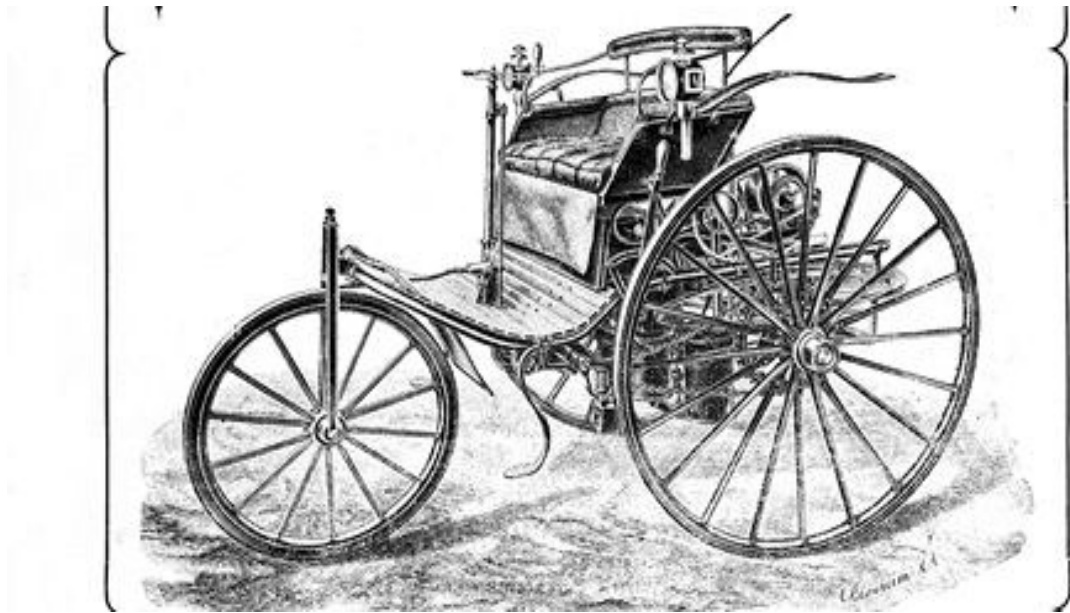
1.2 Patenty alternativních pohonů

Po dlouhých staletích, právě díky vlivu průmyslového rozvoje, nahradila zvířata táhnoucí náklad novodobá technika. Lidé hledali pro silniční vozidla způsob pohonu. Zkoušeli pohánět vozy párou, plynem, benzínem, vodíkem, dřevoplynem, ale také například elektřinou. Udělovaly se patenty na výrobu alternativních pohonů.

- rok 1800 – patent vozu na stlačený vzduch – Anglie;
- rok 1802 – patent vozu na raketový pohon – Švýcarsko;
- rok 1835 – patent elektromobilu – Holandsko;
- rok 1860 – patent na dvoutaktní spalovací motor na svítíplyn – Belgie;
- rok 1864 – motor poháněný petrolejovými parami s elektromagnetickým zapalováním – Rakousko;
- 1886 – patent na spalovací motor;
- 1895 – první elektromobil Františka Křižíka v českých zemích.

Nástup průmyslové revoluce považujeme za významný milník také v dopravě, a to především proto, že se zvýšila dělba práce. Největší vliv pro rozvoj dopravy a společnosti vůbec mělo využití ropy. Ropa se začala používat jako palivo do pohonu dopravních prostředků. Největší nárůst využití ropy v dopravě byl zaznamenán na přelomu 19. a 20. století. Pánové, Gottlieb Daimler a Karl Benz, paralelně nezávisle na sobě vynalezli jako první na světě spalovací motor, který si nechali patentovat [**Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**]. Vynález spalovacího motoru umožnil jízdu s dlouhým dojezdem a krátkou dobou tankování. Postupný vývoj spalovacího motoru způsobil citelnou konkurenci pro

alternativní používání pohonů, které se dále v dopravě neprosadily. Silniční doprava zažívala velký rozvoj a výrazným, až fatálním způsobem začala ovlivňovat život lidí. Přinesla svá pozitiva, ale také negativa. Zejména v městských lokacích značným způsobem znečišťuje životní prostředí.



Obr. 1.1 Dobová reklama na první auto Benz Patent Motorwagen

Zdroj [2]

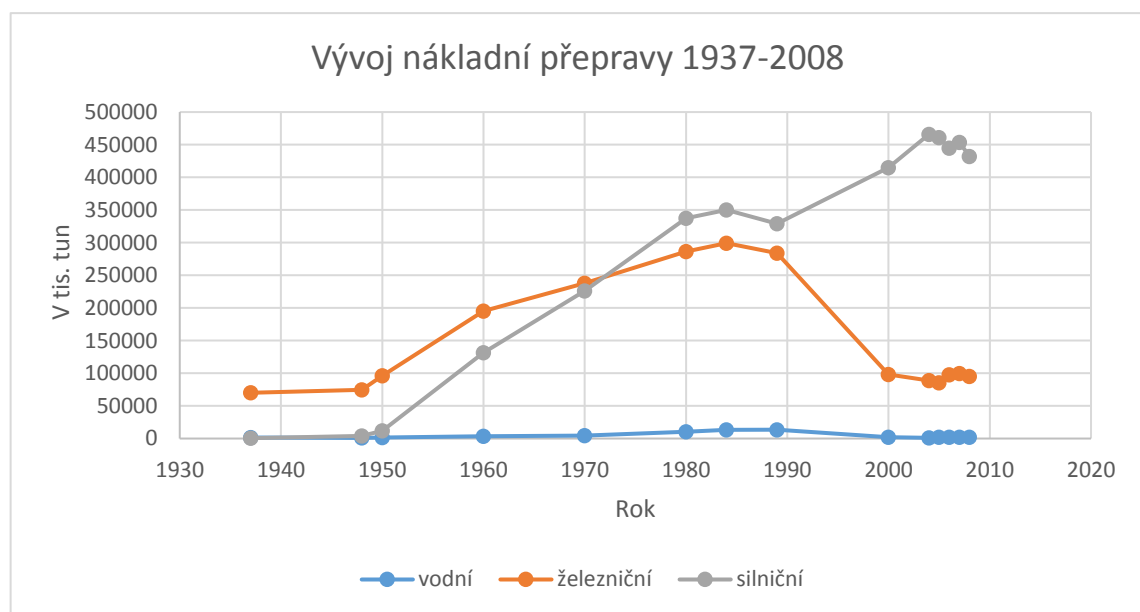
1.3 Počátky nákladní dopravy

Nákladní doprava (dále jen ND) existuje odpradáвна, co je člověk člověkem. První nákladní doprava byla uskutečňována pěšmo. Převpravování nákladů je činnost spjatá s cílevědomým přemísťováním hmotných předmětů v nejrůznějších objemových, časových a prostorových souvislostech za použití různých dopravních prostředků a technologií [3]. Lidé odjakživa provozovali barterový obchod. Člověk pochopil, že když bude obchodovat, přinese mu to větší užitek. Celá staletí lidé dopravovali náklady svépomocí, s vynálezem kola však došlo k velkému pokroku. Využívali k přepravování zboží zvířata, která zapřahali do vozů a tím se zvýšila kapacita přepravovaného zboží. Dalším zlomem v nákladní dopravě bylo použití motoru.

V roce 1892 zkonstruoval automobilový nadšenec Gottlieb Daimler první nákladní automobil. Zvětšil tehdy původní rozměry osobního vozu. Jak postupem času docházelo k pokroku technologií, tak docházelo ke zlepšování konstrukcí modernějších motorů a stavěly se stále větší nákladní vozy. Zvětšovala se kapacita přepravovaného nákladu.

Paralelně s vývojem silniční dopravy docházelo také k rozvoji železniční dopravy. Kolem průmyslových zón se tvořily kolonie. Tak, jak byla města geograficky uspořádaná, tak se tvořily a přizpůsobovaly dopravní cesty. Přesto se zásadní podíl přemístování nákladů uskutečňoval na silniční síti. Důvodem velkého rozvoje silniční nákladní dopravy byl její jednodušší technologický provoz oproti železniční dopravě, vysoká přístupnost silničních dopravců, flexibilní přemístování dopravních prostředků se zbožím a rychlost uskutečňování dopravy.

1.3.1 Nákladní doprava po roce 1990



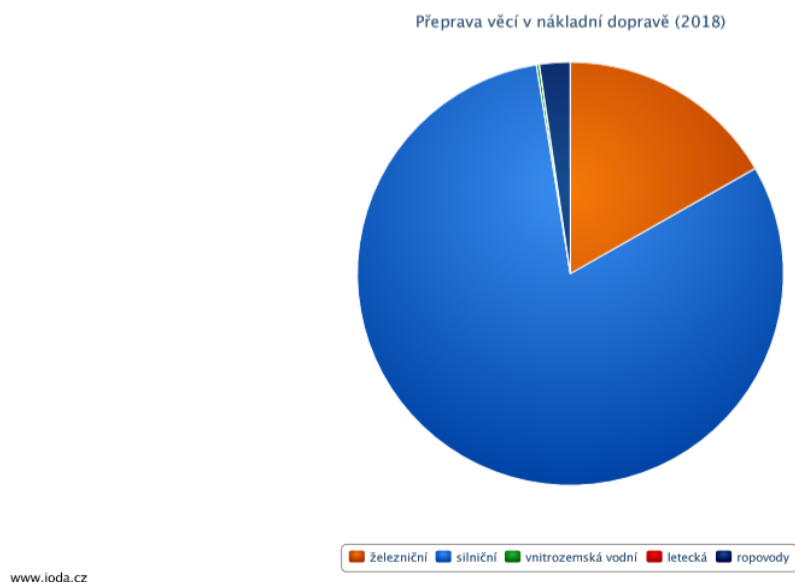
Graf 1.1 Vývoj nákladní přepravy v České republice 1937-2008

Zdroj: vlastní zpracování [4].

Změna politické situace v 90. letech 20. století v Evropě i v České republice způsobila celkovou restrukturalizaci ekonomiky. Významným způsobem se zvýšil provoz osobní ale i nákladní silniční dopravy. Způsobila to mimo jiné změna životního stylu obyvatel, která umožnila rozvoj průmyslu, obchodování, živnostenské činnosti, cestovního ruchu, a jiných odvětví. Stavěli se dálnice a nové silnice. Silniční doprava se vyvíjela oproti ostatním druhům dopravy mnohem rychleji. Naopak například vodní doprava u nás téměř vymizela a železniční doprava zaznamenala obrovský úbytek, jak ukazuje [**Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**]. Velký zlom v provozování železniční dopravy nastal v roce 1989, a další v roce 1993, kdy došlo k rozdělení republiky. Železniční doprava byla nahrazena silniční.

1.3.2 Členění nákladní dopravy

Nákladní dopravu můžeme členit podle řady znaků, kritérií, kategorií. Dělení se provádí podle určitého klíče či zaměření. Nejrozšířenější ND v porovnání s ostatními druhy nákladní dopravy v České republice je silniční ND viz [Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.]. Dělí se na dopravu dálkovou a vnitrostátní.



Graf 1.2 Přeprava věcí v nákladní dopravě v tis. t

Zdroj [5].

Dálková doprava je taková, která překračuje vzdálenost větší než 200 km [6]. Může se jednat o dopravu mezinárodní, pokud trasa vede přes hranice států. Technická mobilní základna pro provozování dálkové silniční ND je velmi variabilní. Dopravci se snaží o hospodárnost, proto většinou používají velkoobjemové nákladní vozy kategorie N2 a N3, aby dopravili co nejvíce zboží a využili co nejvíce ložné plochy v nákladním prostředku. Provozování tohoto vozového parku vyžaduje dodržování nadnárodních smluv.

Vnitrostátní dopravu využívají subjekty, které se specializují na dopravu do řetězců, obchodních center a obsluhují city logistiku. Obsluha mikroregionu obnáší zcela jiný přístup než doprava dálková. Mobilní technickou základnou tohoto typu dopravy tvoří nákladní vozy s menší tonáží, nebo lehká užitková vozidla (dále jen LUV), pro které lze uvažovat za určitých podmínek o způsobu pohonu na elektřinu jako vhodnou volbu.

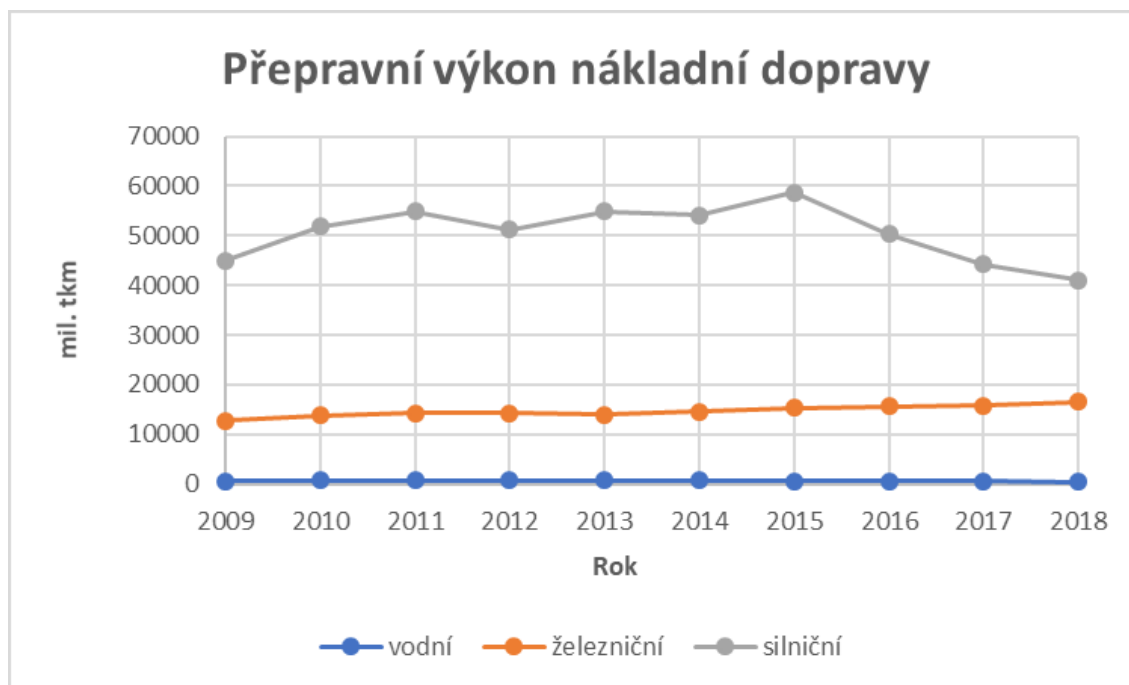
1.4 Význam silniční nákladní dopravy

„Člověk je živočich, který obchoduje“ řekl skotský učenec Adam Smith (1723-1790).

To, že člověk obchoduje, přináší všeobecně lepší životní podmínky. Doprava obchodování významným způsobem podporuje. Umožňuje směřovat zboží, rozšiřuje trh, zvyšuje rychlost zbožových toků. Inovace a vývoj způsobily možnost proniknutí do míst, kam se dříve nebylo možno dostat vůbec anebo pouze pěšky. Dnešní nákladní doprava usiluje sladit rychlost, bezpečnost a hospodárnost. Z hlediska společenského je na dopravu kladen požadavek zajistit daný objem produkce s minimálním objemem přepravy a přepravních výkonů.

Funkčnost dopravy je důležitým předpokladem růstu hrubého domácího produktu a prosperity země. Podporuje zaměstnanost tím, že nárůst dopravy umožňuje vyrábět dopravní prostředky, stavět a rekonstruovat dopravní cesty. Podporuje obchod, dopravní trh a značným způsobem přispívá do státního rozpočtu.

Silniční nákladní doprava je vzhledem k flexibilitě, spolehlivosti a rychlosti stále nejvyužívanější dopravou, jak ukazuje [Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.], který srovnává přepravní výkony vodní, železniční a silniční dopravy v letech 2009 až 2018.



Graf 1.3 Přepravní výkon nákladní dopravy

Zdroj: vlastní zpracování [4].

Silniční ND má ale také své nevýhody. Je největším znečišťovatelem životního prostředí ze všech dopravních systémů. Z tohoto důvodu proto automobilové závody zahájily celosvětově již koncem 20. století obměnu vozového parku směrem k tzv. zelené logistice. Zelená logistika se zaměřuje na hledání možností, jak trvale udržet ekologii za předpokladu, že uspokojí potřeby dnešní generace, aniž by se dávaly v sázku možnosti generací následujících [7].

Činnosti podnikané naší společností pro ochranu životního prostředí:

- hledá alternativní paliva, která mají v budoucnosti nahradit konvenční paliva. Za konvenční palivo se považuje pouze jen nafta a benzín. Alternativní palivo je takové, které plnohodnotně nahradí ropné produkty a má menší dopady na životní prostředí. Alternativní palivo by mělo být obnovitelné;
- zavádí technologické inovace, aby snížila dopad dopravního systému na životní prostředí. Nositelem těchto inovací není stát, ani skupina lidí, nebo centrální jednotka nadřazená podnikatelskému prostředí, ale je jím podnikatel. Nové technologie musí přicházet přirozeným tržním vývojem a legislativa by měla tyto nové technologie podporovat, nebránit jim.

Vlastní alternativní paliva nebo pohony musí splňovat tyto požadavky:

- ekonomické (srovnání cen s konvenčními palivy)
- ekologické (srovnání dopadu na životní prostředí s konvenčními palivy)
- energetické (srovnání poměru mezi energií vloženou a získanou)
- technické (uzpůsobení dopravních prostředků alternativnímu palivu, vytvoření infrastruktury)

2 Elektromobilita v nákladní dopravě

2.1 Historie

Elektromobilita se rozvíjí téměř 170 let. Počáteční pokusy pohánět motor elektřinou nacházíme již v polovině 19. století. První elektromobil byl patentován o padesát roků dříve než první automobil se spalovacím motorem. Na samotném počátku moderní individuální dopravy měl elektromobil mnohem lepší prognózy než jeho dodnes dominující konkurenti.

Vznik nových technologií a především vědecko-technická revoluce způsobili rozvoj v osobní i nákladní dopravě. První automobil, který překročil rychlost 100 km/hod byl elektromobil, který sestrojil Belgičan Camille Jenatzy. Jízda se uskutečnila v dubnu 1899.

Na počátku 20. století jezdilo v USA více elektromobilů než automobilů se spalovacím motorem. Poskytovaly komfort a snadné ovládání. Klasické automobily se spalovacím motorem se musely startovat klikou, byly velmi hlučné a složité na údržbu. Elektromobily vytlačila z trhu téměř na dalších sto let až sériová výroba modelu vozu „T“ od Henryho Forda. Tento vůz měl elektrický startér, lehčí motor, větší dojezd, díky využití sériové výroby také nízkou cenu, a především byl mnohem spolehlivější [8]. Přesto se dá říci, že elektromobilům patřil počátek 20. století.

První nákladní elektromobil v České republice začal jezdit v roce 1923. Používal se k dopravě materiálu při výstavbě vodní elektrárny v pojizerském Spálově. Další dva vozy zkonstruovali v plzeňské Škodovce pro rozvoz piva (3 tunový a 1,5 tunový). Tyto nákladní automobily dosahovaly maximální rychlost 30 km/h. Pokud řidič volil hospodárný způsob jízdy, dosahoval akční rádius 50 km [9].

2.2 Současnost

Zájem o elektromobilitu se znovu obnovil až v druhé polovině 20. století. Hlavním iniciátorem byla ropná krize v roce 1973. Do října tohoto roku byla ropa levnou a dostupnou surovinou. Cena byla stabilní, od druhé světové války nijak výrazně nekolísala. Její hodnota byla cca 2,5 až 3 dolary za barel. Od této krize se ropa již na původní ceny nikdy nevrátila a stala se velmi žádanou tržní surovinou [10].

Dalším důvodem zabývat se elektromobilitou, a podporovat její rozvoj, byla ochrana životního prostředí. Vyspělé země se začaly se značným nasazením zabývat úbytkem ozónové vrstvy v atmosféře, environmentální politikou a regulací emisí. Cokoliv, co mohlo podpořit zlepšení ovzduší a úbytek emisí začalo být v zájmu specialistů. Elektromobil zažíval na konci 20. století období obrození.

Odborníci také poukazovali na skutečnost, že s rozvojem provozu automobilů na alternativní pohon dojde ke snížení závislosti dodávek ropy ze zahraničí. Zvýší se podpora výroby energie v tuzemsku.

Elektromobil však zatím není schopen poskytnout stejně efektivní služby, jako automobil se spalovacím pohonem, ale vykazuje určitý potenciál nezatěžovat životní prostředí tolik, jako automobily na spalovací pohon. Z tohoto důvodu odstartovaly všechny automobilové závody projekty na rozvoj elektromobility. Uvolňují se velké investice pro vývoj nových elektromobilů. Není ještě zcela vyjasněna legislativa, ale existují smlouvy a dohody, kde se jednotlivé země zavazují snížit výrobu automobilů se spalovacím motorem. Plánují se konkrétní počty vyrobených elektromobilů do určitého časového období. Řada zemí zavedla budoucí datum, od kterého je zakázán prodej spalovacích automobilů za účelem snížení znečištění výfukovými plyny a závislosti dopravní infrastruktury na fosilních palivech. Spojené království a Francie si určily pro tento milník rok 2040, Německo plánuje konec prodeje spalovacích motorů na rok 2030 a mezi vůdčí země v elektromobilitě patří Norsko. Zde byla v roce 2017 více než polovina všech prodaných aut elektrifikovaná. Využívá z větší části čistě elektrické nebo hybridní motory [11].

Dnes vyvíjí nákladní elektromobily v českých zemích například společnost Avia ve spolupráci se SMITH electric Vehicles. Ze zahraničních výrobců stojí za zmínku automobilový závod Mercedes-Benz, Daimler AG, Renault.

2.3 Legislativa

Rozvoj elektromobility podporuje zásadním způsobem sama EU. Snaží se snížit dopad člověka na změny klimatu. Vytváří tlak na snížení emisí CO₂. Otázky elektromobility implementuje do všech evropských států pomocí vznikajících dohod, smluv a závazků tyto dohody dodržovat. Poslanci Evropského parlamentu určují opatření, jak snížit emise CO₂ v celé Evropské unii. Určují konkrétní snížení emisí z osobních, nákladních aut

i veřejných dopravních prostředků, určují závazek EU k likvidaci karbonové stopy CO₂ a stanovují další konkrétní cíle pro velké množství podnikatelských sektorů.

2.3.1 Legislativní předpisy

Mezi důležité směrnice Evropské unie (dále EU) patří:

- návrh nařízení EU o výkonnostních emisních normách pro nové osobní automobily a lehká užitková vozidla;
- návrh nařízení EU o výkonnostních emisních normách pro nová těžká užitková vozidla;
- návrh novely směrnice 2009/33/ES o podpoře čistých a energeticky účinných vozidel;
- návrh revize směrnice č. 2010/31/EU o energetické náročnosti budov.

V České republice dochází k novému vývoji regulace v oblasti elektromobility také vydáváním novel zákonů. Výsledkem přijetí těchto novel jsou výhody pro koncové zákazníky. Jsou osvobozeni například od správního poplatku za vydání registrační značky, či od placení dálniční známky. Tyto novely zákonů navazují na zmíněné evropské směrnice. Základní dva dokumenty v České republice jsou Memorandum budoucnosti automobilového průmyslu v ČR a Akční plán o budoucnosti automobilového průmyslu v ČR Český automobilový průmysl 2025.

Česká republika je významným světovým výrobcem motorových vozidel a jejich komponent. Je tedy zcela nezbytné udržovat schopnost konkurence s vyspělými zeměmi, které přistupují ke stále systematictější podpoře segmentu trhu rozvoje alternativních paliv. Nepříznivý vývoj v této oblasti by mohl mít v budoucnosti negativní dopad na schopnost ČR plnit závazky vyplývající ze strategie EU v oblasti snižování emisí skleníkových plynů do roku 2030. Z tohoto důvodu vznikl v České republice další významný dokument Národní akční plán čisté mobility (dále jen NAP CM). Připravilo ho Ministerstvo průmyslu a obchodu ve spolupráci s dalšími resorty, tuzemskými výrobci vozidel, poskytovateli infrastruktury a plynárenskými a energetickými společnostmi. Ke schválení tohoto dokumentu došlo dne 20. listopadu 2015.

NAP CM vychází ze směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/94/EU ze dne 22. října 2014 o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva, která v případě elektromobility a zemního plynu (a částečně rovněž vodíku) stanoví členským státům

povinnost rozvíjet příslušnou infrastrukturu dobíjecích a plnicích stanic s časovým horizontem mezi léty 2020 a 2030. Plán se zabývá elektromobilitou, CNG, LNG a v omezené míře rovněž vodíkovou technologií (resp. technologií palivových článků). Akční plán je pravidelně vyhodnocován a aktualizován každé tři roky.

2.4 Problematické otázky elektromobility

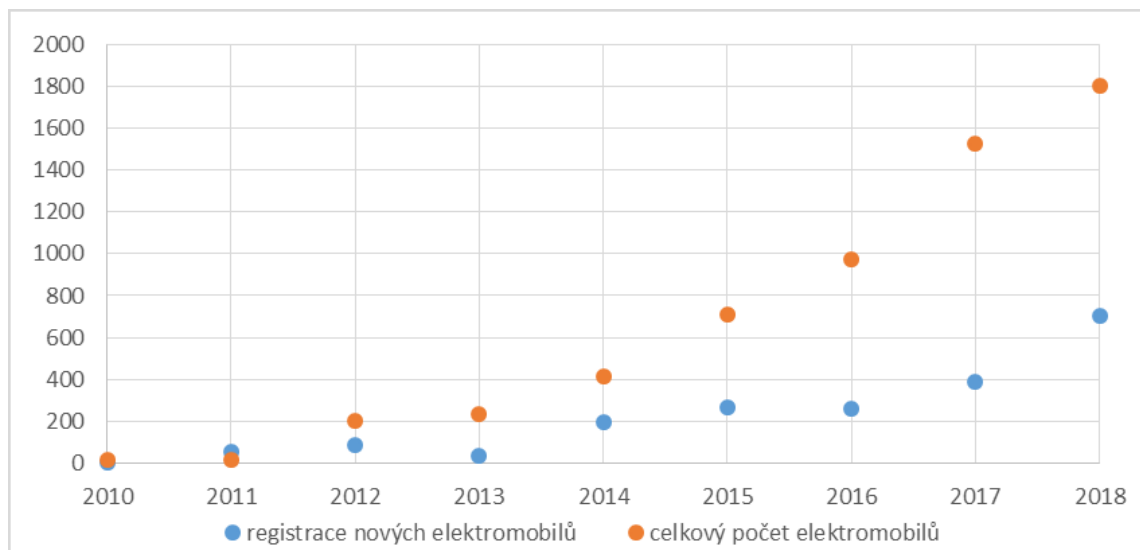
Elektromobily mají stále mnoho oponentů. Otázek, diskusí a bariér na téma elektromobilita či zelená politika existuje celá řada. Vyvolávají rozdílné názory a postoje.

- v říjnu roku 2018 odhlasovali poslanci EU radikální snížení emisí z osobních aut, které bude ve výsledku znamenat pro výrobce a konečné spotřebitele povinný přechod k elektromobilitě;
- závazek EU k likvidaci karbonové stopy CO₂ závažně ovlivní automobilový průmysl v Evropě. Nejenže to přinese zvýšení nákladů, které dopadnou na zákazníky, ale také hrozí, že tato vynucená regulace přinese omezení průběhu a vývoje přirozené obchodní nabídky. Automobilovým koncernům nezůstane jiná možnost než koncovým spotřebitelům nutit automobily na elektrický pohon, či hybridní vozy, aby se vyhnuli velikým pokutám a postihům;
- bude potřeba masivně investovat do výstavby nabíjecích stanic;
- vyvstává nutnost přebudovat veřejná parkoviště, ve firmách i v domácnostech takovým způsobem, aby zde mohlo docházet k nabíjení velkého počtu elektromobilů;
- pokud zvládneme infrastrukturu tomuto nárůstu přizpůsobit, musíme se zamyslet nad další otázkou, a to takovou, že toto ohromné množství elektřiny musíme někde vyprodukovat. Je možné získat ji ze solárních panelů, větrné či z jaderné elektrárny?
- nastolená legislativa Evropské unie může zasáhnout automobilový průmysl, odčerpat invence a finanční prostředky, které by mohly sloužit ke zdokonalování a inovování automobilů;
- v rámci zachování zdravého konkurenčního prostředí je důležité, aby křivku poptávky určovali sami spotřebitelé. Direktivní „zelená politika“ může vyvolat hospodářské problémy v EU;

Můj subjektivní názor je takový, že tato cílená regulace může vést k sešňerování jakéhosi uměle vybudovaného režimu a může mít negativní dopad na ekonomiku, infrastrukturu a také paradoxně na životní prostředí. Domnívám se, že hrozí riziko návratu výroby elektřiny z tepelných elektráren, abychom měli dostatek elektrické energie pro všechny tyto nové vozy. Do atmosféry se tím pádem může dostávat mnohem více oxidu uhličitého než v současné době z výfuků automobilů. Myslím, že stát by neměl být tím, kdo určuje podnikatelským subjektům, co mají vyrábět, či kam se má ubírat technologický vývoj.

Proč je tedy rozvoj elektromobility takovým způsobem podporován? Z jakého důvodu elektromobilitu rozvíjíme v naší zemi?

Je to z důvodů energetických a ekologických. Jedním z hlavních argumentů je již zmíněná integrace enviromentální politiky a nařízení EU o snižování emisí. Dalším z důvodů rozvoje a podpory elektromobility v České republice je stárí vozového parku pohybujícího se po tuzemských komunikacích. Tento stav je alarmující. Starý automobil vykazuje větší emise. Tento problém s emisemi se týká především velkých měst. Automobilový průmysl má zásadní vliv na naši ekonomiku, proto je důležité zabývat se aktuální situací na trhu, přizpůsobovat se jí a nalézat vhodná řešení ke zlepšení dnešních poměrů. Prodej elektromobilů v ČR vzrůstá viz [Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.].



Graf 2.1 Nárůst elektromobilů v ČR během let 2010–2018

Zdroj [12].

3 Segmentace v silniční nákladní dopravě

Silniční nákladní dopravu členíme dle různých kritérií. Může to být podle předmětu dopravy, podle kategorie vozu nebo dalších jiných měřítek, které z nějakého konkrétního důvodu podnikatelské subjekty zkoumají za účelem dosažení svých cílů a zvýšení zisku.

3.1 Rozčlenění dopravního prostoru

Pro účely této bakalářské práce jsem rozčlenila územní dopravní prostor na čtyři kategorie podle vzdálenosti dopravy.

- city logistika;
- regionální rozvozy;
- vnitro delší vzdálenost;
- mezinárodní doprava.

City logistika – doprava zboží se uskutečňuje na krátkou vzdálenost, řeší inteligentní zásobování měst pomocí různých dopravních technologií a dopravních opatření za účelem minimalizace kongescí a šetření životního prostředí. Města jsou zásobována z velkých center, lokalizovaných na okraji měst menšími vozy. Akční rádius jízdy počítáme v desítkách kilometrů. Dispečer dokáže předvídatelnost provozu určit, snadněji odhadne, kdy se transit či dodávka vrátí na základnu, nebo jak se bude v provozu v daný čas pohybovat. Automobil zásobuje přeplněná města častokrát s velmi špatnou dopravní situací. Stává se, že čelí stísněným prostorům, proto je výhodnější pro tuto dopravu použití menších vozů s nižším užitečným zatížením tzn. např. transportér, pickup, či malá dodávka.

Regionální rozvozy – automobily rozvázejí zboží, materiál či náklad v konkrétním regionu. Akční rádius jízdy počítáme také v desítkách kilometrů. Řidiči však rozvázejí zásilky v konstantnějším provozu než ve velkých městech. Můžou využít dopravní prostředek s vyšší tonáží. Větší automobil umožňuje efektivnější využití nákladového prostoru. Z tohoto důvodu často dochází ke spojování nákladů. Silniční nákladní doprava může být tedy realizována také jako příkládka či dokládka. Tento druh dopravy je obsluhován nejvíce dopravními prostředky o tonáži 7,5 – 12 tun. Způsob této nákladní dopravy provozují za účelem podnikání ve velké míře soukromé a státní subjekty. Jako

příklad uvedu přepravu stavebních materiálů – štěrk, písek, komponentů pro automobilový průmysl, potravin a nápojů, nábytku, zvěře a speciálních nákladů.

Vnitro delší vzdálenost – dopravní prostředky rozvázejí náklady po celém území republiky. Akční rádius jízdy počítáme ve stovkách kilometrů. Pro tento způsob přepravy nákladu jsou velmi vhodné nákladní automobily s vysokou tonáží. Řidiči provozující tento způsob dopravy již jednoznačně nerozvázejí materiál na jeden výjezd z dopravní základny, často vzhledem k nutnosti dodržování nařízení o povinných pauzách během cesty zůstávají v průběhu přepravy nocovat v nákladním voze. Dopravní prostředek proto musí umožnit řidiči pohodlné přenocování, proto způsob přepravy není vhodný pro dodávky či menší dopravní prostředky.

Mezinárodní doprava – zboží je dopravované na velkou vzdálenost, nákladní automobil dojezd často s nákladem např. do přístavu, nebo na místo vykládky a čeká, než mu dispečer zajistí zpáteční nákladku, aby vůz jel zpět maximálně vytižený. Předvídatelnost provozu je malá, nelze s určitostí předvídat přesnou trasu vozu a návrat na základnu. Dopravní prostředky přepravují většinou celovozové zásilky. Akční rádius jízdy bývá několik stovek kilometrů. Pro tento způsob dopravy se využívají většinou velkotonážní dopravní prostředky, či speciální dopravní prostředky – pro případ převážení speciálních nákladů.

3.2 Porovnání dopravních segmentů

Pro zjištění, který z dopravních segmentů popsaných v kapitole 3.1, může být vhodným k provozování elektromobily, jsem vytvořila matici s dvanácti segmenty, viz tabulka 1. Každou kategorii územního dopravního prostoru vyhodnocuji pro uvedené tonážní skupiny automobilů (v tabulce rozděleno na kategorie 3,5-7,5 t; 7,5-12 t a 12 t a více). Ke klasifikaci jsem si zvolila šest klíčových kritérií, které ovlivňují, zda se provoz elektromobilů vyplatí.

- dojezd v km;
- doba dobíjení;
- přepravní rychlost;
- infrastruktura dobíjení;
- předvídatelnost provozu;
- dostupnost vozidel.

Vyhodnocení je velmi jednoduché, zaznamenané grafickou formou, vycházející z logiky dopravního semaforu, jak podrobně popisují v legendě viz [Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.].

Provozování dopravy elektromobilem je vhodné.

Provozování dopravy elektromobilem záleží na dalších kritériích, není jednoznačně vyhovující.

Provozování dopravy elektromobilem není vhodné, je velmi neefektivní.

[Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.].

Tab. 3.1 Porovnání segmentů v dopravě

	3,5 - 7,5 t		7,5 - 12 t		12 t a více	
City logistika	dojezd v km	zelená	dojezd v km	zelená	dojezd v km	červená
	doba dobíjení	zelená	doba dobíjení	zelená	doba dobíjení	žlutá
	přepavní rychlost	zelená	přepavní rychlost	zelená	přepavní rychlost	žlutá
	infrastruktura - dobíjení	zelená	infrastruktura - dobíjení	žlutá	infrastruktura - dobíjení	červená
	předvídatelnost provozu	zelená	předvídatelnost provozu	žlutá	předvídatelnost provozu	červená
	dostupnost vozidel	zelená	dostupnost vozidel	žlutá	dostupnost vozidel	červená
Regionální rozvozy	dojezd v km	zelená	dojezd v km	žlutá	dojezd v km	žlutá
	doba dobíjení	zelená	doba dobíjení	žlutá	doba dobíjení	žlutá
	přepavní rychlost	žlutá	přepavní rychlost	žlutá	přepavní rychlost	červená
	infrastruktura - dobíjení	žlutá	infrastruktura - dobíjení	žlutá	infrastruktura - dobíjení	červená
	předvídatelnost provozu	žlutá	předvídatelnost provozu	žlutá	předvídatelnost provozu	červená
	dostupnost vozidel	žlutá	dostupnost vozidel	žlutá	dostupnost vozidel	červená
Vnitro delší vzdálenost	dojezd v km	červená	dojezd v km	žlutá	dojezd v km	červená
	doba dobíjení	žlutá	doba dobíjení	žlutá	doba dobíjení	červená
	přepavní rychlost	červená	přepavní rychlost	červená	přepavní rychlost	červená
	infrastruktura - dobíjení	žlutá	infrastruktura - dobíjení	červená	infrastruktura - dobíjení	červená
	předvídatelnost provozu	žlutá	předvídatelnost provozu	červená	předvídatelnost provozu	červená
	dostupnost vozidel	žlutá	dostupnost vozidel	červená	dostupnost vozidel	červená
Mezinárodní doprava	dojezd v km	červená	dojezd v km	červená	dojezd v km	červená
	doba dobíjení	červená	doba dobíjení	červená	doba dobíjení	červená
	přepavní rychlost	červená	přepavní rychlost	červená	přepavní rychlost	červená
	infrastruktura - dobíjení	červená	infrastruktura - dobíjení	červená	infrastruktura - dobíjení	červená
	předvídatelnost provozu	červená	předvídatelnost provozu	červená	předvídatelnost provozu	červená
	dostupnost vozidel	červená	dostupnost vozidel	červená	dostupnost vozidel	červená

Zdroj: vlastní zpracování

- v prvním segmentu hodnotím city logistiku obsluhovanou elektromobilem s tonáží do 7,5 tun. Dojezd současně dostupných elektromobilů aktuálně dosahuje přibližně 60 až 200 km, takže kritérium dojezd v km hodnotím zelenou barvou. Použití elektromobilu pro potřeby city logistiky je možné. Dojezd, který elektromobil nabízí, je také dostačující. Automobily lze nabít přes noc, za krátkou

dobu. Dobíjení baterie lze předpokládat přímo v sídle dopravce, což je výhodné. Dobu nabíjení tedy znamená také zeleně. Přepavní rychlost je nižší, protože ve velkých městech je rychlost předepsaná a ovlivňují ji také časté dopravní komplikace. Do tabulky značím také zelenou barvou, protože jízdní vlastnosti elektromobilu opět tomuto kritériu vyhovují. Infrastruktura dobíjecích stanic ve velkých městech je mnohem více zajištěna než v menších městech. Předvídatelnost provozu je v tomto případě velká, pokud automobil vyrazí například na 30 km jízdu, dokáže se na jedno nabití autobaterie vrátit i pokud bude provoz na silnicích velmi silný. Dostupnost elektromobilů v této váhové kategorii je v dnešní době nejvíce prozkoumanou oblastí, a trh s těmito automobily nabízí největší variabilitu vozů. Hodnotím tedy všechna kritéria zelenou barvou;

- stejným způsobem klasifikace vyhodnotím všech 12 segmentů a zjišťuji, že čím delší trasu má elektromobil ujet, tím se stává méně vhodným pro provozování dopravy elektromobilem;
- nejhůře vychází segment mezinárodní doprava pro váhovou kategorii 12 t a více. Nákladní automobil na elektrický pohon neobstojí v požadovaném dojezdu a otázkou zůstává, zda jsou vůbec velkotonážní nákladní vozy na elektrický pohon dopravcům k dispozici. Jejich tržní dostupnost pro dálkovou přepravu je stále velkou neznámou. Problémem je také nabíjení baterie na dalekých cestách vzhledem k nepředvídatelnosti provozu. Řidič mezinárodní nákladní dopravy dodržuje zákonem dané pauzy stanovené v evropské dohodě o práci osádek zvané AETR [13]. Nařízení v této dohodě určují, po jaké době musí řidič vykonat zákonitou pauzu, na jak dlouho, a kolik hodin týdně může řidič strávit za volantem. V případě, že osádka vozu překročí stanovené limity, musí vykázat příčinu nedodržení jízdního času. Za těchto okolností je pro řidiče při dnešní infrastruktuře nabíjecích stanic téměř nemožné obstarat včasné a efektivní nabití elektromobilu. Přepavní rychlost nákladního elektromobilu je nízká;

Z tabulky vyplývá, že nejvhodnější provozování dopravy s nasazením elektromobilů by mohlo být v segmentu city logistiky. Čím menší vzdálenost a menší nosnost, tím se zdá výhodnost využití elektromobility větší. Tento způsob dopravy provozují za účelem uspokojení zákazníků soukromé subjekty, státní i neziskové organizace. Jako příklad uvedu zasilatelské služby, balíkové či kurýrní služby, zásobování obchodů, rozvoz kancelářských potřeb, rozvoz prádla, hotelový shuttle rozvoz, městské taxi, sdílená

přeprava či pomoc seniorům. Aktuální trh již nabízí celou řadu elektromobilů, které by bylo vhodné doporučit pro city logistiku. Pro pozdější výpočty zkoumání ekonomické výhodnosti elektromobilu v této bakalářské práci jsem si vybrala dva elektromobily. Jejich základní charakteristika a parametry jsou uvedeny v tabulkách viz [**Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** a 3.3].

Tab. 3.2 Základní charakteristika elektrického a dieselového vozu Mercedes

model vozu	Mercedes-Benz e Vito Tour	Mercedes-Benz Vito Tour
pohon	plně elektrický	nafta
emise	0 %	230 g/km
pořizovací cena/CZK bez DPH	1100000	602500
dojezd/km	150	
baterie	35 kWh	
výkon	204 koní/150 kW	84kW
spotřeba	26,2 kWh/100 km	8,8l/100 km

Zdroj: vlastní zpracování [14].

Tab. 3.3 Základní charakteristika elektrického a dieselového vozu Volkswagen Crafter

model vozu	Volkswagen e-Crafter	Volkswagen Crafter
pohon	plně elektrický	diesel 2.0
emise	0 %	245 g/km
pořizovací cena/CZK bez DPH	1645000	585000
dojezd/km	173	x
baterie	35,8 kWh	x
výkon	136 koní/100 kW	130 kW
spotřeba	21,5 kWh/km	9,3 l/100 km

Zdroj: vlastní zpracování [15].

4 Metody a přístupy ke kalkulaci v nákladní dopravě

Kalkulace slouží k vypočítání nákladů, které je třeba vynaložit na vznikající výkon. V dopravě vztahujeme výpočet nákladů k různým veličinám. Může to být určení jednice na ujetý kilometr, ložený ujetý kilometr, hodinu stání vozidla při plnění přepravní smlouvy, osobový kilometr, přepravenou tunu nebo hodinu, aj.

Kalkulace má dvě fáze. První eviduje náklady v podnikovém účetnictví a rozděluje je na náklady přímé a nepřímé. Přímé náklady používáme k zaměření hodnoty na výrobní jednotku. Nepřímé náklady nelze přiřadit ke konkrétní kalkulační jednotce. Druhá fáze tvoří vyčíslení nákladů na kalkulační jednici.

Používáme kalkulace

- předběžné – zde počítáme s odhadovanými údaji
- výsledné – verifikujeme plán se skutečností

Kritickým bodem v kalkulacích jsou zvolené postupy. Je nutné propojit kalkulace s procesy společnosti. Výnosy musí být správně vztaženy k jednotce produkce, ke které jsou vztaženy náklady. Výsledek kalkulace závisí na tom, jakou metodou se kalkulace vypočítá.

Kalkulace tvořené dopravci velmi významným způsobem ovlivňuje cena pohonných hmot. Cena ropy udává cenu konvenčních paliv a tím se promítá do přímých nákladů dopravců. Ceny pohonných hmot se stále vyvíjejí a záleží i na konkrétním státě, jaké ceny pohonných hmot stanovují. Nejvyšší ceny nafty v Evropě vykazuje dlouhodobě Itálie

[16].

4.1 Metody kalkulací

Kalkulace můžeme provádět různými metodami:

- prostá metoda kalkulace – používáme ji pro jeden druh výroby nebo výrobku, veškeré náklady použité v tomto druhu kalkulací jsou jen přímé;
- přírážková metoda kalkulace – používáme ji pro složitější druhy výroby s různými náklady, které rozdělujeme na přímé a nepřímé;
- rozčítací metoda kalkulace – používáme ve sdružené výrobě, kde je potřeba určit náklad na jeden výrobek z produkovaných výrobků, které jsou společně vyráběny ve stejném výrobním procesu a mají stejný ekonomický význam;
- odečítací metoda kalkulace – používáme ve sdružené výrobě, kde je potřeba určit náklad na jeden výrobek z produkovaných výrobků, které jsou společně vyráběny ve stejném výrobním procesu, ale nemají stejný ekonomický význam. Jeden z výrobků je hlavní a druhý vedlejší.

Předmětem kalkulace v silniční dopravě je kalkulační jednice, to znamená jednotka, na kterou jsou vyčísleny vlastní náklady dopravců. Objednatel hradí cenu za ujeté kilometry a za hodiny stání. Berme v úvahu pro výpočty v této bakalářské práci kalkulační jednici náklady na 1 kilometr (1 km). Při provádění kalkulací cen a nákladů v nákladní silniční dopravě rozdělujeme náklady na závislé a nezávislé, jak je uvedeno v následující tabulce. Toto rozdělení nákladů je důležité pro manažerské řízení ekonomiky provozu viz [3.4]

Tab. 4.1 Kalkulace silniční dopravy

Položka kalkulačního vzorce	Náklady závislé na		Náklady nezávislé
	ujetých km	hodinách provozu	
Spotřeba PH a mazadel	*		
Pryžové obruče	*		
Mýtné	*		
Mzdy		*	
Odpisy dopravních prostředků			*
Opravy a údržba	*		
Pojištění sociální a zdravotní		*	
Cestovné		*	
Silniční daň			*
Jiné přímé náklady			*
Provozní režie			*
Správní režie			*

Zdroj: vlastní zpracování [4].

4.2 Kalkulační vzorec silniční dopravy

Kalkulace se tvoří pro zjištění ekonomické efektivity a pro sestavení cenové nabídky tvořené pro zákazníky. Předpokladem pro výpočet kalkulace je kalkulační vzorec. Z čeho se vzorec skládá, z jakých nákladových tarifů se definuje, záleží na druhu činnosti organizace. Výsledek kalkulace závisí na tom, jakou metodou se kalkulace vypočítá.

4.3 Výpočet jednotkových nákladů

Složení základního vzorce pro výpočet jednotkových nákladů v silniční dopravě:

$$n_{km} = c \cdot p_{PHM} + n_{PNEU} + n_{OST} + \frac{n_{HOD}^P}{v} + n_{ODP} + n_R \quad (4.1)$$

$n_{km} \dots$	náklady na ujetý km (Kč/km)
$c \dots$	spotřeba pohonných hmot na jeden kilometr (l/km)
$p_{PHM} \dots$	cena paliva (Kč/l)
$n_{PNEU} \dots$	jednotkové náklady na pneumatiky (Kč/km)
$n_{OST} \dots$	ostatní přímé náklady (Kč/km)
$n_{hod}^P \dots$	náklady stání (Kč/hod)
$v \dots$	cestovní rychlost (km/hod)
$n_{ODP} \dots$	odpisy dopravního prostředku (Kč/km)
$n_R \dots$	režijní náklady (Kč/km)

Pro účely této bakalářské práce zohledňuji pouze veličiny, které mají přímý vliv na vyčíslení nákladů vzniklých na 1 ujetý kilometr spojených se změnou pohonu:

- pohonné hmoty;
- odpisy/leasing;
- oprava/údržba.

Kalkulační vzorec tedy odvozuji následovně:

$$n_{km} = c \cdot p_{PH} + n_{údržba} + \frac{N_{poř}}{Tž \cdot L} \quad (4.2)$$

$n_{km} \dots$	náklady na ujetý km
----------------	---------------------

$c...$	spotřeba pohonných hmot na jeden kilometr (l/km)
$p_{PH}...$	jednotková cena pohonných hmot (Kč/l)
$n_{údržba}...$	náklady na údržbu (Kč/km)
$N_{POŘ}...$	pořizovací cena automobilu (Kč/ks)
$Tž...$	doba životnosti automobilu (roky)
$L...$	nájezd kilometrů za období životnosti automobilu (roky/doba životnosti)

Srovnávám náklady, které se budou měnit v závislosti na použitém pohonu vozidla (Kč/km). Jedná se o následující náklady:

- náklady na energii
- náklady na údržbu a opravy
- odpisy vozidla

Mým cílem je zjistit, při jakých kombinacích cen nafty a alternativního paliva budou jednotkové náklady provozu vozidla stejné [17].

tedy:

$$n_D = n_E \quad (4.3)$$

$n_D...$ náklady dieselového automobilu

$n_D...$ náklady elektromobilu

$$c_D \cdot S_D + n_p^D + \frac{N_{poř}^D}{T_{ž}^D \cdot L_D} = c_E \cdot S_E + n_p^E + \frac{N_{poř}^E}{T_{ž}^E \cdot L_E} \quad (4.4)$$

$c_D...$ cena nafty (Kč/l)

$S_D...$ spotřeba nafty (l/km)

$n_p^D...$ provozní náklady spojené s naftovým pohonem (Kč/km)

$N_{poř}^D...$ pořizovací náklady naftového automobilu (Kč/automobil)

$T_{ž}^D...$ doba životnosti naftového automobilu (roky/automobil)

$L_D...$ nájezd naftového automobilu (km/rok)

c_D ... cena elektřiny (Kč/kWh)

S_E ... spotřeba elektřiny (kWh/km)

n_p^E ... provozní náklady spojené s elektrickým pohonem (Kč/km)

$N_{poř}^E$... pořizovací náklady elektromobilu (Kč/elektromobil)

$T_{ž}^E$... doba životnosti elektromobilu (roky/elektromobil)

L_E ... nájezd elektromobilu (km/rok)

Matematickými úpravami odvodím vzorec:

$$c_D \cdot S_D - c_E \cdot S_E = n_p^E - n_p^D + \frac{N_{poř}^E}{T_{ž}^E \cdot L_E} - \frac{N_{poř}^D}{T_{ž}^D \cdot L_D} \quad (4.5)$$

Pro zjednodušení zavádím pojmy:

d_p ... diferenciál provozních nákladů (Kč/km)

d_{ODP} ... diferenciál pořizovacích nákladů (Kč/km)

$$d_p = n_p^E - n_p^D \quad (4.6)$$

$$d_{ODP} = \frac{N_{poř}^E}{T_{ž}^E \cdot L_E} - \frac{N_{poř}^D}{T_{ž}^D \cdot L_D} \quad (4.7)$$

$$c_E = \frac{c_D \cdot S_D - (d_p + d_{ODP})}{S_E} \quad (4.8)$$

c_E ... cena elektřiny

Cena elektřiny je podle tohoto vzorce vypočtena v kapitole 5.2. v tabule 5.2 a 5.3.

5 Ekonomické porovnání elektrických a naftových nákladních vozidel pro vybrané druhy přeprav

Provozní náklady dopravních prostředků provozovaných konvenčními palivy jsou odlišné od provozních nákladů elektromobilů. Automobil se spalovacím pohonem vyžaduje oproti elektromobilu navíc následující údržbu:

- spalovacího motoru včetně sacího, výfukového, mazacího a chladicího systému. K této údržbě je zapotřebí lidská práce plus spotřební materiál (filtrační vložky, těsnění, ...) plus spotřební hmoty (oleje, močovina, nemrznoucí přísada do chladicí vody, ...);
- spojky;
- převodovky;
- brzd;
- řízení;
- topení;
- klimatizace;
- pneumatik.

U elektromobilu nahrazuje elektrický pohon spalovací motor, spojku a převodovku bezúdržbovými komponenty (akumulátor, motor, měnič, řízení) a významně šetří třetí brzdy (elektrodynamické rekuperační brzdění). Tedy z náročnějších položek zbývá u elektrického automobilu jen péče o pneumatiky. Pro naše výpočty tuto nákladovou položku neberu v úvahu, protože dieselový automobil má náklady na pneumatiky stejné jako elektromobil. Náklady na údržbu elektrického automobilu jsou třetinové proti nákladům na údržbu spalovacího automobilu.

5.1 Cena elektrické energie pro elektromobily

Tržní cena elektřiny činí v současné době bez speciálního tarifu v průměrné domácnosti 4,5 Kč/kWh [9]. Cena elektrické energie závisí na způsobu nabíjení a na místě, kde nabíjení probíhá. Existují dvě možnosti nabíjení:

Střídavý proud

- doma zběžné jednofázové zásuvky 230 V/16 A – nejlevnější varianta. Elektromobil se připojí do zásuvky. Hodina nabíjení zvýší dojezd elektromobilu přibližně o 14 km;
- doma z třífázové zásuvky 3x400 V/16 A – zásuvka sloužící pro napájení cirkulárky nebo míchačky, nachází se v každém rodinném domě. Jedna hodina nabíjení v této zásuvce zvýší dojezd elektromobilu až o 55 km;
- nevýhody nabíjení střídavým proudem – aby bylo možné uchovat proud v baterii, musí ho elektromobil převést na stejnosměrný proud. Nabíjení je dlouhé, trvá několik hodin.

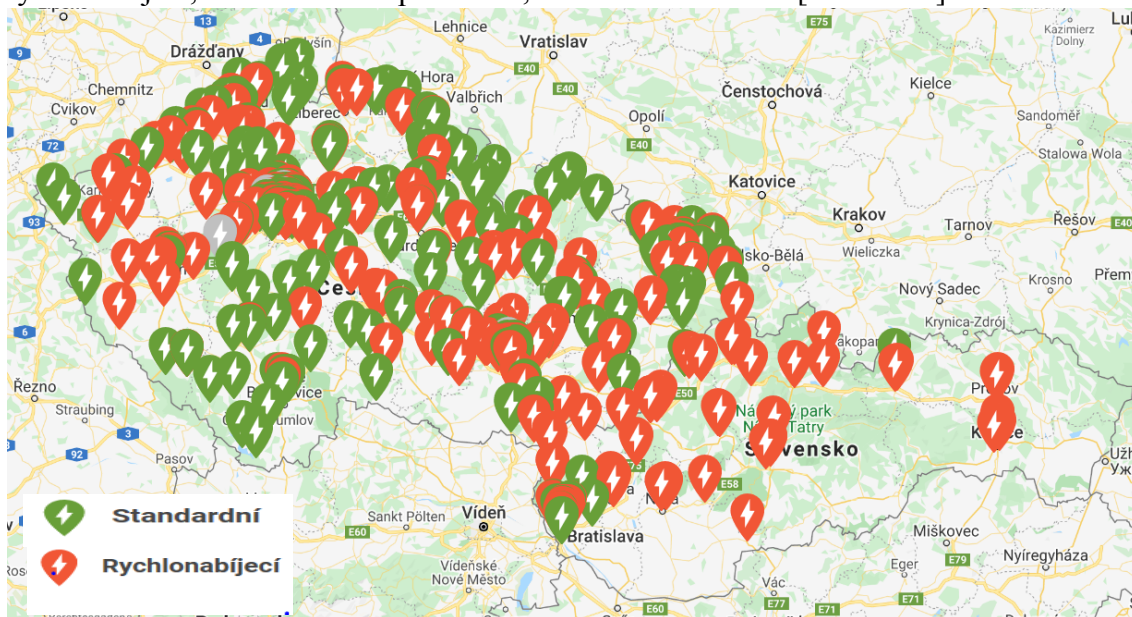
Stejnoseměrný proud

- nabíjení v rychlonabíjecích stanicích, které nazýváme fast charge, nebo super charge. Dobíjení je rychlé, protože elektromobil nemusí proud dále převádět. Dobití na 80% kapacity baterie trvá jen několik málo minut.

V kapitole 3.2. Porovnání dopravních segmentů jsem došla k závěru, že nejvíce vyhovujícím segmentem k používání elektromobilů vychází doprava na krátké tratě, v této práci tedy dopravní úsek, nazvaný city logistika. Uvažuji tedy maximální denní nájezd elektromobilu 150 km. V kapitole 5.3 a 5.4 zjišťuji cenu nafty za litr, při které se **ještě** vyplatí dopravní obslužnost uskutečňovat diesellovou dodávkou.

5.2 Infrastruktura dobíjecích stanic a podpora elektromobility

Aktuálně se nachází na území ČR 450 nabíjecích stanic. Stanice mohou být buď rychlonabíjecí, kde nabití trvá pár minut, nebo standardní viz [Obr. č 5.1]



Obr. 5.1 Infrastruktura dobíjecích stanic

Zdroj [18].

Dne 28.2.2020 vyhlásilo Ministerstvo dopravy dotaci na podporu výstavby infrastruktury pro alternativní paliva. Dotace se týká výstavby dobíjecích stanic. Žádosti mají být předloženy do 30. června roku 2020 a stát na tento projekt vyčlenil 1,2 mld korun. V plánu je podpořit výstavbu 777 stanic [19]. Současný stav nabíjecích stanic je potřeba rozvíjet a budovat. Aktuálně je v ČR evidováno přibližně 5500 elektromobilů. Jejich majitelé řeší otázku nabíjení vozů.

V budoucnosti se díky evropským ustanovením a dohodám zmíněným v kapitole 2 počítá s velkým nárůstem elektromobilů. Předpoklad rozvoje elektromobility podporují následující faktory:

- zlepšující se cenová dostupnost elektromobilů
- zlepšující se technické požadavky vozidel (dojezd)
- zlepšující se infrastruktura dobíjecích stanic
- legislativní podpora

Také automobilové závody přistupují k elektromobilitě díky řízené legislativě ambiciózně a rozvoji elektromobility věnují značné úsilí.

Tab. 5.1 Přehled avizovaných ambicí vybraných automobilových závodů působících v ČR

Výrobce/automobilka	Plánovaný rozvoj
Volkswagen	Skupina jako celek plánuje představit zákazníkům do roku 2025 více než 80 nových elektrických modelů, zahrnujících 50 čistě elektrických vozů a 30 plug-in hybridů. V roce 2025 koncern předpokládá prodej až 3 mil. čistě elektrických vozidel.
Škoda	Automobilka předpokládá podíl 25% elektrických vozů na prodaných vozech k roku 2025. Automobilka plánuje do roku 2025 nabídnout zákazníkům 5 čistě elektricky poháněných modelů v různých segmentech. V roce 2020 by měla automobilka představit první čistě elektrický model vozu řady Superb.
Volvo	Veškeré modely plánuje v kombinaci spalovacího motoru a elektromotoru, případně čistě elektrický pohon
Tesla	Automobilka plánuje prodat 1000 tis. elektromobilů do konce roku 2020.
Aliance Nissan – Renault - Mitsubishi	Registrované prodeje elektrovozidel od roku 2010 překročily celosvětově koncem roku 2017 hodnotu 540 tis. elektrických vozidel, přičemž nejúspěšnějším modelem se stal model Nissan Leaf s více než 300 tis. prodanými kusy
BMW	V roce 2017 prodala automobilka cca 100 tis. elektrifikovaných vozidel (BEV, PHEV). Model i3 se stal nejúspěšnějším elektrickým modelem značky. Do roku 2025 plánuje automobilka prodávat cca 15–25 % portfolia prodaných automobilů na elektrický pohon.
Honda	Automobilka plánuje prodej 2/3 automobilů na elektrický pohon (všech druhů pohonů – BEV, PHEV, FCEV) v roce 2030
Ford	První čistě elektrické vozidlo plánuje automobilka představit v roce 2020. Zároveň do roku 2022 má automobilka plán představit dalších 40 elektrifikovaných modelů automobilů v kombinaci hybridního a plug-in hybridního pohonu
Hyundai - Kia	Automobilka plánuje rozvíjet aktivity v oblasti elektromobility, ale z hlediska dlouhodobějšího vývoje spatřuje potenciál v technologii palivových článků. V horizontu do roku 2025 plánuje uvést spolu se sesterskou automobilkou Kia 38 modelů automobilů využívajících různé typy elektrických pohonů (BEV, PHEV).
Toyota - Lexus	Automobilka se v současné době orientuje na hybridní elektrické vozy. První čistě elektrický automobil má v plánu uvést v roce 2020 v souvislosti s pořádáním letních olympijských her. Toyota je v současnosti jednou z velkých automobilek, které nevidí perspektivu v čistě elektrických automobilech a kloní se směrem k hybridním vozům respektive technologii palivových článků. Přesto, do roku 2025 by měl být každý model automobilky i ve verzi s elektromotorem, do roku 2030 chce prodávat 5500 tis. elektrifikovaných automobilů ročně. Elektrifikované vozy mají být do roku 2025 součástí každé modelové řady Toyota a Lexus.

Zdroj: vlastní zpracování [20].

5.3 Srovnání provozu elektromobilu a dieselového automobilu

V kapitole 3.2. Porovnání dopravních segmentů jsem došla k závěru, že nejvíce vyhovujícím segmentem pro provoz elektromobilů je oblast city logistiky. Proto pro ekonomické porovnání elektrického a naftového pohonu jsem zvolila dva modely dodávek. Parametry těchto vozů popisuje tabulka 3.2. a 3.3. v kapitole 3. Jsou jimi:

- elektromobil Mercedes Benz e-Vito (srovnávám s dieselovým Mercedesem Benz)
- Elektromobil Volkswagen e-Crafter (srovnávám s dieselovým Volkswagenem Crafter).

Uvažuji maximální denní nájezd elektromobilu 150 km. Zjišťuji cenu nafty za litr, při které se ještě vyplatí dopravní obslužnost uskutečňovat dieselovou dodávkou.

5.3.1 Srovnání provozu dodávek značky Mercedes-Benz

Tab. 5.2 Technické parametry vozidel Mercedes-Benz

Mercedes Benz	Jednotka	
Provozní náklady diesel	Kč/km	0,50
Úspora provozních nákladů elektromobilu v porovnání s dieselovým pohonem	úspora v % oproti dieselové dodávce	30,00 %
Kapacita baterie	kWh	35
Dojezd	km na plně nabitou baterii	150
Cena dieselové dodávky	Kč bez DPH	602500
Cena elektromobilu	Kč bez DPH	1100000
Životnost	počet let vozu v provozu	5
Nájezd	počet km ujetých za rok	50000

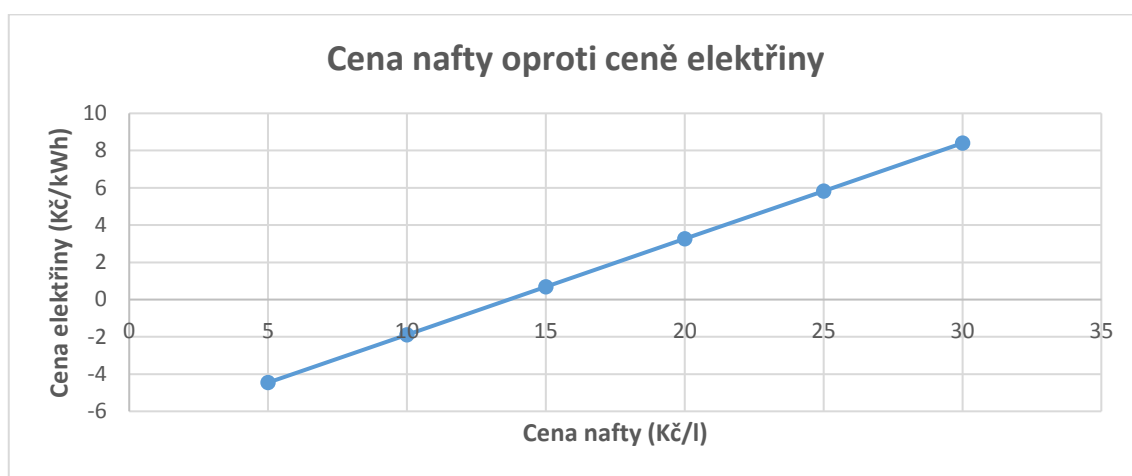
Zdroj: vlastní zpracování [14].

Tab. 5.3 Kritérium výhodnosti elektrického pohonu vůči naftovému u Mercedes-Benz dodávek

Cena nafty cD (Kč/l)	Cena elektřiny cE (Kč/kWh)	Spotřeba nafty (l/km)	Spotřeba elektřiny (kWh/km)	Rozdíl provozních nákladů (Kč/km)	Rozdíl pořizovacích nákladů (Kč/km)
30	8,40	0,12	0,23	-0,35	1,99
25	5,83	0,12	0,23	-0,35	1,99
20	3,26	0,12	0,23	-0,35	1,99
15	0,69	0,12	0,23	-0,35	1,99
10	-1,89	0,12	0,23	-0,35	1,99
5	-4,46	0,12	0,23	-0,35	1,99

Zdroj: vlastní zpracování z Tab. 5.2

Tabulka 5.2. ukazuje, jaká musí být maximální cena elektřiny c_E , aby byl provoz elektromobilu Mercedesu Benz e-Vito výhodnější, než provoz technicky i parametrově srovnatelného diesellového vozu při dané ceně za jeden litr nafty. Vidíme, že pokud bude cena za jeden litr nafty 20 Kč, provoz elektrické dodávky by byl výhodný při ceně elektřiny 3,25 Kč za jednu kWh a nižší. Tuto cenu ještě možno zaplatit při výhodných tarifech, ale nižší hodnoty již nedokáží provozu naftovému motoru konkurovat. Z tabulky 5.2. vyplývá, že při ceně nafty 10 Kč/l by musela být cena elektřiny záporná, což znamená, že by musela být dotovaná. Hraničním bodem pro výhodnost provozu automobilu s elektrickým pohonem je moment, kdy je tržní hodnota nafty vyšší než 20 Kč. Viz **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** 1



Graf 5.1 Hraniční bod pro použití elektrického pohonu

Zdroj: vlastní zpracování z Tab. 5.3

5.3.2 Srovnání provozu dodávek značky Volkswagen Crafter

Tab. 5.4 Technické parametry vozidel Crafter

Volkswagen Crafter	Jednotka	
Provozní náklady diesel	Kč/km	0,5
Úspora provozních nákladů elektromobilu v porovnání s diesellovým pohonem	úspora v % oproti diesellové dodávce	30,00%
Kapacita baterie	kWh	35,8
Dojezd	km na plně nabitou baterii	173
Cena diesellové dodávky	Kč bez DPH	585000
Cena elektromobilu	Kč bez DPH	1645000
Životnost	počet let vozu v provozu	5
Nájezd	počet km ujetých za rok	50000

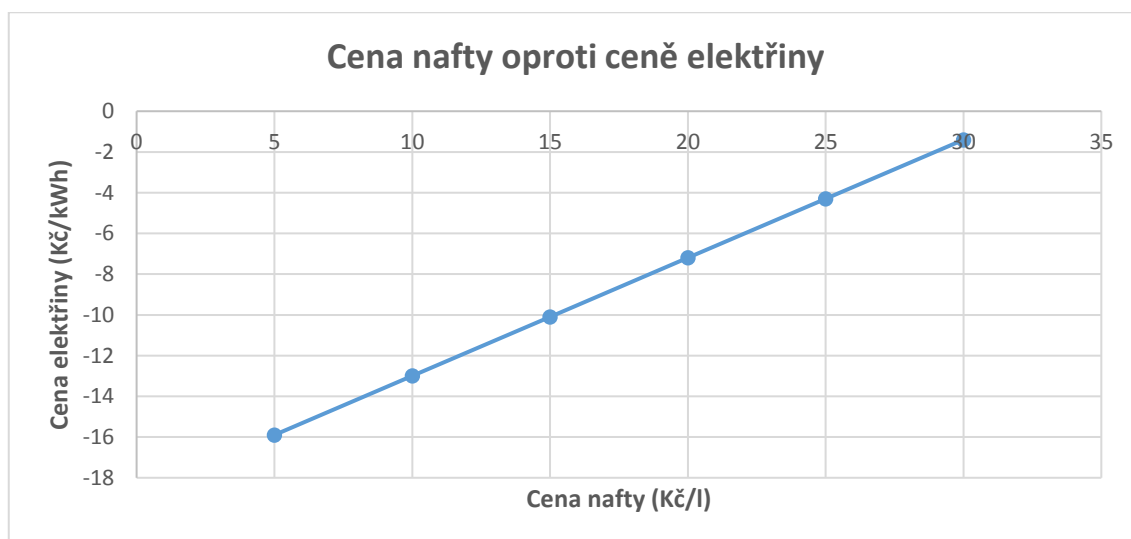
Zdroj: vlastní zpracování [15].

Tab. 5.5 Kritérium výhodnosti elektrického pohonu vůči naftovému u Volkswagen Crafter dodávek

Cena nafty cD (Kč/l)	Cena elektřiny cE (Kč/kWh)	Spotřeba Nafty (l/km)	Spotřeba elektřiny (kWh/Km)	rozdl provozních nákladů (Kč/Km)	rozdl pořizovacích nákladů (Kč/Km)
30	-1,40	0,12	0,21	-0,35	4,24
25	-4,30	0,12	0,21	-0,35	4,24
20	-7,20	0,12	0,21	-0,35	4,24
15	-10,10	0,12	0,21	-0,35	4,24
10	-13,00	0,12	0,21	-0,35	4,24
5	-15,90	0,12	0,21	-0,35	4,24

Zdroj: vlastní zpracování z Tab. 5.4

Tabulka 5.4. ukazuje, jaká musí být maximální cena elektřiny, aby byl provoz elektromobilu Volkswagen výhodnější než provoz diesellového vozu při dané ceně za jeden litr nafty.



Graf 5.2 Hraniční bod pro použití elektrického pohonu

Zdroj: vlastní zpracování z Tab. 5.5

Z grafu 5.2 vyplývá, že použití elektromobilu není v této variantě výhodné. Elektřina by v tomto případě musela být dotovaná, aby se tato dodávka vyplatila provozovat s ekonomickou návratností. Důvodem je vysoká pořizovací hodnota elektromobilu.

Závěr

Elektromobilita je v současnosti velmi diskutovaným tématem. Má mnoho příznivců a také odpůrců. Můžeme říci, že celý obor je teprve „v plenkách“ a nikdo nedokáže říci, kde může být toto odvětví za dalších sto let. Pravdou je, že zájem o elektromobily vzrůstá. Jestli to je díky nastolené legislativě, nebo jen z nadšení pro něco nového a šetrného pro životní prostředí, nejde s určitostí říci.

Pro dopravce jsou při výběru vozidel s alternativním palivem důležité náklady, jakož i návratnost vložených finančních prostředků. Značnou roli v rozhodování, zda elektromobil pořídit a zařadit do firemní flotily vozů, má také dotační politika státu. Dalším kritériem pro volbu vozu tvoří technické parametry vozidel. Zde mám na mysli dojezd vozidla, jeho užitečné zatížení a úroveň infrastrukturální sítě dobíjecích stanic.

V této bakalářské práci jsem provedla analýzu možnosti využití elektrického pohonu v silniční nákladní dopravě od city logistiky až po mezinárodní dopravu. Se současnými možnostmi, které máme, a s aktuálním zázemím pro elektromobily jsem došla k závěru, že praktické využití elektromobilů v silničním provozu je rentabilní a výhodné na krátké tratě a zároveň pro případy, kdy je využití elektromobilu předvídatelné. Vyhovujícím segmentem je obsluha city logistiky. Důležitým faktorem pro provoz elektromobilů je možnost návratu vozu na základnu a nabití během neaktivního času vozu.

Elektromobil se na delší tratě zatím ekonomicky nevyplatí. V praktické části jsem hodnotila srovnání provozu dvou elektromobilů s dieselovými vozy a zjistila jsem, že ani na krátké tratě nemusí být elektromobil vhodnou volbou. V prvním případě vozu Mercedes Benz e-Vito jsem spočítala, že elektromobil s nižší pořizovací cenou dokáže podnikateli návratnost investice zajistit. V druhém případě se elektromobil značky Volkswagen e-Crafter nevyplatí pořídit. Důležitým kritériem je totiž pořizovací cena elektromobilu. Vysoké pořizovací hodnoty elektromobilu nedokáží za stávajících situace zajistit návratnost pořízení vozu. Budoucnost však jistě ukáže další možnosti.

Seznam zdrojů

- [1] Z. Říha a P. Fojtík, Jak se tvoří město: vývoj dopravního systému Prahy v období průmyslové revoluce, Praha: České vysoké učení technické, 2012.
- [2] J. Hlaváč, „Doba automobilová: Benz uměl všechno opravit. A tak postavil první auto,“ MAFRA, a.s., 22 3 2019. [Online]. Available: https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/vynalez-spalovaciho-motoru-benz-daimler-trikolka-patent-automobil.A190321_135633_automoto_taj/fotov. [Přístup získán 15 1 2020].
- [3] J. EISLER, Ekonomika dopravních služeb a podnikání v dopravě, Praha: Vysoká škola ekonomická, 2004.
- [4] J. KUNST, J. EISLER a F. ORAVA, Ekonomika dopravního systému, Praha: Oeconomica, 2011.
- [5] www.ioda.cz, „IODA informace pro dopravní analýzy,“ IODA, z.s., 2020. [Online]. Available: http://data.ioda.cz/#ds=311s_all-all_dim1&det=0. [Přístup získán 4 5 2020].
- [6] A. Čapka, „PROVOZOVÁNÍ „MIKRO“ DOPRAVNÍHO PODNIKU V DÁLKOVÉ MEZINÁRODNÍ SILNIČNÍ NÁKLADNÍ DOPRAVĚ,“ Přerov, 2018.
- [7] Logistika, „Zelená logistika,“ Economica, a.s., 11 1 2012. [Online]. Available: <http://www.enviweb.cz/89692V>. [Přístup získán 20 1 2020].
- [8] WikipediE, „Elektromobil,“ Wikimedia Foundation, 10 3 2020. [Online]. Available: https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektromobil#Počátky_elektromobility. [Přístup získán 6 4 2020].
- [9] a. ČEZ ESCO, „Starý patent v moderním hávu. Elektromobily tu byly už před 100 lety, čas pro jejich rozvoj přichází ale až teď,“ ČEZ, a.s., 2020. [Online]. Available: <https://www.cezesco.cz/cs/o-nas/co-se-deje/stary-patent-v-modernim-havu.-elektromobily-tu-byly-uz-pred-100-lety-cas-pro-jejich-rozvoj-prichazi-ale-az-ted-39606>. [Přístup získán 15 4 2020].

- [10] J. Stacha, „Ropná krize: konflikt, který navždy změnil nejen automobilový svět,“ MAFRA, a.s., 3 5 2019. [Online]. Available: https://www.idnes.cz/auto/historie/ropna-krize-general-motors-ford-ropa-opec.A190430_081937_auto_ojetiny_fdv. [Přístup získán 10 1 2020].
- [11] P. Míka, „Kde si už brzo nekoupíte auto se spalovacím motorem?“, E.ON Česká republika, s.r.o., 2020. [Online]. Available: <https://www.energyglobe.cz/temata-a-novinky/posledni-bily-nosorozec-sudan-muze-mit-potomky-i-po-sve-smrti-nadeje-na-zachranu-druhu-je-velka-mysli-si-odbornik>. [Přístup získán 29 4 2020].
- [12] www.ioda.cz, „IODA informace pro dopravní analýzy,“ IODA, z.s., 2020. [Online]. Available: <http://data.ioda.cz>. [Přístup získán 5 5 2020].
- [13] WikipediE, „AETR,“ Wikimedia Foundation, 8 3 2019. [Online]. Available: <https://cs.wikipedia.org/wiki/AETR>. [Přístup získán 20 1 2020].
- [14] M.-B. Vans, „eVito skříňová dodávka,“ Praha, 2020.
- [15] P. Svatoš, „Volkswagen e-Crafter zamířil na český trh. Cena činí 1,6 milionu a dojezd 173 km,“ 24net s.r.o., 16 11 2018. [Online]. Available: <https://fdrive.cz/clanky/volkswagen-e-crafter-zamiril-na-cesky-trh-cena-cini-16-milionu-a-dojezd-173-km-2998>. [Přístup získán 20 1 2020].
- [16] Z. Říha a J. Tichý, „Čistá mobilita a její perspektiva v silniční nákladní dopravě,“ Ústav logistiky a managementu dopravy, ČVUT FD, Praha, 2019.
- [17] Z. Říha, „EKONOMICKÁ EFEKTIVNOST DOPRAVY A VYUŽITÍ ALTERNATIVNÍCH PALIV,“ Společenství autodopravců Čech a Moravy (SAČM), Praha, 2020.
- [18] G. maps, „Mapa nabíjecích stanic,“ 24net s.r.o., 2020. [Online]. Available: <https://fdrive.cz/mapa-nabijecich-panic>.
- [19] M. d. ČR, „Ministerstvo dopravy vyhlásilo výzvu na podporu výstavby doplňkové sítě dobíjecích stanic,“ [Online].
- [20] S. S. R. O. EUROENERGY, „Dílčí studie pro pracovní tým A25 - Predikce vývoje elektromobility v ČR,“ Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, 3 4 2018. [Online]. Available: <https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/strategicke-a->

konceptni-dokumenty/narodni-akcni-plan-pro-chytre-site/2019/10/Studie-NAP-SG-A25_Elektromobilita.pdf. [Přístup získán 15 3 2020].

Seznam obrázků

Obr. 1.1 Dobová reklama na první auto Benz Patent Motorwagen	13
Obr. 5.1 Infrastruktura dobíjecích stanic	35

Seznam grafů

Graf 1.1 Vývoj nákladní přepravy v České republice 1937-2008	14
Graf 1.2 Přeprava věcí v nákladní dopravě.....	15
Graf 1.3 Přepravní výkon nákladní dopravy.....	16
Graf 2.1 Nárůst elektromobilů v ČR během let 2010–2018	22
Graf 5.1 Hraniční bod pro použití elektrického pohonu	38
Graf 5.2 Hraniční bod pro použití elektrického pohonu	39

Seznam tabulek

Tab. 3.1 Porovnání segmentů v dopravě.....	25
Tab. 3.2 Základní charakteristika elektrického a dieselového vozu Mercedes	27
Tab. 3.3 Základní charakteristika elektrického a dieselového vozu Volkswagen Crafter	27
Tab. 4.1 Kalkulace silniční dopravy	29
Tab. 5.1 Přehled avizovaných ambicí vybraných automobilových závodů působících v ČR	36
Tab. 5.2 Technické parametry vozidel Mercedes-Benz	37
Tab. 5.3 Kritérium výhodnosti elektrického pohonu vůči naftovému u Mercedes-Benz dodávek.....	37
Tab. 5.4 Technické parametry vozidel Crafter	38
Tab. 5.5 Kritérium výhodnosti elektrického pohonu vůči naftovému u Volkswagen Crafter dodávek.....	39

Seznam zkratek

A	Ampér
AETR	Evropská dohoda o práci osádek vozidel v mezinárodní silniční dopravě
CNG	stlačený zemní plyn
CO ₂	oxid uhličitý, oxid uhličitý
ČR	Česká republika
EU	Evropská Unie, Evropská Unie, viz Evropská Unie
km	kilometr
LNG	zkapalněný zemní plyn
LUV	lehký užitkový vůz
N2	vozidlo, jehož největší přípustná hmotnost převyšuje 3 500 kg, avšak nepřevyšuje 12 000 kg
N3	vozidlo, jehož největší přípustná hmotnost převyšuje 12 000 kg
NAP CM	Národní akční plán čisté mobility
ND	nákladní doprava, nákladní doprava, viz nákladní doprava
USA	Spojené státy Americké
V	Volt

Autor/ka	Radka Johana Štenglová
Název BP	Možnosti elektromobility v silniční nákladní dopravě
Studijní obor	DOL
Rok obhajoby BP	2020
Počet stran	46
Počet příloh	
Vedoucí BP	doc. Ing. Zdeněk Říha, Ph.D.
Anotace	Bakalářská práce se zabývá analýzou a zhodnocením využití elektrického pohonu v silniční nákladní dopravě. Elektromobily zažívají v současné době období vzestupu, jejich provoz je podporován evropskými dohodami za účelem snížení emisí CO ₂ . Cílem práce je zhodnotit segmenty dopravní vzdálenosti od city logistiky až po mezinárodní dopravu, provést kalkulaci nákladů a ekonomicky vyhodnotit a zdůvodnit vhodný okruh k využití elektromobilů.
Klíčová slova	doprava, elektromobilita, kalkulace nákladů, logistika, životní prostředí
Místo uložení	ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově
Signatura	