

VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMIE A MANAGEMENTU

Nárožní 2600/9a, 158 00 Praha 5

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



Ekonomické vyhodnocení využití alternativního pohonu v silniční nákladní dopravě

Votíková Sára

VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMIE A MANAGEMENTU

Nárožní 2600/9a, 158 00 Praha 5

VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMIE A MANAGEMENTU

Nárožní 2600/9a, 158 00 Praha 5

NÁZEV BAKALÁŘSKÉ PRÁCE/TITLE OF THESIS

Ekonomické vyhodnocení využití alternativního pohonu v silniční nákladní dopravě

TERMÍN UKONČENÍ STUDIA A OBHAJOBA (MĚSÍC/ROK)

06/2023

JMÉNO A PŘÍJMENÍ STUDENTA / STUDIJNÍ SKUPINA

Sára Votíková, PEMBC02

JMÉNO VEDOUCÍHO BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Doc. Ing. Zdeněk Říha, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ STUDENTA

Odevzdáním této práce prohlašuji, že jsem zadanou bakalářskou práci na uvedené téma vypracovala samostatně a že jsem ke zpracování této bakalářské práce použila pouze literární prameny v práci uvedené.

Jsem si vědoma skutečnosti, že tato práce bude v souladu s § 47b zák. o vysokých školách zveřejněna, a souhlasím s tím, aby k takovému zveřejnění bez ohledu na výsledek obhajoby práce došlo.

Prohlašuji, že informace, které jsem v práci užila, pocházejí z legálních zdrojů, tj. že zejména nejde o předmět státního, služebního či obchodního tajemství či o jiné důvěrné informace, k jejichž použití v práci, popř., k jejichž následné publikaci v souvislosti s předpokládanou veřejnou prezentací práce, nemám potřebné oprávnění.

Datum a místo: v Praze dne 30. dubna 2023

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych tímto poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce, panu doc. Ing. Zdeňkovi Říhovi, Ph.D., za metodické vedení, zapůjčenou literaturu a odborné konzultace, které mi poskytl při zpracování mé bakalářské práce. Velice si vážím množství cenných a inspirativních rad, podnětů a doporučení, které byly pro zpracování mé bakalářské práce klíčové, za trpělivost, ochotu a neposlední řadě nemalé množství času, bez kterého by tuto práci nebylo možné dokončit.

VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMIE A MANAGEMENTU

Nárožní 2600/9a, 158 00 Praha 5

SOUHRN

1. Cíl práce:

Primárním cílem bakalářské práce se ekonomické porovnání použití alternativního a dieselového pohonu s přihlédnutím na vymezení provozních nákladů vybraných modelů a zjištěním optimální ceny za elektrickou energii, aby si provozní náklady pro použití at' už alternativního či konvenčního pohonu byly rovny. Toto porovnání bylo provedeno na konkrétní trase. Účelem je tedy stanovení optimální ceny za elektrickou energii a porovnání s aktuální cenou za elektrickou energii pro vyhodnocení ekonomické efektivity použití nákladních vozidel s elektrickým pohonem.

2. Výzkumné metody:

Hlavním bodem teoreticko-metodické části je především způsob výpočtu provozních nákladů a porovnání ekonomické efektivity alternativního a dieselového motoru tak, aby byly ve výsledku obě hodnoty stejné. Praktická část je zaměřena především na konkrétní výpočty a porovnání a vyhodnocení provozních nákladů dieselových nákladních vozidel s provozními náklady elektrických nákladních vozidel.

3. Výsledky výzkumu/práce:

Pomocí výpočtů vyplynula jako jedná vhodná varianta nahrazení nákladního vozidla od výrobce Volvo novým nákladem vozidlem od značky Tesla. Konkrétní model byla Tesla model Semi ve variantě s dojezdem až 500 mil, což v přepočtu na km vychází na dojezd až 804 km za optimálních provozních podmínek. S přihlédnutím na aktuální ceny za elektrickou energii, kterou společnost Ionity drží již několik měsíců konstantě ve výši 9 Kč za kWh lze předpokládat, že za těchto podmínek vzejde Tesla model Semi jako neekonomičtější modelem.

4. Závěry a doporučení:

Tesla model Semi se tak stal primárním řešením, které bude společnost MUTU Service, s. r. o. v budoucnu vyhledávat, pokud budou predikce na stanovení pořizovacích nákladů a provozních nákladů vyčísleny i v době uvedení tohoto modelu pro prodeje koncovým zákazníkům minimálně obdobné. Tesla Semi vyplývá z výpočtů jako neekonomičtější varianta, pokud bude společnost v budoucnu přecházet na alternativní paliva ve svých nákladních vozidlech.

KLÍČOVÁ SLOVA

Logistika, trasa, silniční doprava, pohonné hmoty, motorová nafta, elektrický pohon, spotřeba paliva, alternativní pohon, elektrická energie, provozní náklady, ekonomická efektivita

VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMIE A MANAGEMENTU

Nárožní 2600/9a, 158 00 Praha 5

SUMMARY

1. Main objective:

The main objective of the bachelor thesis is the economic comparison of the use of alternative and diesel fuel, considering the definition of the operating costs of the selected models and the determination of the optimal price for electricity to make the operating costs equal for the use of either alternative or conventional fuel. This comparison was made on a specific route. The purpose is to determine the optimal electricity price and compare it with the current electricity price to evaluate the economic efficiency of using electric trucks.

2. Research methods:

The main focus of the theoretical and methodological part is mainly the method of calculating the operating costs and comparing the economic efficiency of the alternative and diesel engine so that both values are the same. The practical part is mainly focused on the comparison and evaluation of the operating costs with the operating costs of electric trucks.

3. Result of research:

Through calculations, the replacement of a Volvo truck with a new Tesla truck was found to be a suitable option. The specific model was a Tesla Semi model with a range of up to 500 miles, which translates to a range of up to 804 km under optimal operating conditions. Considering the current electricity prices, which Ioney has held constant for several months now at CZK 9 per kWh, it can be assumed that under these conditions the Tesla Model Semi will stand out as the most economical model.

4. Conclusions and recommendation:

The Tesla Semi model has become the primary solution that MUTU Service, s. r. o. will seek in the future, provided that the predictions for determining the acquisition cost and operating costs are quantified at the time of the introduction of this model for sales to end customers are at least similar. The Tesla Semi results from the calculations as the most economical option if the company switches to alternative fuels in its trucks in the future.

KEYWORDS

Logistics, route, road transport, fuel, diesel, electric fuel, fuel consumption, alternative fuel, electricity, operating costs, economic efficiency

JEL CLASSIFICATION

R Urban, Rural, Regional, Real Estate, and Transportation Economics
R4 Transportation Economics
R42 Government and Private Investment Analysis; Road Maintenance; Transportation Planning

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení:	Sára Votíková
Studijní program:	Ekonomika a management (Bc.)
Studijní skupina:	PEMBC02
Název BP:	Ekonomické vyhodnocení využití alternativního pohonu v silniční nákladní dopravě
Zásady pro vypracování (stručná osnova práce):	<ol style="list-style-type: none">1. Úvod2. Teoreticko-metodologická část<ol style="list-style-type: none">2.1. Cíle a metodika2.2. Možnosti alternativních pohonů v silniční nákladní dopravě2.3. Kalkulace nákladů v silniční dopravě2.4. Metodika vyhodnocení efektivnosti alternativního pohonu3. Praktická část<ol style="list-style-type: none">3.1. Východiska pro provozní a ekonomické vyhodnocení, výběr trasy3.2. Vyhodnocení provozních podmínek (dobíjení, dojezd, pravidelné přestávky, aj.)3.3. Ekonomické porovnání konvenčního a alternativního pohonu3.4. Doporučení, závěry, vlastní přínosy práce4. Závěr
Seznam literatury: (alespoň 4 zdroje)	<ul style="list-style-type: none">• MACUROVÁ, P., KLABUSAYOVÁ, N., TVRDOŇ, L. <i>Logistika. SOET</i>, vol. 16. Ostrava: VŠB – TU, 2018. 370 s. ISBN 978-80-248-4158-8.• MARTINOVIČOVÁ, D., KONEČNÝ, M., VAVŘINA, J. <i>Úvod do podnikové ekonomiky</i>. Praha: Grada, 2019. 224 s. ISBN 978-80-271-2034-5.• ŘÍHA, Z., TICHÝ, J., GNAP, J. The Cost Development in Road Freight Transportation. <i>Transport Means – Proceedings of the International Conference, 2022</i>, p. 302–307. ISSN 1822–296X.• ŘÍHA, Z., DOČKALÍKOVÁ, I. Economics of Electromobility Development in the Czech Republic from the Perspective of Users. <i>Transport Means – Proceedings of the International Conference, 2022</i>, p. 745–739. ISSN 1822–296X.
Harmonogram:	<ul style="list-style-type: none">• Zpracování cílů a metodiky do 1. 2. 2023• Zpracování teoretické části do 15. 3. 2023• Zpracování výsledků do 15. 4. 2023• Finální verze do 30. 4. 2023
Vedoucí práce:	doc. Ing. Zdeněk Říha, Ph.D.

prof. Ing. Milan Žák, CSc.
rektor

V Praze dne 1. 2. 2023

Prof. Ing.
Milan
Žák CSc.

Digitálně podepsal Prof.
Ing. Milan Žák CSc.
DN: cn=Prof. Ing. Milan
Žák CSc., c=CZ, ou=Vysoká
škola ekonomie a
managementu, s.s.,
givenName=Milan,
sn=Žák,
serialNumber=KA-
10593535

Obsah

1 Úvod	1
2 Teoreticko-metodologická část.....	2
2.1 Cíle a metodika	2
2.1.1 Cíle	2
2.1.2 Metodika	2
2.2 Možnosti alternativních pohonů v silniční nákladní dopravě	2
2.2.1 Green Deal	3
2.2.2 Emise	3
2.2.3 Alternativní paliva.....	4
2.2.4 Druhy dopravy	7
2.2.5 Silniční nákladní doprava.....	10
2.3 Kalkulace nákladů v silniční dopravě	15
2.3.1 Matematické vymezení nákladů v dopravě.....	16
2.4 Metodika vyhodnocení efektivnosti alternativního pohonu	20
2.4.1 Ekonomická efektivita fosilních paliv.....	20
2.4.2 Ekonomická efektivita alternativních paliv.....	21
2.4.3 Matematické vyjádření efektivnosti fosilních a alternativních paliv	22
3 Praktická část	25
3.1 Východiska pro provozní a ekonomické vyhodnocení, výběr trasy	25
3.1.1 Společnost MUTU Service, s. r. o.....	25
3.1.2 Technické specifikace porovnávaných modelů nákladních vozidel	25
3.1.3 Další provozní a ekonomická východiska.....	26
3.2 Vyhodnocení provozních podmínek (dobíjení, dojezd, pravidelné přestávky aj.)	31
3.2.1 Rychlost.....	31
3.2.2 Dobíjení a dojezd elektrických nákladních vozidel	31
3.2.3 Dobíjení elektrických nákladních vozidel z hlediska času a povinné přestávky řidiče .	32
3.2.4 Dobíjení na trase Litoměřice – Hamburk – Litoměřice	32
3.2.5 Mýtné	33
3.3 Ekonomické porovnání konvenčního a alternativního pohonu	33
3.3.1 Volvo FH X Mercedes-Benz eActros	34
3.3.2 Volvo FH X Tesla Semi	36
3.4 Doporučení, závěry, vlastní přínosy práce.....	39
4 Závěr	42
Literatura	44

Přílohy	I
---------------	---

Seznam obrázků

Obrázek 1 Mapa nabíjecích stanic společnosti Ionity v Evropě	28
Obrázek 2 Mapa trasy Litoměřice - Hamburk.....	30

Seznam tabulek

Tabulka 1 Emisní normy EURO pro nákladní vozidla	14
Tabulka 2 Provozní náklady nákladního vozidla Volvo FH	34
Tabulka 3 Provozní náklady nákladního vozidla Mercedes-Benz eActros.....	35
Tabulka 4 Provozní náklady nákladního vozidla Tesla Semi	37

Seznam grafů

Graf 1 Průměrný věk nákladních vozidel v ČR dle SDA v letech 2012 až 2022	12
Graf 2 Výnosy z mýta v ČR dle IODA v letech 2012 až 2022	13
Graf 3 Emise z provozu silniční nákladní dopravy za roky 2017 až 2021 v tunách	14
Graf 4 Ekonomická efektivnost Nafta X Elektřina (Volvo FH a Mercedes-Benz eActros)	36
Graf 5 Ekonomická efektivnost Nafta X Elektřina (Volvo FH a Tesla Semi).....	38
Graf 6 Povožní náklady porovnávaných modelů na Kč na 1 km	40

1 Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá ekonomickým porovnáním alternativního a konvenčního paliva z hlediska ekonomické efektivity se zaměřením primárně na ekonomickou stránku provozních nákladů jednotlivých modelů nákladních vozidel na nejméně frekventovanější trase, kterou společnost MUTU Service, s. r. o. pravidelně jezdí. Bakalářská práce je rozdělena do dvou částí, teoreticko-metodologické a praktické. Teoreticko-metodologická část je zaměřena především na představení konvenčních a alternativních paliv, dále specifikaci druhů dopravy, zejména dopravy silniční. Samostatná kapitola je věnována vymezení nákladů v silniční nákladní dopravě, metodice jejich výpočtů a také vysvětlení základních výpočetních postupů, které byly následně použity v části praktické. Praktická část je uvedena charakteristikou společnosti MUTU Service, s. r. o., technickým specifikacím zvolených modelů nákladních vozidel, dále se věnuje východiskům pro porovnávání alternativního a klasického pohonu jako je doba a způsob dobíjení elektrických nákladních vozidel, pravidelným přestávkám řidiče, systému mýtného a dalším provozním a ekonomickým východiskům. Předposlední kapitola je věnována matematickým výpočtům pro porovnání modelů s dieslovým pohonem a pohonem elektrickým a vyhodnocení dosažených výsledků včetně grafického vyobrazení. Závěrečné shrnutí a doporučení pro společnost MUTU Service, s. r. o. je obsaženo v poslední kapitole, která je navíc obohacena i o další grafická zpracování pro lepší přehlednost získaných výsledků.

2 Teoreticko-metodologická část

Teoreticko-metodologická část práce se zaměřuje na představení zástupců klasických a alternativních paliv a specifikaci druhů dopravy, zejména dopravy silniční. Celá kapitola je věnována definici nákladů silniční nákladní dopravy, jejich rozdělení, metodám jejich stanovení a výpočtů a vysvětlení základních metod výpočtů pro jejich praktické využití v části praktické.

2.1 Cíle a metodika

Cíl práce pojednává o primárním účelu mé práce s přihlédnutím na použité nástroje. Metodika je zaměřena na použití zdrojů a pramenů, ze kterých bylo čerpáno, rozdělení na teoreticko-metodologickou a praktickou část a jejich stručný popis.

2.1.1 Cíle

Primárním cílem bakalářské práce se ekonomické porovnání použití alternativního a dieselového pohonu s přihlédnutím na vymezení provozních nákladů vybraných modelů a zjištěním optimální ceny za elektrickou energii, aby si provozní náklady pro použití ať už alternativního či konvenčního pohonu byly rovny. Toto porovnání bylo provedeno na konkrétní trase. Účelem je tedy stanovení optimální ceny za elektrickou energii a porovnání s aktuální cenou za elektrickou energii pro vyhodnocení ekonomické efektivity použití nákladních vozidel s elektrickým pohonem.

2.1.2 Metodika

Teoreticko-metodologická část je vypracována primárně za použití odborné literatury včetně zdrojů a databází poskytnutých vedoucím bakalářské práce. V teoreticko-metodologické části jsem zejména definoval oblasti, které jsou nezbytné pro vypracování části praktické. Hlavním opěrným bodem pro část praktickou je především metodologie pro výpočet provozních nákladů a výpočet pro srovnání ekonomické efektivity alternativního a dieselového pohonu tak, aby se ve výsledku obě hodnoty rovnaly. Praktická část je zaměřena primárně na technické specifikace vybraných modelů nákladních vozidel a jejich porovnání z hlediska provozních nákladů a vyhodnocení s provozními náklady vozidel s elektrickým pohonem. Matematickému porovnání je věnována samostatná kapitola, ve které je přiblížen použitý postup, výchozí hodnoty pro výpočty a vyhodnocení dosažených výsledků.

2.2 Možnosti alternativních pohonů v silniční nákladní dopravě

Smart Alternative Fuels (2023) tvrdí, že sektor dopravy je hlavním přispěvatelem k emisím skleníkových plynů a znečištění ovzduší a přijetí alternativních paliv může pomoci snížit tyto negativní dopady. Vzhledem k rostoucím obavám ze změny klimatu a znečištění ovzduší hledá dopravní průmysl alternativní paliva jako způsob, jak snížit jejich dopad na životní prostředí. Tím, že si svět stále více uvědomuje negativní důsledky fosilních paliv,

objevují se možnosti alternativních paliv jako způsob, jak pohánět sektor dopravy. Díky technologiím a jejich pokrokům se objevují se nové možnosti alternativních paliv v dopravním průmyslu. Postupem času, tím že se vozidla na elektrický pohon stávají oblíbenějšími a na trhu žádanějšími, je již teď zřejmé, že alternativní paliva budou čím dál více nahrazovat fosilní paliva a v oblasti dopravy budou hrát stále důležitější roli. Dalším podstatným faktem jsou stále rostoucí ceny za pohonné hmoty, zejména diesel a benzín, mohla by alternativní paliva představovat ekonomicky zajímavější variantu klasických paliv.

2.2.1 Green Deal

Evropská zelená dohoda je dle Evropské komise (2023) politická iniciativa Evropské unie, jejímž cílem je zajistit, aby Evropa byla do roku 2050 klimaticky neutrální. Jedná se o komplexní plán, jak tohoto cíle dosáhnout prostřednictvím transformace evropského hospodářství a společnosti. Zelená dohoda zahrnuje řadu opatření a návrhů na snížení emisí skleníkových plynů, zvýšení využívání obnovitelných zdrojů energie, zlepšení energetické účinnosti a podporu udržitelného růstu. Cílem Zelené dohody je chránit životní prostředí a zároveň vytvářet nová pracovní místa, podporovat ekonomiku a zlepšovat kvalitu života Evropanů.

Dále Evropská komise (2023) uvádí, že Evropská zelená dohoda se zaměřuje na snižování emisí i v odvětví dopravy, včetně nákladních automobilů. Cílem Zelené dohody je přechod evropského vozového parku na vozidla s nulovými emisemi prostřednictvím investic do nabíjecí infrastruktury a poskytování pobídek spotřebitelům k nákupu vozidel. Evropská komise rovněž plánuje zavést nové emisní normy pro osobní a dodávkové automobily, aby se zajistilo, že budou vypouštět méně oxidu uhličitého. Zelená dohoda navíc podporuje vývoj a zavádění alternativních paliv, jako je vodík, s cílem snížit emise v odvětví dopravy. Konečným cílem je dosáhnout do roku 2050 klimaticky neutrálního a udržitelného odvětví dopravy v Evropě.

2.2.2 Emise

Emise jsou dle Evropské komise (2023) významným problémem životního prostředí, protože mohou mít negativní dopad na kvalitu ovzduší, vody a zdraví živých organismů, včetně lidí. Některé běžné příklady emisí zahrnují skleníkové plyny, jako je oxid uhličitý a metan, které přispívají ke změně klimatu, látky znečišťující ovzduší, jako jsou oxidy dusíku a pevné částice, které mohou poškodit lidské zdraví a životní prostředí. K řešení problému emisí zavedlo mnoho zemí a organizací předpisy a normy k omezení množství emisí, které mohou být vypuštěny do životního prostředí. Tyto předpisy mohou mít podobu emisních norem pro vozidla a průmyslové procesy, daní nebo poplatků za činnosti s vysokými emisemi a pobídek pro rozvoj nízkoemisních technologií.

Emisemi v dopravě se dle Evropského parlamentu (2023) rozumí uvolňování znečišťujících látek, jako je oxid uhličitý, oxidy dusíku a pevné částice, z vozidel a jiných dopravních systémů. Tyto emise přispívají ke znečištění ovzduší a významně se podílejí na změně klimatu. Strategie snižování emisí v dopravě zahrnují používání čistších paliv, zvyšování účinnosti vozidel,

podporu veřejné dopravy a podporu aktivních způsobů dopravy, jako je jízda na kole a chůze. Roste také zaměření na rozvoj obnovitelných zdrojů energie a omezení používání fosilních paliv, která jsou hlavním zdrojem emisí skleníkových plynů. Přechodem na čistší zdroje energie a snižováním emisí je možné zmírnit negativní dopady emisí na životní prostředí a lidské zdraví.

Podle Evropského parlamentu (2023) existuje několik způsobů, jak snížit emise v odvětví dopravy, díky kterým je možné výrazně snížit emise z odvětví dopravy a přiblížit se udržitelnější a nízkouhlíkové budoucnosti. Mezi tyto způsoby lze zahrnout:

Elektrifikace: Podporovat používání elektrických vozidel s nulovými nebo nízkými emisemi a podporovat rozvoj nabíjecí infrastruktury.

Alternativní paliva: Podpora vývoje a používání alternativních paliv, jako jsou vodík a biopaliva, která mají nižší emise než tradiční fosilní paliva.

Zlepšená palivová účinnost: Podpora vývoje vozidel s vyšší spotřebou paliva, včetně osobních a nákladních automobilů a letadel, s cílem snížit emise na ujetý kilometr.

Veřejná doprava: Podpora využívání veřejné dopravy, jako jsou autobusy, vlaky a metro, které jsou obvykle energeticky účinnější než soukromá vozidla.

Aktivní doprava: Podpora chůze a jízdy na kole, což jsou bezemisní způsoby dopravy.

2.2.3 Alternativní paliva

Alternativní paliva jsou paliva, jak uvádí Evropský parlament (2023), která se vyrábějí z jiných zdrojů než z ropy a používají se k pohonu vozidel. Jsou považována za způsob, jak snížit závislost na fosilních palivech, snížit emise skleníkových plynů a zlepšit kvalitu ovzduší.

Každé alternativní palivo má dle Evropského parlamentu (2023) své vlastní jedinečné výhody a problémy a volba, které alternativní palivo použít, může záviset na faktorech, jako je dostupnost, náklady a infrastruktura. Očekává se, že využívání alternativních paliv v nadcházejících letech poroste, protože svět směřuje k udržitelnější energetické budoucnosti.

Alternativní paliva mají různé požadavky v závislosti na typu paliva a jeho zamýšleném použití. Autoři Peter Ahlvik a W. Addy Majewski (2023) tvrdí, že existují však některé obecné požadavky, které musí většina alternativních paliv splňovat:

Energetický obsah: Alternativní paliva by měla mít vysoký obsah energie na jednotku objemu nebo hmotnosti, aby mohla poskytnout dostatek energie pro zamýšlené použití.

Dostupnost a udržitelnost: Alternativní paliva by měla být dostupná v dostatečném množství, aby uspokojila poptávku, a měla by být udržitelná z dlouhodobého hlediska. To znamená, že suroviny používané k výrobě paliva by neměly být vyčerpány nebo mít jiné negativní dopady na životní prostředí.

Kompatibilita: Alternativní paliva by měla být kompatibilní se stávajícími motory a vozidly nebo by měla vyžadovat pouze drobné úpravy. To je důležité pro zajištění toho, aby alternativní paliva mohla být široce a rychle přijata.

Bezpečnost: Alternativní paliva by měla být bezpečná při manipulaci a skladování a neměla by představovat významné riziko pro veřejnou bezpečnost.

Efektivita nákladů: Alternativní paliva by měla být nákladově efektivní, což znamená, že by měla být cenově konkurenceschopná s konvenčními palivy nebo by měla poskytovat jiné výhody, které odůvodňují dodatečné náklady.

Environmentální přínosy: Alternativní paliva by měla poskytovat ekologické výhody oproti konvenčním palivům, jako je snížení emisí skleníkových plynů, znečištění ovzduší nebo znečištění vody.

Infrastruktura: Alternativní paliva vyžadují specializovanou infrastrukturu pro výrobu, skladování a distribuci. Například elektrická vozidla vyžadují nabíjecí stanice, zatímco vozidla na stlačený zemní plyn vyžadují čerpací stanice.

Splnění těchto požadavků může být dle autorů náročné a konkrétní podmínky a požadavky na alternativní paliva budou záviset na typu paliva a jeho zamýšleném použití. Alternativní paliva však mají potenciál snížit závislost na fosilních palivech a poskytnout udržitelnější a ekologičtější zdroj energie pro dopravu.

2.2.3.1 Historie alternativních paliv

Podle autora Briana Williamse (2023) sahá historie alternativních paliv do počátku 19. století, kdy se dřevoplyn používal jako palivo pro svícení a vaření. Rozšířené používání alternativních paliv však začalo v polovině 20. století s rozvojem zkapalněného ropného plynu (LPG) a stlačeného zemního plynu (CNG). V 70. letech 20. století ropná krize podnítila další zájem o alternativní paliva, což vedlo k vývoji etanolu jako paliva pro vozidla. Brazílie byla první zemí, která používala etanol jako palivo, a nyní mnoho zemí na světě používá etanol jako přísadu do paliva nebo dokonce jako hlavní palivo.

Autor dále uvádí, že bionafta, která se vyrábí z rostlinných olejů nebo živočišných tuků, se stala populární jako alternativní palivo v 90. letech minulého století. V mnoha zemích se nyní používá jako obnovitelné a udržitelné palivo pro diesellové motory. Dalším alternativním palivem, které se objevilo v 90. letech, je vodíkový palivový článek. Ty využívají vodík k výrobě elektřiny a jako vedlejší produkt produkují pouze vodu. I když je tato technologie stále relativně nová a drahá, má potenciál způsobit revoluci v tom, jak poháníme vozidla a budovy.

Elektromobily mají podle autora také dlouhou historii, která sahá až k vynálezu prvního elektrického vozidla na počátku 19. století. Avšak právě s vývojem dobíjecích baterií se elektromobily staly praktickou alternativou ke spalovacímu motoru. Dnes existuje mnoho alternativních paliv a vyvíjených technologií, včetně biopaliv vyrobených z řas, automobilů na solární pohon, a dokonce i automobilů na jaderný pohon. Vzhledem k tomu, že obavy ze změny klimatu a životního prostředí stále rostou, bude stále důležitější najít čistá a udržitelná paliva.

Elektřina

Jak Evropský parlament uvedl, elektrická vozidla poháněna elektřinou nevypouštějí žádné emise do ovzduší. Elektrická paliva označují použití elektřiny jako paliva pro pohon vozidel.

Elektromobily (EV) jsou nejběžnějším typem vozidel na elektrický pohon a fungují tak, že ukládají energii do baterií a k pohonu kol používají elektromotor.

Mezi výhody elektrického paliva lze uvést:

Nulové emise ve výfukových plynech: Elektromobily nevypouštějí z výfuků žádné znečišťující látky ani skleníkové plyny, což může zlepšit kvalitu ovzduší v dané lokalitě.

Nižší provozní náklady: Elektromobily mají obvykle nižší provozní náklady než vozidla na benzín nebo naftu, protože elektřina je levnější než benzin a absence tradičního motoru a převodovky může vést k nižším nákladům na údržbu.

Lepší energetická účinnost: Elektromobily jsou energeticky účinnější než vozidla na benzin nebo naftu, protože přeměňují větší část energie uložené v baterii na pohyb.

Kompatibilita s obnovitelnými zdroji energie: Elektromobily mohou být poháněny obnovitelnými zdroji energie, jako je větrná a solární energie, což dále snižuje jejich dopad na životní prostředí.

Dle tvrzení od Evropského parlamentu (2023) širokému rozšíření elektromobilů však brání i některé problémy, včetně omezeného dojezdu a potřeby robustní nabíjecí infrastruktury. Přesto se očekává, že využívání vozidel na elektrický pohon v příštích letech poroste s tím, jak se bude zdokonalovat technologie baterií a snižovat cena elektromobilů.

2.2.3.2 Vodík

Vozidla s vodíkovými palivovými články využívají vodík jako palivo a vodu vypouštějí pouze jako vedlejší produkt. Podle Evropského parlamentu (2023) je vodíkové palivo čistý obnovitelný zdroj energie vyráběný elektrolýzou vody nebo reformováním zemního plynu. Při použití v palivovém článku vyrábí elektřinu chemickou reakcí s kyslíkem, přičemž jako vedlejší produkt vzniká pouze vodní pára. Díky tomu je vodíkové palivo zdrojem energie s nulovými emisemi, a je proto považováno za slibnou alternativu k fosilním palivům. Vodíkové palivo lze použít v různých aplikacích, jako je doprava (např. vozidla s palivovými články), stacionární výroba energie a jako skladovací médium pro přebytečnou obnovitelnou energii. Široké používání vodíkového paliva je však v současnosti omezeno vysokými výrobními náklady a nedostatkem infrastruktury pro vodíková paliva.

Zemní plyn

Vozidla na stlačený zemní plyn (CNG) a zkapalněný zemní plyn (LNG) vypouštějí méně emisí než tradiční vozidla na benzín nebo naftu, uvedl Enviweb (2014).

Dále článek uvádí, že **CNG** je zkratka pro Compressed Natural Gas. Je to forma zemního plynu, která byla stlačena na tlak 200 až 250 atmosfér, takže je vhodná pro použití jako palivo pro vozidla. CNG je považováno za čistou alternativu k tradičním fosilním palivům, protože ve srovnání s benzinem nebo naftou vypouští méně oxidu uhelnatého, oxidů dusíku a pevných částic.

Podle článku se CNG v mnoha zemích široce používá jako palivo pro dopravu, zejména pro autobusy, taxíky a vozový park. Využití CNG v dopravě pomáhá snižovat závislost na ropě

a snižovat emise skleníkových plynů. CNG je možné skladovat na vozidlech ve vysokotlakých nádržích a je vydáván na čerpacích stanicích CNG. Infrastruktura pro tankování CNG je v současné době méně rozvinutá ve srovnání s tankováním benzínu nebo nafty, ale v některých zemích se postupně rozšiřuje.

Mimo CNG článek popisuje i **LNG** (Liquefied Natural Gas), což je palivo, které se používá k pohonu vozidel a zařízení, jako jsou lodě, nákladní auta, vlaky a autobusy. Je to alternativa k naftě s čistým spalováním a je považována za ekologičtější variantu. LNG se vyrábí ochlazením zemního plynu na -162 °C (-260 °F), v tomto okamžiku kondenzuje do kapalné formy, která se snadněji skladuje a přepravuje. Používání LNG jako paliva v posledních letech roste kvůli rostoucím obavám ze znečištění ovzduší a emisí skleníkových plynů, a protože nabízí levnější alternativu k tradičním motorovým naftám.

2.2.4 Druhy dopravy

Existuje několik druhů dopravy, které dle autora Jean-Paula Rodrigueho (2020, s. 151-192) lze použít k přesunu zboží a osob z jednoho místa na druhé. Některé z nejběžnějších typů dopravy zahrnují:

Silniční doprava: Zahrnuje vozidla, jako jsou auta, autobusy, nákladní auta a motocykly, které jezdí po silnicích.

Železniční doprava: Tento typ dopravy zahrnuje vlaky, tramvaje a metro, které jezdí po kolejích.

Letecká doprava: Zahrnuje komerční a soukromá letadla, která operují na obloze.

Vodní doprava: Zahrnuje lodě, čluny a trajekty, které jezdí po vodních cestách.

Potrubní doprava: Jedná se o dopravu kapalin a plynů potrubím.

Lanová doprava: Zahrnuje dopravu lanovkami, lyžařskými vleky a gondolami, které se pohybují vzduchem pomocí kabelů.

2.2.4.1 Železniční nákladní doprava

Podle autorů J. Gašparíka a J. Koláře (2017, s. 14-16) je železniční doprava známá svou vysokou kapacitou a efektivitou, neboť vlaky mohou přepravovat velké množství zboží na velké vzdálenosti a jejich provoz je relativně levný. Železniční nákladní doprava je také méně ovlivněna dopravními zácpami a problémy silniční infrastruktury než silniční doprava. Díky tomu je atraktivní volbou pro podniky, které chtějí zasílat velké množství zboží na dlouhé vzdálenosti. Kromě toho má železniční doprava menší dopad na životní prostředí než silniční doprava, protože železniční doprava produkuje méně skleníkových plynů na tunokilometr. Díky tomu je nákladní železniční doprava oblíbenou volbou pro společnosti, které chtějí snížit svou uhlíkovou stopu.

Dále autoři uvádí, že železniční nákladní doprava má však i některé nevýhody. Je obecně méně flexibilní než silniční doprava, protože vyžaduje nakládku a vykládku zboží na určených železničních terminálech. Doručení zboží po železnici také trvá déle než po silnici, zejména na

kratší vzdálenosti. Navzdory těmto výzvám zůstává železniční nákladní doprava spolehlivým a efektivním způsobem přepravy široké škály zboží a očekává se, že bude i nadále hrát významnou roli v globálním dodavatelském řetězci.

2.2.4.2 Letecká nákladní doprava

Mezinárodní Podle Mezinárodní asociace leteckých dopravců, také známé jako IATA (2023), se letecká nákladní doprava definuje jako přeprava zboží nákladními nebo osobními letadly určenými pro přepravu zboží. Tento typ přepravy je velmi rychlý a účinný, a proto se často používá pro přepravu citlivého nebo drahého zboží, jako jsou léky, elektronika, zboží, které může snadno způsobit škody nebo luxusní produkty, na velké vzdálenosti.

IATA dále zdůrazňuje, že letecká nákladní doprava je známá pro svou rychlost a spolehlivost. Je to nejrychlejší způsob přepravy, který umožňuje přepravu zboží téměř kamkoliv na světě, a čas přepravy je mnohem kratší než u jiných způsobů dopravy, jako je například námořní nebo pozemní doprava. Z tohoto důvodu se letecká nákladní doprava stala oblíbenou volbou pro podniky, které potřebují rychle převádět zboží. Navíc poskytuje vysokou úroveň bezpečnosti při přepravě zboží.

V neposlední řadě je dle IOTY letecká nákladní doprava také jedním z nejdražších způsobů přepravy kvůli vysokým nákladům na palivo a letištním poplatkům. Kapacita nákladních letadel je také omezena ve srovnání s jinými druhy dopravy, což může mít za následek vyšší náklady na velké a objemné zboží. S tím je spojen i významný dopad na životní prostředí kvůli vysokým emisím skleníkových plynů. Nicméně i přes všechny nevýhody hraje letecká nákladní doprava zásadní roli v pohybu časově citlivého zboží s vysokou hodnotou po celém světě.

2.2.4.3 Vodní nákladní doprava

Vodní nákladní doprava se dle autora Talleyho (2017, str. 8) týká pohybu zboží loděmi nebo čluny po řekách, kanálech, mořích a oceánech. Je to základní způsob dopravy pro globální obchod a pohyb hromadného zboží, jako je ropa, uhlí a obilí, stejně jako náklad v kontejnerech a další druhy zboží.

Autor dále zdůrazňuje, že vodní nákladní doprava je charakterizována vysokou přepravní kapacitou, nízkými náklady a minimálním vlivem na životní prostředí. Vodní doprava umožňuje lodím a člunům převážet velké množství zboží na jedné cestě, což ji činí velmi efektivním způsobem přepravy hromadného zboží. V porovnání s jinými druhy dopravy má vodní doprava nižší uhlíkovou stopu, což ji činí atraktivní pro společnosti, které chtějí snížit svůj dopad na životní prostředí. Vodní nákladní doprava je také klíčovou součástí globálních dodavatelských řetězců, protože může dosáhnout míst, která jinými způsoby dopravy dosažitelná.

Přestože vodní doprava trvá obvykle déle než jiné druhy dopravy a může být ovlivněna povětrnostními podmínkami, přetížením přístavů a jinými faktory, stále se jedná o ideální způsob dopravy zboží do vzdálených oblastí, například pobřežních oblastí a břehů řek. Avšak autor Talley (2017, str. 2013) zdůrazňuje, že vodní nákladní doprava může mít i některé

problémy, jako jsou dlouhé doby přepravy, komplikace při nakládání a vykládání zboží v přístavech a obtíže s koordinací s různými druhy dopravy, jako jsou nákladní automobily a vlaky.

2.2.4.4 Potrubní nákladní doprava

Potrubní nákladní doprava je dle portálu Britannica (2023) přeprava kapalin nebo plynů potrubím, jako jsou ropovody a plynovody. Jde o spolehlivý a efektivní způsob dopravy, který je široce používán v energetice. Potrubní nákladní doprava je známá pro svou nízkou cenu a vysokou efektivitu. Potrubí může přepravovat velké objemy kapalin nebo plynů na velké vzdálenosti s minimální spotřebou energie, což z něj činí nákladově efektivní způsob přepravy energetických produktů. Kromě toho je přeprava nákladu potrubím obecně bezpečná a spolehlivá, protože potrubí jsou navržena tak, aby zabránila únikům a rozlítí.

Podle článku má potrubní nákladní doprava malý dopad na životní prostředí v porovnání s jinými druhy dopravy. Potrubí emituje méně skleníkových plynů než ostatní druhy dopravy a riziko nehod, jako jsou úniky a výbuchy, je relativně nízké. Nicméně potrubní přeprava nákladu má svá omezení, jako je například schopnost přepravovat pouze kapaliny a plyny, což ji činí nevhodnou pro přepravu pevného zboží. Kromě toho je potřeba značných investic do výstavby a údržby potrubní sítě. Další omezení spočívají v tom, že přeprava nákladu potrubím může být ovlivněna vnějšími faktory, jako jsou geologické podmínky a změna klimatu, což může negativně ovlivnit výkon a spolehlivost potrubí.

2.2.4.5 Lanová nákladní doprava

Dle European Cluster for mobility solutions, známého jako CARA (2023), je nákladní lanová doprava také nazývána jako vzdušná lanová doprava, což představuje způsob přepravy zboží pomocí lanovky nebo gondoly zavěšené na kabelu. Tento způsob dopravy se často využívá v horských nebo odlehlých oblastech, kde jsou jiné způsoby dopravy, jako silnice nebo železnice, nevhodné nebo nedostupné. Kabelová nákladní doprava je vhodná pro přepravu zboží přes členitý nebo obtížný terén, jako jsou strmé hory nebo husté lesy, a je zvláště užitečná pro přepravu stavebních materiálů, vybavení a zásob do vzdálených míst, stejně jako pro přepravu zboží, jako je dřevo, rudy a další suroviny.

Kromě toho, CARA zdůrazňuje vysokou úroveň bezpečnosti a spolehlivosti této formy dopravy. Lanovky a gondoly jsou obvykle navrženy tak, aby vydržely náročné povětrnostní podmínky a samotné kabely jsou vyrobeny z odolných materiálů, jako je ocel. Tyto dopravní systémy jsou také vybaveny bezpečnostními prvky, jako jsou nouzové brzdy a záložní zdroje energie.

Nicméně, nákladní lanová doprava je obecně omezena svou kapacitou a rychlostí, takže není vhodná pro přepravu velkých objemů zboží nebo nákladu, který vyžaduje rychlé doručení.

Tento způsob dopravy je také nákladnější než jiné druhy dopravy kvůli vysokým nákladům na výstavbu a údržbu lanovek.

2.2.5 Silniční nákladní doprava

Silniční nákladní dopravou se dle autorky P. Macourové a dalších (2018, str 292) rozumí pohyb zboží a nákladu kamiony nebo jinými nákladními vozidly po silnicích a dálnicích. Tento způsob dopravy je klíčovou součástí globálního dodavatelského řetězce a používá se k přepravě široké škály zboží, od surovin až po hotové výrobky, na různé vzdálenosti.

Podle autorky má silniční nákladní doprava výhodu své flexibility a schopnosti dostat se do odlehlých oblastí, kde jiné způsoby dopravy selhávají. Nákladní automobily mohou přepravovat různé druhy nákladu, od malých balíků až po velké a těžké zboží, a to na různé vzdálenosti. Navíc silniční doprava může nabídnout dodávku z domu do domu, což umožňuje efektivní a pohodlnou volbu pro firmy i jednotlivce.

Nicméně, silniční doprava se také setkává s řadou výzev, jako jsou dopravní zácpy, problémy s infrastrukturou a environmentální problémy jako jsou emise a hlukové znečištění. Přesto díky pokroku v technologii a infrastruktuře, silniční nákladní doprava stále zůstává spolehlivým a účinným způsobem dopravy.

2.2.5.1 Dělení silničních vozidel

Silniční vozidla můžeme dle autora R. Nováka (2003, str. 35) rozdělit do několika podskupin, které se označují velkými písmeny abecedy. Mezi tyto podskupiny patří:

L = motorová vozidla zpravidla s méně než 4 koly

M = motorová vozidla, která mají nejméně 4 kola a používají se pro dopravu a přepravu osob

N = motorová vozidla, která mají nejméně 4 kola a používají se na přepravu nákladu

O = přípojná vozidla

T = zemědělské a lesnické traktory

S = pracovní a technická zařízení a stroje

R = ostatní vozidla

2.2.5.2 Silniční nákladní vozidla

Podle autora R. Nováka (2003, str. 36) lze, stejně jako u silničních vozidel, i u silničních nákladních vozidel rozdělit do tří podkategorií podle přípustné hmotnosti. Tyto vozidla patří do kategorie N a jsou určena pro přepravu nákladu. Rozdělení silničních nákladních vozidel lze provést takto:

Kategorie N1 = vozidla, jejichž nejvyšší přípustná hmotnost nepřevyšuje 3500 kg

Kategorie N2 = vozidla, jejichž nejvyšší přípustná hmotnost převyšuje 3500 kg, ale nepřevyšuje 12 000 kg

Kategorie N3 = vozidla, jejich nejvyšší přípustná hmotnost převyšuje 12 000 kg

Dále autor uvádí, že nejběžněji používaná nákladní vozidla na silnici jsou obvykle kategorizována jako těžká nákladní vozidla, která jsou také známá jako tahače nebo návěsy. Tato vozidla se skládají z tahače, který obsahuje motor, kabinu a prostor řidiče, který je spojen s přívěsem, který převáží náklad.

Podle R. Nováka (2003, str. 36) lze těžká nákladní vozidla rozdělit do různých kategorií v závislosti na jejich účelu. Mezi ně patří například nákladní vozy s valníky, chladírenské vozy, cisterny a nákladní vozy se suchými dodávkami. Nákladní vozy s valníky se často využívají k přepravě velkého nebo nadrozměrného zboží, zatímco chladírenské vozy slouží k přepravě potravin a léčiv, které vyžadují určitou teplotu. Cisterny jsou určeny pro přepravu kapalin, jako je palivo nebo chemikálie, a nákladní vozy se suchými dodávkami se používají k přepravě širokého spektra suchého zboží, jako jsou oděvy, elektronika a stavební materiály. Těžká nákladní vozidla jsou nezbytnou součástí globální ekonomiky a používají se k přepravě zboží od výrobců k maloobchodníkům a distributorům, stejně jako k přepravě surovin a hotových výrobků po celé zemi. Tyto vozidla jsou také nezbytné pro stavebnictví, hornictví a další průmyslová odvětví, která vyžadují přepravu velkých zařízení a materiálů.

Těžká nákladní vozidla však dle Evropské komise mají významný dopad i na životní prostředí, protože produkují emise a spotřebovávají velké množství paliva. V důsledku toho došlo k rostoucímu zaměření na vývoj úspornějších a ekologičtějších nákladních vozidel a také na vývoj alternativních způsobů dopravy, jako je železniční a vodní doprava, aby se snížil počet nákladních vozidel na silnici.

2.2.5.3 Nákladní silniční vozidla v České republice

V České republice jsou kamiony na základě informací od společnosti Klados (2023) pro silniční dopravu důležitou součástí odvětví dopravy, velké množství kamionů na silnicích přepravuje zboží jak v tuzemsku, tak v zahraničí. Mezi nejběžnější typy silničních nákladních vozidel v České republice patří:

Plachtové vozy: Plachtové vozy jsou nejčastějším a nejpoužívanějším typem návěsu, které se dají nakládat s mnoha stran, ze strany, shora i zezadu, což je praktické při nakládání nejrozličnějších druhů nákladů.

Skříňové vozy: Skříňové vozy, známé také jako dodávkové nebo panelové vozy, se běžně používají pro přepravu menších nákladů a pro místní dodávky.

Nákladní vozy s plošinou: Nákladní vozy s plošinou se používají pro přepravu větších objemnějších nákladů, jako jsou stavební materiály nebo těžké stroje.

Chladírenské vozy: Chladicí vozy, známé také jako „mrazáky“, se používají pro přepravu zboží citlivého na teplotu, jako jsou potraviny a léčiva.

Cisternové vozy: Cisternové vozy se používají pro přepravu kapalin, jako je palivo, chemikálie a voda.

Sklápěče: Sklápěče se používají pro přepravu sypkých materiálů, jako je písek, štěrk a hlína.

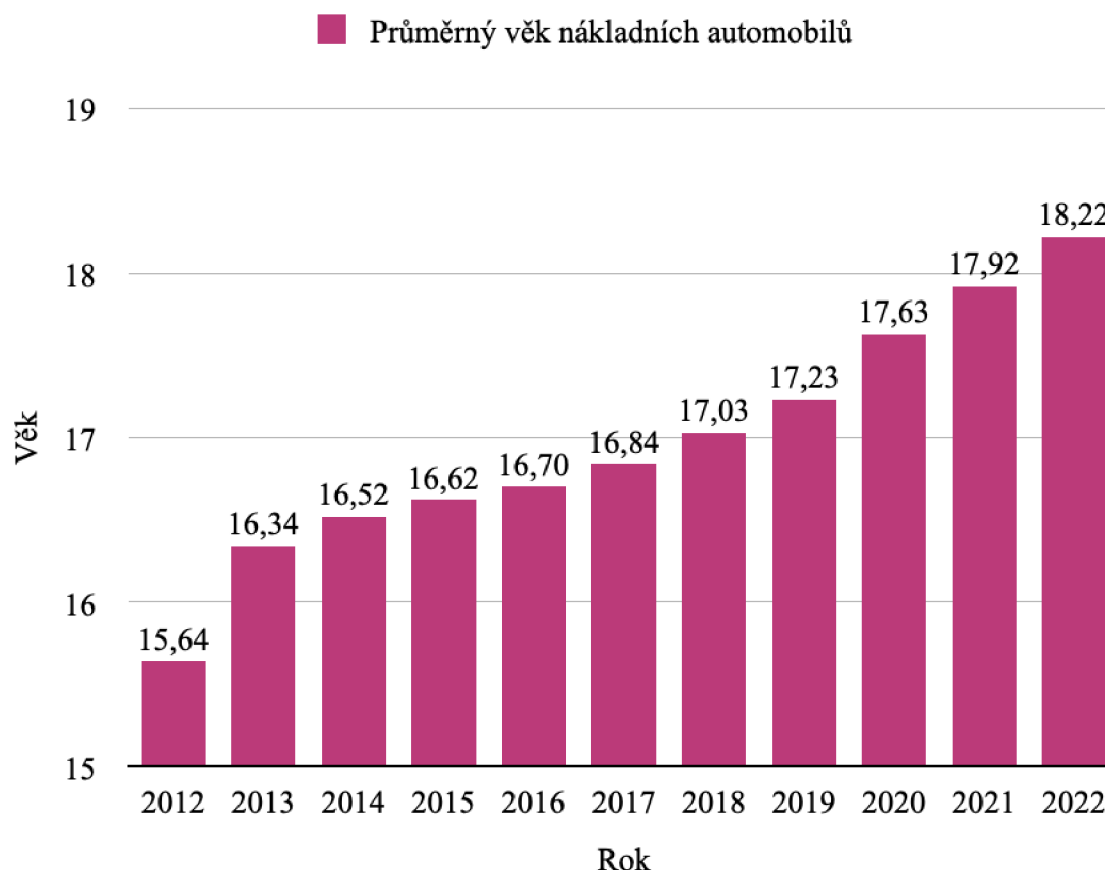
Specializované vozy: V České republice se také používají různé specializované vozy, jako jsou autojeřáby, hasičské vozy a zásahová vozidla.

Ministerstvo dopravy ČR upravuje dopravní průmysl v zemi řadou právních předpisů, které se týkají například maximálních hmotnostních a rozměrových limitů pro nákladní vozidla, požadavků na řidičská oprávnění a předpisů pro přepravu nebezpečných materiálů. Jako člen Evropské unie dodržuje Česká republika také evropské předpisy pro silniční dopravu.

2.2.5.4 Stáří a emisní normy nákladních automobilů v České republice

Průměrné stáří silničních nákladních vozidel v ČR se rozlišují podle typu vozidla a jeho zamýšleného použití. Podle údajů Svazu Dovozců Automobilů se průměrné stáří registrovaných nákladních automobilů v roce 2021 přesahuje 17 let. Grafické vyobrazení představuje graf č. 1:

Graf 1 Průměrný věk nákladních vozidel v ČR dle SDA v letech 2012 až 2022

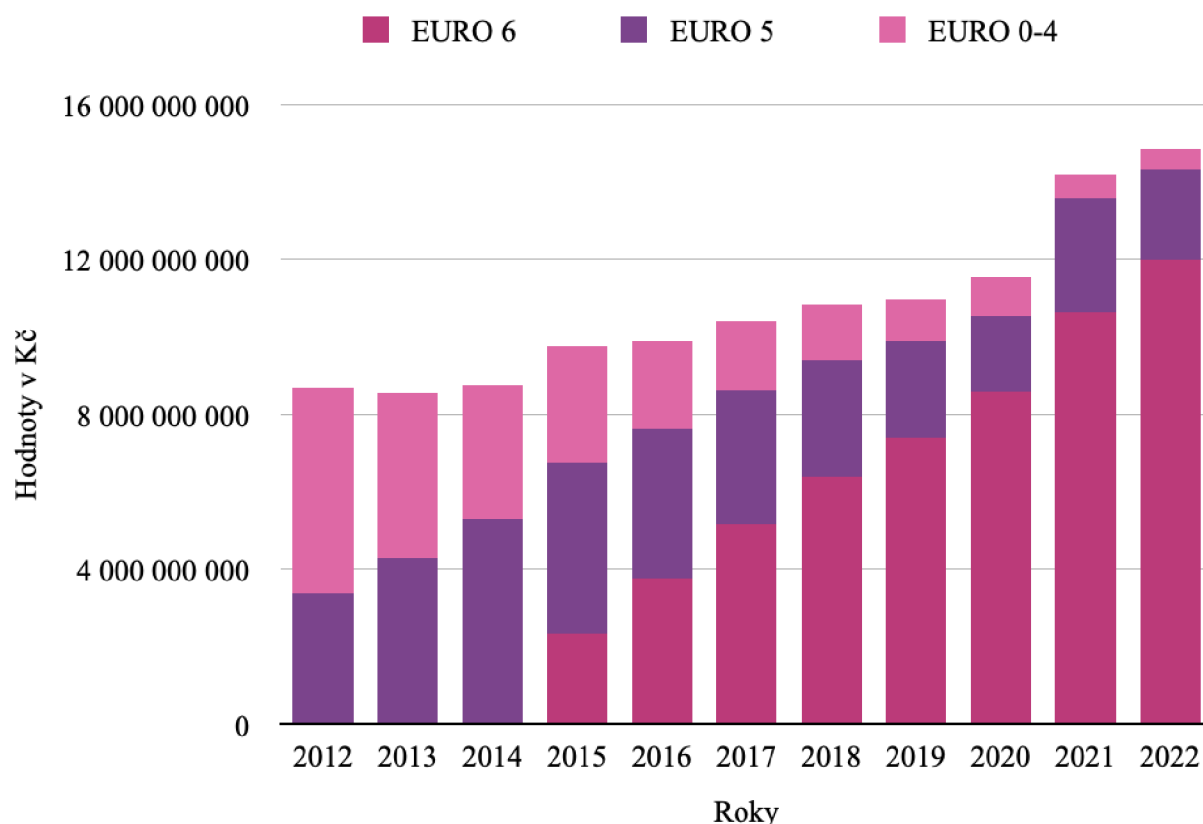


Zdroj: SDA 2022

Dle znázornění na grafu č. 1 lze pozorovat, že průměrný věk nákladních vozidel v České republice za v posledních deseti letech stoupl téměř o 3 roky. Nejvyšších hodnot dosahuje v roce 2022, kde hodnota průměrného stáří silničních nákladních vozidel je dle SDA z roku 2022 více než 18 let, přesněji 18,22. Oproti tomu, v roce 2012 bylo průměrné stáří vozidel těsně nad hranicí 15,5 let. Ačkoliv lze tedy na základě tohoto grafu předpokládat,

že obecně se na silnicích a dálnicích České republiky pohybují převážně starší vozidla, následující graf č. 2 tuto myšlenku vyvrací.

Graf 2 Výnosy z mýta v ČR dle IODA v letech 2012 až 2022



Zdroj: IODA 2022

Graf č. 2 zobrazuje celkové výnosy z mýta v letech 2012 až 2022. Jak graf znázorňuje, v posledních letech dominují výnosy z mýtného získané nákladními vozidly kategorie EURO 6. Tato kategorie odpovídá vozidlům, jejichž rok výroby je od roku 2013 dál. Paradoxem tedy je, že ačkoliv je průměrný věk nákladních vozidel v ČR vyšší 18 let, graf č. 2 týkající se výnosů z mýtného této statistice příliš neodpovídá. Dalo by se samozřejmě konstatovat to, že tato data jsou sesbírána od všech dopravců jak se sídlem v České republice, tak jiných zahraničních států, je však zřejmé, že nejvíce jsou především na dálnicích a silnicích první kategorie značně mladší nákladní vozidla, která rozhodně nedosahují průměrného stáří přesahujících více jak 18 let.

V souvislosti s věkem nákladních vozidel se také otevírá otázka Eurolicencí a předpisů týkajících se emisí. Tyto normy stanovují limity na vypouštění znečišťujících látek a platí, že novější vozidla musí splňovat přísnější emisní požadavky. Toto vyžaduje modernizaci vozového parku řady přepravních společností v České republice a dalších zemích EU. Navíc vozidla splňující vyšší normy mají obvykle nižší spotřebu paliva, což se ekonomicky vyplatí. Vydání Eurolicence podléhá zákonu o silniční dopravě a přímo použitelnému předpisu EU. Licenci vydávají členské státy EU podnikatelům působícím v mezinárodní nákladní dopravě a opravňuje je k provozování velkých vozidel při přepravě zvířat a věcí.

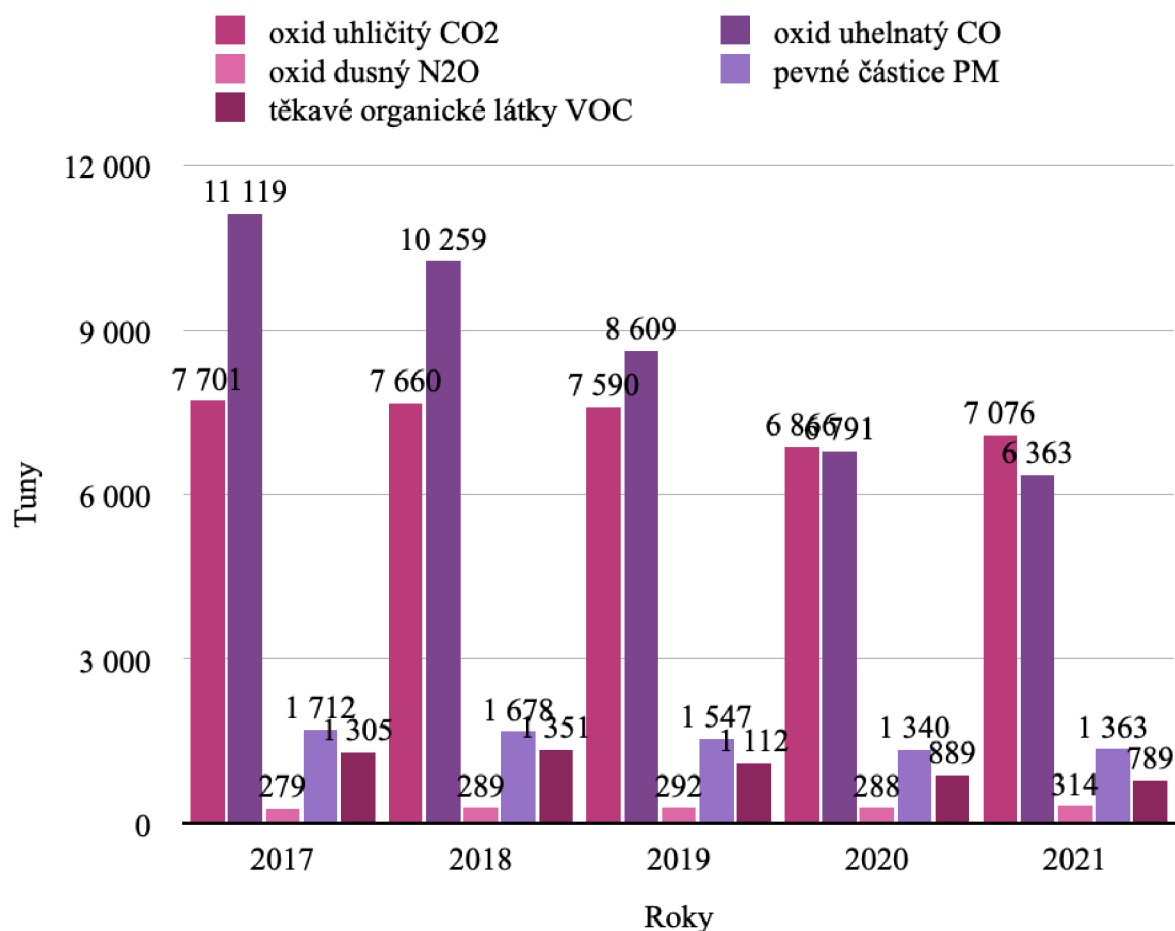
Tabulka 1 Emisní normy EURO pro nákladní vozidla

Emisní norma	Rok výroby nákladního vozidla
EURO I	1992
EURO II	1995
EURO III	1999
EURO IV	2005
EURO V	2008
EURO VI	2013

Zdroj: Wikipedia 2022

Jak lze pozorovat v tabulce č. 1, normy EURO se dělí dle výrobního roku nákladních automobilů. Čím je nákladní automobil mladší, tím vyšší EURO normu představuje a tím nižší emise vypouští. Následující graf č. 3 představuje celkové vypuštěné emise nákladních automobilů v České republice za posledních v letech 2017 až 2021.

Graf 3 Emise z provozu silniční nákladní dopravy za roky 2017 až 2021 v tunách



Zdroj: SYDOS 2021

Graf č. 3 představuje celkové emise z provozu silničních nákladních vozidel v České republice za v letech 2017 až 2021. V prvních 3 letech, tj. v roce 2017 až 2019 lze pozorovat, že nejvyšších hodnot dosahuje oxid uhelnatý CO. Kdežto nejvíce zmiňovaná látka v oblasti emisí v dopravě oxid uhličitý CO₂ v těchto letech je až na druhém místě. Zajímavým poznatkem je však překlenutí oxidu uhličitého na první místo právě v roce 2020, a v roce 2021 se jeho nárůst od oxidu uhelnatého ještě zvýšil o několik stovek tun. Ostatní položky grafu, ačkoliv nedosahují v porovnání s oxidem uhličitým a oxidem uhelnatým tak vysokých hodnot, nelze ani tak opomenout. V součtu všech látek se do ovzduší vypouští enormní množství škodlivých látek, které nelze do budoucna přehlížet. Zajímavé však je, že postupem let se všechny látky v průběhu času snižují a následující rok je vždy hodnota u uvedené látky nižší. Jedinou výjimkou je v tomto oxid uhličitý CO₂, jehož hodnoty sice v prvních 4 letech klesají, ovšem v roce 2021 opět převyšují hodnotu 7 tisíc tun.

2.3 Kalkulace nákladů v silniční dopravě

Podle J. Tichého a dalších (2014) se kalkulace nákladů spojených s silniční nákladní dopravou týká výpočtu finančních prostředků, které je třeba vynaložit na přepravu zboží po silnici. Tyto náklady představují výdaje, které firma nebo jednotlivec musí uskutečnit v rámci výroby zboží nebo poskytování služeb. Mezi běžné typy nákladů patří fixní náklady, variabilní náklady, přímé náklady a nepřímé náklady. Náklady spojené s silniční dopravou se mohou lišit v závislosti na různých faktorech, jako jsou vzdálenost, povaha přepravovaného zboží, typ vozidla, spotřeba paliva, mýtné a další faktory.

Fixní náklady: Fixní náklady jsou náklady, které zůstávají stále bez ohledu na množství výstupu nebo výroby. V oblasti dopravy se fixní náklady mohou týkat nákladů spojených s pořízením nebo pronájmem vozidel, pojištěním, daněmi a poplatky za licence. Fixní náklady se nemění v závislosti na množství přepravovaného zboží nebo úrovni produkce. Mezi příklady fixních nákladů v dopravě patří:

Náklady na pořízení vozidla: Nákup nebo pronájem vozidel je fixní náklad, který musí být vynaložen před přepravou zboží nebo osob.

Pojištění: Pojistné je fixní náklad, který musí být zaplacen bez ohledu na počet přepravovaného zboží nebo osob.

Licence a povolení: Licence a povolení požadované k provozu vozidel v určitých oblastech nebo jurisdikcích jsou fixní náklady.

Daně: Daně z vozidel, majetku a příjmu jsou fixní náklady, které musí být zaplacen bez ohledu na úroveň výroby nebo množství přepravovaného zboží.

Variabilní náklady: V dopravě se pod pojmem variabilní náklady rozumí náklady, které se mění v závislosti na úrovni výstupu nebo výroby. Tyto náklady zahrnují výdaje spojené s palivem, údržbou, opravami a mzdami pro zaměstnance, jako jsou řidiči a další. Čím vyšší je úroveň výroby nebo množství přepravovaného zboží, tím vyšší jsou i variabilní náklady. Příklady variabilních nákladů v dopravě mohou zahrnovat:

Náklady na palivo: Náklady na palivo jsou variabilní náklady, které se zvyšují s počtem ujetých kilometrů nebo množstvím přepravovaného zboží.

Údržba a opravy: Náklady na údržbu a opravy jsou variabilní náklady, které se zvyšují s častějším používáním vozidel.

Mzdy pro řidiče a ostatní zaměstnance: Mzdy jsou variabilní náklady, které rostou s počtem řidičů a dalších zaměstnanců potřebných k přepravě zboží nebo osob.

Přímé náklady: Jedná se o náklady, které lze přímo přiřadit konkrétnímu produktu nebo službě, jako jsou náklady na přepravu konkrétní zásilky.

Nepřímé náklady: Jedná se o náklady, které nelze přímo přiřadit konkrétnímu produktu nebo službě, jako jsou administrativní režie nebo náklady na údržbu webových stránek společnosti.

Náklady režijní představují samostatnou kategorii nákladů, které jsou spojené s běžným provozem podniku nebo organizace a nelze je přímo přiřadit výrobě nebo prodeji zboží nebo služeb. Tyto náklady jsou pravidelné a obvykle se nemění s množstvím výroby nebo prodeje. Mezi příklady běžných režijních nákladů patří náklady na účetnictví a administrativu, nájemné a provozní náklady kancelářských prostor, náklady na energii, vodu a vytápění, náklady na komunikaci a dopravu, pojištění, daně a poplatky a náklady na školení a rozvoj zaměstnanců, včetně nákladů na reklamu a propagaci.

2.3.1 Matematické vymezení nákladů v dopravě

Podle autora je možné matematicky vymežit náklady na dopravu rozdělením na fixní a variabilní nebo přímé a nepřímé náklady. Existuje několik způsobů a metod, jak určit náklady v dopravě, každá metoda má své výhody a nevýhody a výběr vhodné metody závisí na mnoha faktorech, jako je druh přepravní společnosti a konkrétní situace. Nejčastěji se používají metody fixních a variabilních nákladů, přímých a nepřímých nákladů a stanovení kalkulační jednice.

2.3.1.1 Metoda fixních a variabilních nákladů

Autor tvrdí, že metoda fixních a variabilních nákladů je jeden z možných způsobů definování nákladů v dopravním odvětví a umožňuje rozlišit mezi fixními a variabilními náklady. Tato metoda se používá k alokaci nákladů na jednotlivé produkty nebo služby na základě jejich variabilních nákladů a fixní náklady jsou zahrnuty do celkových nákladů společnosti. Výrobci a dodavatelům umožňuje identifikovat nejvýnosnější produkty nebo služby a rozhodnout se, zda mají snížit fixní náklady nebo zvýšit prodej nejvýnosnějších produktů nebo služeb.

Pro výpočet nákladů v dopravě pomocí metody fixních a variabilních nákladů lze použít následující vzoreček:

$$N_C = N_F + N_V \times PP \quad (1)$$

Kde:

- N_C jsou celkové náklady spojené s výrobou daného produktu nebo poskytnutím dané služby
- N_F jsou fixní náklady, které se nemění v závislosti na počtu přepravených jednotek
- N_V jsou variabilní náklady, které se mění v závislosti na počtu přepravených jednotek
- PPJ je počet přepravených jednotek (např. počet tun zboží, počet přepravených osob, počet přepravních cest)

Tento vzoreček umožňuje vypočítat celkové náklady na přepravu zboží nebo osob na základě fixních a variabilních nákladů. Tato metoda je vhodná pro společnosti s vysokými fixními náklady a relativně nízkými variabilními náklady, jako jsou dopravní a přepravní společnosti.

2.3.1.2 Metoda přímých a nepřímých nákladů

Metody přímé a nepřímé kalkulace jsou alternativními přístupy k definování nákladů v dopravním odvětví, jak uvádí J. Tichý a další (2014). Metoda přímé kalkulace se zaměřuje pouze na náklady, které jsou přímé a snadno přiřaditelné k výrobě nebo poskytování služby, jako jsou mzdy řidičů, náklady na palivo, údržbu vozidel a opravy. Naopak nepřímé náklady, jako jsou pojištění, pronájem a administrativní náklady, nejsou zahrnuty v ceně produktů ani služeb. Tato metoda přiřazuje náklady pouze na základě přímých nákladů spojených s výrobou nebo poskytováním služby. Režijní náklady jsou zahrnuty do celkových nákladů společnosti, ale nejsou alokovány na jednotlivé produkty nebo služby.

Pro výpočet nákladů v dopravě pomocí metody přímých a nepřímých nákladů lze použít následující vzoreček:

$$N_C = N_P + N_{NP} \quad (2)$$

Kde:

- N_C jsou celkové náklady spojené s výrobou daného produktu nebo poskytnutím dané služby
- N_P jsou přímé náklady, které jsou přímo spojeny s přepravou (např. mzdy řidičů, náklady na palivo, náklady na údržbu vozidel)
- N_{NP} jsou nepřímé náklady, které nejsou přímo spojeny s přepravou, ale jsou s ní nějakým způsobem související (např. náklady na administrativu, náklady na pronájem skladů)

Podle autora jsou metody přímých a nepřímých nákladů méně složité než metody celkových nákladů, ale zároveň méně přesné. Tyto metody jsou užitečné zejména v případech, kdy náklady na vybavení (např. vozidla) jsou rozděleny mezi více produktů nebo služeb, jako je tomu například u logistických společností. Nicméně, pokud jsou režijní náklady vysoké, může tato metoda být nepřesná a může podhodnotit náklady jednotlivých produktů nebo služeb.

2.3.1.3 Kalkulační jednice

Podle autorů P. Macurové a dalších (2018, str. 38) je důležité, aby podnik stanovil kalkulační jednotku pro výpočet nákladů v dopravě, bez ohledu na to, jakou metodu výpočtu nákladů zvolí. Metoda kalkulační jednotky se používá k rozdělení nákladů na jednotlivé produkty nebo služby na základě charakteristické jednotky. Tato jednotka se používá pro výpočet jednotkových nákladů.

Například, pokud se jedná o přepravu zboží, může být kalkulační jednotkou jeden kilogram přepravovaného zboží. Tato jednotka zastupuje přepravu zboží o váze jednoho kilogramu. Poté se vypočítá celková částka za náklady, bez ohledu na použitou metodu výpočtu nákladů, a přepočítá se na náklady za jednotku kalkulační jednotky, tedy na náklady za jeden kilogram přepravovaného zboží.

Vzoreček pro výpočet jednotkových nákladů pomocí metody kalkulační jednice je následující:

$$ts_{km} = N_c / PPJ \quad (3)$$

Kde:

- N_{km} jsou náklady na jeden ujetý kilometr
- N_c jsou celkové náklady spojené s výrobou daného produktu nebo poskytnutím dané služby
- PPJ je počet přepravených jednotek (např. počet tun zboží, počet přepravených osob, počet přepravních cest)

Dále je možné tento vztah rozepsat do následujícího vzorečku:

$$ts_{km} = n_{km}^P + n_{HOD}^P + n_{HOD}^{NP} \quad (4)$$

Kde:

- ts_{km} je tarifní sazba za jeden kilometr (p.j./km)
- n_{km}^P jsou přímé náklady závislé na jednom ujetém (p.j./km)
- n_{HOD}^P jsou přímé náklady závislé na hodině provozu přepočítané na jeden ujetý kilometr (p.j./km)
- n_{HOD}^{NP} jsou nepřímé náklady přepočtené na jeden ujetý kilometr (p.j./km)

Podle autora umožňuje metoda kalkulační jednice získat přesnější informace o nákladech spojených s jednotlivými produkty nebo službami a umožňuje srovnávat náklady mezi různými produkty nebo službami. Tento přístup může pomoci podniku identifikovat nejziskovější produkty a oblasti, kde je možné snížit náklady a zvýšit ziskovost. Nicméně, je důležité zahrnout do kalkulační jednice i hlavní nákladové položky, aby bylo dosaženo podrobnějších výsledků při výpočtu nákladů v dopravě. Zdá se, že přímé náklady jsou závislé buď na ujeté vzdálenosti nebo na jednotce času, zatímco nepřímé náklady jsou měřeny jako celek. Proto

je nutné přepočítat i nepřímé náklady na časovou jednotku a následně je převést na náklady za jeden ujetý kilometr.

Pro výpočet detailnější struktury nákladů je možné využít níže uvedeného vzorečku:

$$ts_{km} = S \times C + n_{PNEU} + n_{OST} + \frac{n_{HOD}^P}{v} + \frac{N_{ODP} + N_R}{L} \quad (5)$$

Kde:

- ts_{km} je tarifní sazba za jeden kilometr (p.j./km)
- S je spotřeba pohonných hmot na jeden km (l/km)
- C je cena za jednotku pohonných hmot (Kč/l)
- n_{PNEU} jsou jednotkové náklady na pneumatiky (p. j./km)
- n_{OST} jsou ostatní přímé náklady, zejména náklady na údržbu a materiál (p. j./km)
- n_{HOD}^P jsou přímé náklady závislé na hodině provozu přepočítané na jeden ujetý kilometr (p.j./km)
- v je cestovní rychlost (p. j./hod)
- N_{ODP} jsou odpisy dopravního prostředku (p. j./rok)
- N_R jsou režijní náklady
- L je nájezd nákladního vozidla (km/rok)

U tohoto vzorečku je dle autora nutné věnovat pozornost také ještě režijním nákladům. Jak již bylo zmíněno, režijní náklady se váží k celému chodu společnosti a zpravidla je obtížnější specifikovat výši režijních nákladů pro jednotku výroby či prodeje zboží a služeb. Tím, že se jejich výše nemění s objemem výroby ani prodeje, je nutné si výši režijních nákladů pro danou jednotku přepočítat. Nejjednodušším způsobem je obdobně jako u kalkulační jednice stanovení režijních nákladů pro jednu jednotku skrze celkovou výši režijních nákladů vydělenou počtem jednotek. Ovšem tento postup není zcela přesný, jelikož zde není brána v potaz doba, za kterou nákladní vozidlo neujede žádnou vzdálenost, ale i tato doba obsahuje část režijních nákladů. Pro ulehčení výpočtů se tedy počítá hodinová tarifní sazba nákladů a její vzoreček je následující:

$$ts_{HOD} = n_{mzd}^h + n_{ost}^h + \frac{N_{ODP} + N_R}{T} \quad (6)$$

Kde:

- ts_{HOD} je tarifní sazba na jednu hodinu provozu (Kč/hod)
- n_{mzd}^h je hodinová sazba nákladů na mzdy (Kč/hod)
- n_{ost}^h je hodinová sazba ostatních nákladů, např. diety (Kč/hod)
- N_{ODP} jsou odpisy dopravního prostředku (p. j./rok)
- N_R jsou režijní náklady
- T je doba provozu (hod/rok)

Celkové náklady dopravního provozu tedy lze spočítat součtem celkových nákladů za stání a celkových nákladů za jízdu díky vzorci:

$$N_c = ts_{km} \times L + ts_{HOD} \times T \quad (7)$$

Kde:

- N_c jsou celkové náklady spojené s výrobou daného produktu nebo poskytnutím dané služby
- ts_{km} je tarifní sazba za jeden kilometr (p.j./km)
- L je nájezd nákladního vozidla (km/rok)
- ts_{HOD} je tarifní sazba na jednu hodinu provozu (Kč/hod)
- T je doba provozu (hod/rok)

2.4 Metodika vyhodnocení efektivnosti alternativního pohonu

Metodika hodnocení efektivnosti alternativního pohonu zahrnuje několik faktorů a může být velmi komplexní. Zde je několik faktorů, které se obvykle zahrnují v této metodice:

Energie potřebná k výrobě paliva: Tato energie zahrnuje energii potřebnou k získání, zpracování a distribuci paliva. Pokud je tato energie vysoká, může to negativně ovlivnit efektivitu alternativního pohonu.

Emise skleníkových plynů: Alternativní pohon by měl mít nižší emise skleníkových plynů než tradiční pohony, aby mohl být považován za ekologičtější.

Spotřeba paliva: Alternativní pohony by měly být schopny poskytovat srovnatelný výkon s tradičními pohony, ale s nižší spotřebou paliva, aby byly považovány za ekonomicky efektivní.

Náklady na údržbu: Náklady na údržbu alternativního pohonu mohou být vyšší než u tradičních pohonů, což by mohlo ovlivnit jeho efektivitu.

Dostupnost paliva: Dostupnost alternativního paliva může být omezena v některých oblastech, což by mohlo ovlivnit jeho efektivitu a praktičnost.

Délka životnosti: Alternativní pohon by měl mít dostatečně dlouhou životnost, aby se stal ekonomicky efektivní volbou.

Tyto faktory mohou být použity pro porovnání efektivity různých alternativních pohonů, jako jsou elektromobily, hybridní pohony, vodíkové pohony, biopaliva atd. Je důležité brát v úvahu specifické podmínky každého případu a zohlednit faktory, jako jsou daňové úlevy nebo dotace na podporu ekologičtějších alternativních pohonů.

2.4.1 Ekonomická efektivita fosilních paliv

Podle OSN (2023) jsou fosilní paliva užívána jako hlavní zdroj energie mnoha zemí po více než století kvůli relativně nízké ceně a hojnosti. Nicméně, jejich ekonomická efektivita může

být ovlivněna několika faktory. Mezi klíčové ekonomické výhody fosilních paliv patří jejich nízké náklady na výrobu a distribuci, které jsou podpořeny pokrokem technologií těžby ropy a plynu, jako například hydraulické štěpení. Tento pokrok zvýšil nabídku a snížil ceny. Dále mají fosilní paliva dobře vybudovanou infrastrukturu pro jejich distribuci a využití, jako jsou potrubí, rafinerie a čerpací stanice, což umožňuje snadné a účinné využití jako primárního zdroje energie.

Nicméně, využívání fosilních paliv má také významné ekonomické náklady, jako jsou škody na životním prostředí a zdravotní dopady. Těžba, přeprava a spalování fosilních paliv mohou vést ke znečištění ovzduší a vody, ničení stanovišť a emisím skleníkových plynů, což může přispět ke změně klimatu a souvisejícím ekonomickým dopadům. Navíc je dostupnost fosilních paliv omezená a ceny mohou kolísat v důsledku faktorů jako geopolitické napětí a narušení dodávek, což může ztížit plánování a investice pro podniky a vlády.

Celkově lze na základě dat z OSN (2023) konstatovat, že i když jsou náklady na výrobu a distribuci fosilních paliv relativně nízké, jejich dlouhodobá ekonomická efektivita je stále více zpochybňována kvůli jejich dopadům na životní prostředí a zdraví a také kvůli vyčerpatelnosti těchto zdrojů. V důsledku toho mnoho zemí investuje do alternativních zdrojů energie, aby snížily svou závislost na fosilních palivech a podpořily udržitelnější a účinnější energetický systém.

2.4.2 Ekonomická efektivita alternativních paliv

Dle agentury pro ochranu životního prostředí, zkráceně EPA (2023) se ekonomická účinnost alternativních paliv může lišit v závislosti na různých faktorech, jako jsou výrobní náklady, dostupnost a poptávka. Obecně se očekává, že alternativní paliva, jako jsou biopaliva, vodík a elektrická energie, se časem stanou nákladově efektivnějšími, protože se technologie zdokonalují a dosahují se úspory z rozsahu.

Podle EPA lze měřit ekonomickou efektivitu alternativních paliv například porovnáním jejich nákladů na jednotku energie s náklady na tradiční fosilní paliva, jako je ropa a plyn. Pokud jsou náklady na jednotku alternativního paliva nižší než náklady na jednotku benzínu, pak je to považováno za ekonomicky efektivní. Důležitým faktorem pro zhodnocení ekonomické efektivity je také dopad paliva na životní prostředí. Pokud alternativní paliva produkují méně emisí skleníkových plynů a znečišťujících látek, mohou být v konečném důsledku nákladově účinnější vzhledem k nižším nákladům na zdravotní péči a čištění.

Vládní politiky a dotace mohou hrát roli v ekonomické efektivitě alternativních paliv, ať už prostřednictvím pobídek pro výrobu a používání, nebo politik, které zdražují uhlíkové emise a zvyšují cenu fosilních paliv, čímž se alternativní paliva stávají konkurenceschopnějšími. Nicméně, ekonomická účinnost alternativních paliv bude záviset na mnoha faktorech a bude se vyvíjet s technologickým pokrokem a změnami na trhu.

2.4.3 Matematické vyjádření efektivity fosilních a alternativních paliv

Základní myšlenkou ekonomického srovnání je dle autora Z. Říhy a dalších (2022, str.302-307) zohlednit všechny druhy nákladů, které se liší podle použitého pohonu. U elektromobility zahrnují tyto náklady například náklady na údržbu, baterie (a jejich výměnu) nebo náklady na pořízení vozidla. Vztah mezi těmito náklady a cenou elektřiny a benzínu (nafty) určuje bod, při kterém jsou celkové náklady na provoz vozidel s naftovým motorem a elektromobilů stejné. Základní rovnicí je v tomto případě:

$$N_D = N_E \quad (8)$$

Kde:

- N_D jsou jednotkové náklady provozu dieselového nákladního vozidla
- N_E jsou jednotkové náklady provozu elektrického nákladního vozidla

Tato rovnice znázorňuje, při jakých kombinacích cen dieselu a alternativního paliva, v případě elektrického nákladního vozidla cen elektřiny, budou náklady na provoz jak dieselového, tak elektrického nákladního vozidla, stejné.

Tuto rovnici je však důležité podrobněji rozepsat následujícím způsobem:

$$C_D \times S_D + n_p^D + \frac{N_{poř}^D}{T_Z^D \times L_D} = C_E \times S_E + n_p^E + \frac{N_{poř}^E}{T_Z^E \times L_E} \quad (9)$$

Kde:

- C_D je cena nafty (Kč/l)
- S_D je spotřeba nafty (l/km)
- n_p^D jsou provozní náklady spojené s dieselovým pohonem (Kč/km)
- $N_{poř}^D$ jsou pořizovací náklady dieselového nákladního vozidla (Kč/vozidlo)
- T_Z^D je doba životnosti dieselového nákladního vozidla (roky/vozidlo)
- L_D je nájezd dieselového nákladního vozidla (km/rok)
- C_E je cena elektrické energie (Kč/kWh)
- S_E je spotřeba elektrické energie (kWh/km)
- n_p^E jsou provozní náklady spojené s elektrickým pohonem (Kč/km)
- $N_{poř}^E$ jsou pořizovací náklady elektrického nákladního vozidla (Kč/vozidlo)
- T_Z^E je doba životnosti elektrického nákladního vozidla (roky/vozidlo)
- L_E je nájezd elektrického nákladního vozidla (Km/rok)

Pro zjednodušení je možné využít pojmů diferenciál provozních nákladů a diferenciál pořizovacích nákladů, které lze matematicky vyobrazit jako:

$$d_p = n_p^E - n_p^D \quad (10)$$

Kde:

- d_p je diferenciál provozních nákladů (Kč/km)
- n_p^E jsou provozní náklady spojené s elektrickým pohonem (Kč/km)
- n_p^D jsou provozní náklady spojené s dieselovým pohonem (Kč/km)

$$d_{ODP} = \frac{N_{poř}^E}{T_{\dot{z}}^E \times L_E} - \frac{N_{poř}^D}{T_{\dot{z}}^D \times L_D}$$

(11)

Kde:

- d_{ODP} je diferenciál pořizovacích nákladů (Kč/km)
- $N_{poř}^E$ jsou pořizovací náklady elektrického nákladního vozidla (Kč/vozidlo)
- $T_{\dot{z}}^E$ je doba životnosti elektrického nákladního vozidla (roky/vozidlo)
- L_E je nájezd elektrického nákladního vozidla (km/rok)
- $N_{poř}^D$ jsou pořizovací náklady dieselového nákladního vozidla (Kč/vozidlo)
- $T_{\dot{z}}^D$ je doba životnosti dieselového nákladního vozidla (roky/vozidlo)
- L_D je nájezd dieselového nákladního vozidla (km/rok)

Díky tomuto zjednodušení pak lze sestavit nový vzoreček, který lze zapsat dvěma způsoby:

$$C_D \times S_D - C_E \times S_E = d_p + d_{ODP}$$

(12)

Kde:

- C_D je cena nafty (Kč/l)
- S_D je spotřeba nafty (l/km)
- C_E je cena elektrické energie (Kč/kWh)
- S_E je spotřeba elektrické energie (kWh/km)
- d_p je diferenciál provozních nákladů (Kč/km)
- d_{ODP} je diferenciál pořizovacích nákladů (Kč/km)

$$C_E = \frac{C_D \times S_D - (d_p + d_{ODP})}{S_E}$$

(13)

Kde:

- C_E je cena elektrické energie (Kč/kWh)
- C_D je cena nafty (Kč/l)
- S_D je spotřeba nafty (l/km)
- d_p je diferenciál provozních nákladů (Kč/km)

- d_{ODP} je diferenciál pořizovacích nákladů (Kč/km)
- S_E je spotřeba elektrické energie (kWh/km)

3 Praktická část

Praktická část práce je zaměřena především na východiska pro porovnání alternativního a konvenčního pohonu, na charakteristiku společnosti MUTU Service, s. r. o. a seznámení se s konkrétními modely nákladních vozidel. Dále byly na základě výběru modelů provedeny výpočty a porovnání získaných výsledků, které byly následně vyobrazeny v grafech.

3.1 Východiska pro provozní a ekonomické vyhodnocení, výběr trasy

Východiska pro provozní a ekonomické vyhodnocení společně s výběrem trasy je uvedeno představením společnosti MUTU Service, s. r. o. dále jsou představeny porovnávané modely nákladních vozidel a přiblíženy technické specifikace konkrétního modelu. Dalšími ekonomickými a provozními východisky jsou především pohonné hmoty a jejich spotřeba včetně elektrické energie, mzdy pro řidiče a nárok na diety aj. Poslední podkapitolou je výběr trasy. Konkrétní trasa byla zvolena ta nejméně frekventovaná trasa, kterou společnost MUTU Service, s. r. o. měsíčně absolvuje.

3.1.1 Společnost MUTU Service, s. r. o.

Společnost MUTU Services, s. r. o. je mezinárodní dopravní společnost zaměřená především na autodopravu se sídlem na Praze 2. Společnost byla založena v roce 2010 a základní kapitál činí 200 000 Kč. Hlavním předmětem podnikání této společnosti je silniční doprava.

- nákladní provozovaná vozidla nebo jízdními soupravami o největší povolené hmotnosti přesahující 3,5 tuny, jsou-li určeny v přepravě zvířat nebo věcí,
- nákladní provozovaná vozidla nebo jízdními soupravami o největší povolené hmotnosti nepřesahující 3,5 tuny, jsou-li určeny k přepravě zvířat nebo věcí (Justice, 2023).

Primárním zaměřením společnosti MUTU Service, s. r. o. je přeprava chladírenskými nákladními vozidly s kontrolovatelnou teplotou v nákladním prostoru. Přepravu provádí po celé Evropě, avšak nejvíce se specializují na státy Beneluxu, do kterého patří Belgie, Nizozemsko a Lucembursko, dále Maďarsko a v neposlední řadě Rumunsko. Vozový park společnosti disponuje 10 nákladními tahači a chladírenskými návěsy. Všechna vozidla splňují normu Euro 6. (Mutuservice, 2023)

3.1.2 Technické specifikace porovnávaných modelů nákladních vozidel

Prvním porovnávaným modelem je Volvo FH (Volvo Trucks, 2023). Volvo FH je model těžkého nákladního vozidla vyráběný švédskou automobilkou Volvo Trucks. FH je vysoce univerzální vozidlo určené pro dálkovou přepravu, díky čemuž je oblíbenou volbou mezi řidiči nákladních vozidel po celém světě. Dodává se v různých konfiguracích, včetně tahačů, přívěsů a sklápěčů, aby vyhovoval různým potřebám dopravního průmyslu. Cena tohoto modelu v závislosti na vybrané motorizaci a výbavě začíná na částce 3,2 mil. Kč. Jednou z výjimečných vlastností Volva FH je jeho pokročilá bezpečnostní technologie. FH je vybaveno řadou bezpečnostních prvků, jako je adaptivní tempomat, varování před opuštěním jízdního pruhu

a systémy pro předcházení kolizím, které společně pomáhají předcházet nehodám a chrání řidiče a ostatní účastníky silničního provozu. FH je také vybavena asistenčním systémem, který může pomoci snížit únavu řidiče a zvýšit bdělost tím, že monitoruje chování řidiče a poskytuje zpětnou vazbu v reálném čase. Kromě bezpečnostních prvků je Volvo FH známé také svým působivým výkonem a spotřebou paliva. FH je poháněno vyspělým motorem Volvo D13, který poskytuje vysoký točivý moment a výkon a zároveň je úsporný. Nákladní vozidlo je také vybaveno řadou pokročilých technologií, které pomáhají optimalizovat spotřebu paliva, včetně systému Volvo I-See, který využívá GPS a mapová data k úpravě rychlosti nákladáku a řazení převodového stupně s cílem minimalizovat spotřebu paliva. Díky této technologii je průměrná spotřeba 21,48 l na 100 km.

Druhým porovnávaným modelem je Mercedes-Benz eActros (Mercedes-Benz Trucks, 2023) Mercedes-Benz eActros je elektrické nákladní vozidlo vyvinuté německou automobilkou Mercedes-Benz. eActros je plně elektrické vozidlo, jehož elektromotor a baterie nahrazují běžný spalovací motor. Vozidlo eActros má dojezd až 400 km (240 mil) na jedno nabití a jeho průměrná spotřeba elektrické energie je přibližně 112 kWh na 100 km. Díky nosnosti až 18 tun je eActros vhodný pro různé typy nástaveb, včetně chladírenských vozů pro přepravu zboží podléhajícího rychlé zkáze. Model eActros je rovněž vybaven pokročilými bezpečnostními a asistenčními technologiemi pro řidiče, jako je varování před opuštěním jízdního pruhu, aktivní brzdový asistent a adaptivní tempomat. Je navržen tak, aby byl co nejpohodlnější a uživatelsky přívětivý, a to díky prvkům, jako je ergonomické sedadlo řidiče a velký dotykový displej pro ovládání různých funkcí vozidla. Cena vozidla eActros je oproti klasickému konvenčnímu nákladnímu vozidlu zhruba 3x vyšší a předpokládá se, že v základní výbavě bude cena tohoto modelu začínat na 10,2 mil. Kč.

Třetím a posledním porovnávaným modelem je nákladní vozidlo od společnosti Tesla (Tesla, 2023) Model Semi. Tesla Model Semi je elektrický těžký nákladní vůz určený pro dálkovou přepravu, který Tesla poprvé představila v roce 2017 a který vzbudil v odvětví nákladní dopravy velké nadšení díky své pokročilé technologii a ekologickým přínosům. Model Semi je vybaven řadou funkcí navržených pro zvýšení bezpečnosti, efektivitu a pohodlí řidiče. Jednou z nejpozoruhodnějších vlastností Modelu Semi je jeho dojezd, který by měl na jedno nabití dosáhnout až 500 mil – což je výrazně více než u mnoha jiných elektrických nákladních vozidel na současném trhu. Model Semi je také vybaven systémem Tesla Autopilot, který zahrnuje funkce, jako je varování před opuštěním jízdního pruhu, automatické nouzové brzdění a adaptivní tempomat. Cena tohoto modelu je překvapivě velice příznivá, jelikož oproti konkurenčním elektrickým modelům od jiných výrobců je jeho cena téměř srovnatelná s běžnými nákladními vozidly. Nabízí se ve dvou variantách, první s dojezdem 300 mil za cenu 3,2 mil. Kč a verze s dojezdem až 500 mil na jedno nabití vychází v přepočtu na 3,8 mil. Kč. Spotřeba elektrické energie by neměla přesahovat více jak 2 kWh na míli, což odpovídá spotřebě 124 kWh na 100 km.

3.1.3 Další provozní a ekonomická výhodiska

Největšími a nejzásadnějšími položkami v kalkulaci nákladů jsem bezpochyby pořizovací náklady, které se pojí s nákupem nákladních vozidel. Ovšem nelze opomenout ani ostatní

zásadní položky kalkulace, jako jsou náklady na pohonné hmoty, mzdy řidiče a ostatních zaměstnanců, režijní náklady a ostatní náklady na údržbu a provoz nákladních vozidel.

3.1.3.1 Pohonné hmoty a elektrická energie

Motorová nafta je v současné době v průměrné výši čerpacími stanicemi MOL (MOL, 2023) nabízena za cenu 32,83,- Kč za jeden litr. Je to stále nižší, než je cena benzínu, jehož hodnota aktuálně převyšuje hodnotu 38,50,- Kč, přesněji 38,53,- Kč za jeden litr. Čerpací stanice spadající pod OMV (OMV, 2023) nabízejí motorovou naftu v průměru za 34,59,- Kč za jeden litr a benzin za cenu 40,29,-Kč za jeden litr. V porovnání s benzinem je tedy nafta v průměru o 15 % levnější jak na čerpacích stanicích MOL, tak OMV. Ve spojitosti s porovnáním konvenčního a alternativního paliva, v tomto případě paliva elektrického, je zásadním ukazatelem samozřejmě cena za elektrickou energii, kterou při dobíjení automobilů hraje zásadní roli, zejména tu ekonomickou. V současné době je stále největším poskytovatelem nabíjecích stanic po celé Evropě společnost Ionity (Ionity, 2023), která nabízí největší síť dobíjecích stanic po celé Evropě. Na obrázku č. 1 je zobrazena síť nabíjecích stanic provozovaných společností Ionity. Jen v České republice je možné na 6 místech nabíjet z 24 vysokorychlostních nabíječek. Jako jediná společnost nabízí ultra-rychlostní nabíjení rychlostí až 350 kW. Společnosti jako taková kolaboruje s mnoha výrobci jak už osobních, tak nákladních vozidel, a díky tomu může pro vybrané značky nabízet lepší ceny za nabíjení elektromobilů. Existuje i varianta Ionity direct, která je určena pro všechny, kteří se nechtějí u společnosti Ionity registrovat či nemají možnost využití slevy na dobíjení u Ionity právě prostřednictvím výrobce vozidla, která za cenu 21,- Kč za kWh (nebo za 1 minutu dobíjení) nabízí možnost nabíjení i bez předchozí registrace. V případě měsíčního paušálu Ionity Plus za 500 Kč je možné se dostat na cenu 9 Kč za kWh, což je výrazněji nižší cena. Měsíční paušál se společností vyplatí, pokud její měsíční nabíjení přesáhne hodnotu 41,66 kWh.

Obrázek 1 Mapa nabíjecích stanic společnosti Ionity v Evropě



Zdroj: Ionity 2023

Jak lze na obrázku č. 1 vidět, největší koncentrace nabíjecích stanic společnosti Ionity je hlavně ve střední a západní Evropě. Tmavé odznaky představují aktivní nabíjecí stanice, kde již v tuto chvíli je možné elektromobil nabíjet. Světlé odznaky představují nabíjecí je výstavbě, na které se mohou uživatelé elektromobilů v blízké budoucnosti těšit. Nejvíce stanic se v současné době vystavuje na severu ve Finsku a také na jihu ve Španělsku. Co se týče východní a jihovýchodní Evropy, tam se zatím žádné aktivní nabíjecí stanice nevyskytují, ale neprobíhá jejich výstavba.

3.1.3.2 Náklady na mzdu řidiče a diety

Mzda řidiče je také jednou z nedílných součástí a odvíjí se zejména od odpracovaných hodin v daném kalendářním měsíci. Čím více cest řidič absolvuje, tím samozřejmě vyšší náklady na jeho mzdu pro společnost MUTU Service, s. r. o. jsou. Nezávisí na tom, zda se řidič pohybuje výhradně po České republice, či zda vyjíždí i do zahraničí, náklady na mzdu jsou v obou případech stejné. Průměrná mzda řidiče v hrubé výši činí 312 Kč na hodinu. Co se ovšem v závislosti na zahraničních cestách mění je výše jeho diet neboli stravného a kapesného zahraničních cest. Dle Účtování.net (2023) výše diet závisí na konkrétní zemi, kam řidič vyjede a také na počtu strávených dní či hodin v zahraničí. Princip výpočtu nároku na diety spočívá v tom, že pokud

cesta trvá více než jeden den, musí se zejména u prvního a posledního dne vypočítat poměrná část doby strávené v zahraničí a dle toho vzniká nárok na diety. Pokud je řidič v zahraničí déle jak 18 hodin, vzniká mu nárok na plnou výši diet. V rozmezí 12-18 hodin je nárok ve výši 2/3 z plné sazby. Od 1 do 12 hodin trvání pracovní cesty má řidič nárok na 1/3 z plné sazby a pod 1 hodinu nárok na diety nevzniká. Výše sazby je pro každou zemi jiná a pohybuje v rozmezí od 30-65 EUR v závislosti na dané zemi. Například Německo má výši diet v částce 45 EUR na den.

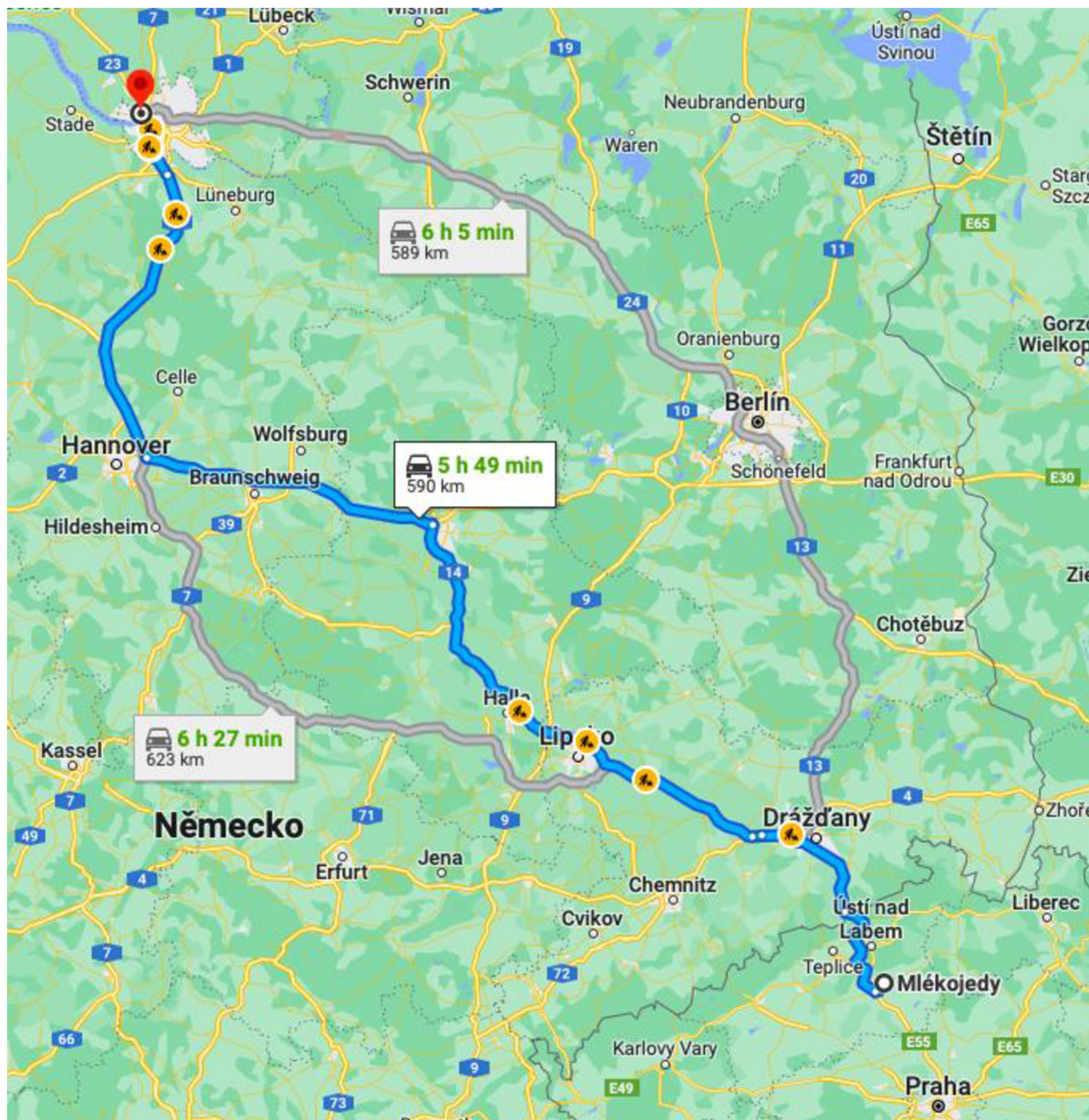
3.1.3.3 Ostatní náklady na provoz

Jak bylo výše zmíněno, zásadními položkami ovlivňujícími výši nákladů na provoz ať už vozidla s konvenčním či alternativním palivem jsou především náklady na pořízení a pohonné hmoty. Avšak existují i další položky nákladů, které nelze opomenout. Mezi taková patří zejména odpisy vozidla, které závisí na pořizovací ceně nákladního vozidla, povinné odvody (pojištění), opravy a údržby, mýtné, a také provozní a správní režie, které jsou závislé na chodu celé společnosti. jednou ze zásadních otázek týkající se alternativního paliva a jeho ekonomické stránce jsou náklady na opravu a údržbu nákladních vozidel s alternativním palivem. Očekává se, že oproti nákladům na údržbu nákladních vozidel s dieselovým pohonem, by měla tato částka dosahovat maximálně 1/3 této výše, což by samozřejmě znamenalo velkou úsporu nákladů na opravu a údržbu vozidel s alternativním pohonem. Je to způsobeno i tím, že díky elektromotor odpadá nutnost doplňování provozních kapalin vozidla, jako je motorový olej, olej do převodovky, chladicí a ostatní kapaliny, což představuje v celkovém důsledku úspory nemalé částky v závislosti na životnosti nákladního vozidla. Provozní a správní režie je stanovena tak, aby pokryla veškeré ostatní náklady a provoz společnosti, jako jsou náklady na nájem prostor, osvětlení, vytápění, spotřebního zboží jako jsou kancelářská vybavení, elektronika a další nezbytné výdaje, které firma musí vynakládat na svůj provoz.

3.1.3.4 Výběr trasy

Společnost MUTU Service, s. r. o. pravidelně převáží ze skladů v Litoměřicích zboží do cílové destinace, jimiž jsou sklady vážného zákazníka v Hamburku, které se poté se převáží dál do Velké Británie, kde náklad přebírá jiná dopravní společnost. Pro tuto přepravu se zejména vybírá trasa o celkové délce 590 km, po dálnici D8, poté po A17, A14 až na A17 a poté B4. Mapa trasy je na následujícím obrázku č. 2.

Obrázek 2 Mapa trasy Litoměřice – Hamburk



Zdroj: Google Mapy, 2023

Tato trasa je nejen nejkratší, ale také i časově nejvýhodnější. Společnost tuto trasu jezdí pravidelně 2x týdně, vždy v pondělí a ve středu, a má na tuto práci vyhraněného jednoho konkrétního řidiče. Každý měsíc tedy vychází na 8-9 jízd v závislosti na délce daného měsíce. Čas nakládky a vykládky po sečtení odpovídá 2,5 hod. V součtu všeho celkový čas jedné absolvované trasy včetně přestávek na nabíjení a odpovídá 16 hod a 8 minutám čistého času práce řidiče.

3.2 Vyhodnocení provozních podmínek (dobíjení, dojezd, pravidelné přestávky aj.)

Zásadními provozními podmínkami je zejména dojezd elektrického vozidla, jeho doba a způsob dobíjení, rychlost dobíjení a pravidelné přestávky řidiče. Mezi ostatní proměnné lze zařadit například průměrnou rychlost nákladního vozidla, čas strávený v zahraničí a mýtné.

3.2.1 Rychlost

Na českých dálnicích a vysokorychlostních silnicích je nejvyšší povolená rychlost 130 km/hod. Tuto rychlost samozřejmě je možné dosáhnout i nenaloženým nákladním vozidlem, ovšem pokud se bude brát v potah standardní provoz nákladního vozidla, který je naložen nákladem, bude jeho průměrná rychlost na dálničních a vysokorychlostních silnicích kolem 90 km/hod. Je to způsobeno těžkým nákladem, který má vozidlo v návěsu a jehož celková váha nedovoluje tahači zvládnout dosahovat vyšších rychlostí, ačkoliv je bez nákladů schopný tuto rychlost bez problémů překonat. Ostatní Evropské země mají nejvyšší povolenou rychlost na dálnicích a vysoko rychlostních silnicích upravenou dle vlastní legislativy. Například na Německých dálnicích existují úseky, které nemají nejvyšší povolenou rychlost zákonem předepsanou, ovšem pouze doporučenou, což umožňuje řidičům jet tzv. neomezenou rychlostí a měli by se orientovat pouze nejvyšší povolenou rychlostí svého vozidla případně vzít v potaz další aspekty, jako je například viditelnost a počasí, a podle toho svou rychlost upravit.

3.2.2 Dobíjení a dojezd elektrických nákladních vozidel

Dobíjení elektromotorů se dle portálu Evexpert (2023) rozděluje na 2 způsob nabíjení. První variantou je dobíjení AC neboli Alternating Current, což je nabíjení střídavým proudem. Základním principem nabíjení střídavým proudem je to, že nabíjecí proud jde nejprve do palubní nabíječky, která ho až následně přemění na proud stejnosměrným. až posléze ho posílá do baterie automobilů, ze které potom vozidlo čerpá energii na jízdu. Nabíjení střídavým proudem je zpravidla pomalejší než nabíjení proudem stejnosměrným, zato bývá levnější variantou než proud stejnosměrný. Druhou již zmíněnou variantou je nabíjení proudem stejnosměrným neboli Direct Current (DC), který má zejména výhodu v rychlosti nabíjení, což je zásadní na dobu nabíjení. Nabíjecí stanice, která umožňuje nabíjení rovnou stejnosměrným proudem funguje na takovém principu, že střídavý proud změnil na stejnosměrný už ve své základně a až poté ho přesouvá do vozidla, kde se rovnou ukládá do baterie. Oproti nabíjení AC je zásadně rychlejší, ale také dražší. AC nabíječky mají zpravidla výkon 22-75 kW, někdy dosahují až 150 kW. DC nabíječky obvykle přesahují výkon 150 kW, a nejrychlejší nabíječky nabízí právě společnost Ionity s výkonem až 350 kW. Čím vyšší výkon, tím je samozřejmě k nabití kratší doba a baterie je nabitá výrazně rychleji než s výkonem nižším. Společnost Ionity tedy se svými ultra rychlými nabíječkami uvádí, že díky rychlosti dobíjení až 350 kW za hodinu lze nákladní vozidla v závislosti na vybraném modelu nabít o 50-100 % a prodloužit tak jejich dojezd minimálně o polovinu celkově udávaného dojezdu na jedno nabití. Dojezd vozidla se však může lišit v závislosti

na různých faktorech, jako je hmotnost převáženého nákladu, počasí a povětrnostních podmínek a také na venkovní teplotě či náročnosti terénu.

3.2.3 Dobíjení elektrických nákladních vozidel z hlediska času a povinné přestávky řidiče

Doba nabíjení je proto důležitá nejen z ekonomického hlediska, ale také pro řidiče, který je na nabíjecí stanici nucen čekat. Pokud se jedná o nabíjení v zahraničí, není pro žádnou společnost žádoucí, aby dobíjení trvalo déle než se nezbytná doba. Ať už z pohledu delšího trvání cesty a s tím spojené i zdržení při nakládce či vykládce převáženého zboží, tak samozřejmě i z ekonomického hlediska právě výše diety, na které má řidič nárok. Delší doba nabíjení se samozřejmě rovná vyššímu nároku na diety, obzvláště, pokud se kvůli častému a dlouhému nabíjení zvedne nárok na diety například o 1/3 výše sazby, což ve výsledku může vycházet v přepočtu i na několik stovek korun. I přesto, že řidiči mají povinnost po určitém čase absolvovat přestávku v řízení a během této doby vozidlo dobít, otázkou zůstává, o kolik % se za tu dobu vozidlo nabije a o kolik km více bude řidič s vozidlem schopný ujet. Dle Ministerstva Dopravy České republiky je přestávka jako taková je povinná po každých 4,5 hodinách jízdy a musí být v nepřetržité délce nejméně 45 minut, pokud řidiči nezačíná doba odpočinku. Tato doba může být nahrazena přestávkou v délce nejméně 15 minut, po níž musí následovat přestávka v délce nejméně 30 minut.

3.2.4 Dobíjení na trase Litoměřice – Hamburk – Litoměřice

Dobíjení na trase z Litoměřic je rozvrženo tak, že na každé cestě je vozidlo nucené zastavit právě jednou kvůli dobití baterie. Na odstavném parkovišti v Litoměřicích, kde probíhá i prvotní nakládka zboží, které je pak převáženo do skladů v Hamburku, je k dispozici dobíjecí Wallbox, čímž je vozidlu umožněno vyjet s plně nabitou baterií. První zastávka na dobíjení je po 3 hod 20 minutách na dobíjecí stanici nedaleko německého Magdeburgu, jelikož je tudy vedena trasa. Dobíjecí stanice se nachází 320 km od výchozího bodu trasy, tudíž by vozidlo značky MB mělo dorazit s 20 % kapacitou baterie, což odpovídá dojezdu 80 km. Za 45 minut povinné přestávky pro řidiče dokáže nabíjecí stojan od Ionity vozidlo dobít o 58 % a dostat se z původních 80 km dojezdu na 314 km dojezdu, což odpovídá 78,5 % kapacity baterie a umožňuje to řidiči pokračovat v jízdě do cílové destinace, kterou je v tomto případě Hamburk. Celková vzdálenost do skladů v Hamburku je ještě 270 km, a vozidlo tam přijede s dojezdem 44 km, což v přepočtu vychází na 11 % kapacity baterie. V prostorách, kde se nachází i zmiňovaný sklad je při vykládce zboží je možné vozidlo nabíjet, a z původních 11 % kapacity baterie lze bezplatně dobít do plné kapacity, jelikož vykládka zboží trvá v průměru 1,5 hodiny času, během níž se vozidlo dostane na 100 % kapacity baterie. Při zpáteční cestě je nabíjení nejvhodnější opět na dobíjecí stanici v Magdeburgu, tentokrát ale postačí dobíjení pouze 42 minut, jelikož na dobíjecí stanici přijede s dojezdem ještě 130 km, což odpovídá 32,5 % kapacitě baterie. Díky ultra rychlým dobíječkám je za 36 minut vozidlo dobíto na 87 % baterie, což odpovídá 348 km dojezdu a zpátky do Litoměřic vozidlo dorazí se zbývajících dojezdem 28 km, jelikož trasa z Magdeburgu je rovněž 320 km. Dojezd 28 km vychází v přepočtu na 7 % kapacity baterie. Tesla Semi

ve variantě s dojezdem 300 mil (482 km) by pravděpodobně nabíjela ve stejné frekvenci i na stejných místech jako model MB eActros, ovšem s její o něco málo větší kapacitou baterie by měla o trochu vyšší dojezd, a jeho doba nabíjení by se tudíž mohla o pár minut zkrátit. U modelu Semi ve variantě s dojezdem 500 mil (804 km) by se nabíjení během cesty vůbec řešit nemuselo, jelikož by jeho dojezd stačil po celou trasu Litoměřice – Hamburk a mohl by nabíjet pouze při nakládce a vykládce zboží. V době povinných přestávek řidiče by oproti ostatním modelům nebylo nutné vozidlo dobíjet.

3.2.5 Mýtné

Ministerstvo Dopravy České republiky (2023) uvádí, že v České republice platí mýtné na dálnicích a některých silnicích těžká nákladní vozidla nad 3,5 tuny. Tyto mýtné systémy se nazývají "elektronické mýtné" (EETS) a ujetá vzdálenost se automaticky zaznamenává pomocí satelitního určování polohy a elektronických zařízení na palubě nákladního vozidla. Výše mýtného se v České republice určuje podle emisní třídy vozidla, počtu ujetých kilometrů a počtu náprav. Mýtné je stanoveno pro každý úsek silnice a vybírá se elektronicky, takže řidiči nemusí zastavovat a platit v hotovosti. Mýtné je důležitým zdrojem financování rozvoje a údržby dálniční a silniční sítě v České republice a v roce 2021 bude spuštěna nová verze systému EETS, která umožní platit mýtné v celé Evropě pomocí jediného zařízení, což usnadní přeshraniční nákladní dopravu a sníží administrativní náklady dopravců. Nová verze EETS usnadnila přeshraniční nákladní dopravu a snížila administrativní náklady dopravců. Elektromobily jsou v České republice momentálně osvobozeny od placení mýtného.

Mýtné v Německu se týká především těžkých nákladních vozidel, která překračují určitou hmotnostní a rozměrovou hranici. Toto mýtné se nazývá "LKW-Maut" a platí se za ujetou vzdálenost na dálnicích a vybraných silnicích v závislosti na emisní třídě vozidla a počtu náprav. Systém mýtného v Německu je provozován společností Toll Collect (2023), která využívá technologii satelitního určování polohy a elektronických zařízení, která jsou instalována v nákladních vozidlech a zaznamenávají ujetou vzdálenost. V Německu neexistuje mýtné specifické pro elektromobily, protože tyto vozy jsou momentálně osvobozeny od placení mýtného na dálnicích a silnicích s mýtným poplatkem pro nákladní vozidla. Tento výhodný status však platí pouze do roku 2023, poté bude třeba rozhodnout, zda bude tato výjimka pro elektromobily nadále platit.

3.3 Ekonomické porovnání konvenčního a alternativního pohonu

Tato kapitola je zaměřena na ekonomické porovnání konvenčního a alternativního paliva uvedené v konkrétních číslech na konkrétních příkladech. První příklad je porovnání nákladního vozidla od výrobce Volvo model FH s dieslovým pohonem a elektrického nákladního vozidla od výrobce Mercedes-Benz eActros. V příkladě druhém je promítnuté ekonomické porovnání opět modelu FH od značky Volvo s modelem Semi od výrobce Tesla ve variantě s dojezdem 500 mil, v přepočtu 804 km. V obou případech byl použit stejný vzorec výpočtu (č. 13), aby porovnání bylo co nejpřesnější a nedocházelo k odchýlkám v použitém postupu.

3.3.1 Volvo FH X Mercedes-Benz eActros

První porovnanou dvojicí nákladních vozidel je Volvo FH a Mercedes-Benz eActros. První zmíněný model disponuje dieslovým pohonem, druhý model má pohon elektrický. Následující výpočty umožňují vyobrazení provozních nákladů ve spojitosti s náklady na pohonné hmoty tak, aby se tyto hodnoty rovnaly pro oba druhy pohonů.

Obě vozidla mají totožnou dobu životnosti stanovenou na 8 let používání a stejný roční nájezd ve výši 130 000 km. Pořizovací cena nákladního vozidla od výrobce Volvo FH byla 3,2 mil. Kč. Mercedes-Benz eActros je v porovnání s modelem FH více než 3x dražší, jeho pořizovací cena se odhaduje na 10,2 mil. Kč. Kombinovaná spotřeba nafty je u modelu FH v průměru 21,48 l, což v přepočtu na 1 km odpovídá hodnotě 0,2148 l. Spotřeba elektrické energie eActrosu je výrobce uvedena na 112 kWh/100 km, v přepočtu tedy 1,12 kWh na 1 km. Cena za 1 l nafty byla počítána dle aktuální průměrné ceny nafty nabízených od prodejců pohonných hmot společnosti MOL a OMV ve výši 33,71 Kč s DPH. Obě vozidla disponují užitečnou hmotností 18 tun. Posledními nutnými údaji pro výpočet optimální ceny za elektrickou energii byly provozní náklady obou modelů přepočítány na 1 km. Nejsnazší cestou bylo stanovení celkových měsíčních provozních nákladů, které posléze byly přepočítány na 1 km. Mezi položky, které byly započítávány do provozních nákladů vozidel spadají náklady na mzdu a diety řidiče, oprava u údržba vozidel, pojištění, mýtné a také provozní a správní režie. Rozpis položek provozních nákladů pro vozidlo Volvo FH a Mercedes-Benz eActros je vyobrazen v tabulce č. 2 a tabulce č. 3.

Tabulka 2 Provozní náklady nákladního vozidla Volvo FH

Volvo FH	Měsíční výše (Kč/10 620 km)	Jednotková výše (Kč/1 km)
Mzda	45 303	4,26
Diety	6 377	0,6
Opravy a údržba	8 708,4	0,82
Povinné odvody	5 482,62	0,52
Mýtné	50 316,84	4,74
Přímé náklady celkem	116 187,86	10,94
Provozní režie	10 000	0,94
Správní režie	20 000	1,88
Celkové provozní náklady	146 187,86	13,76

Zdroj: vlastní vypracování, Volvo Trucks 2023

Jak lze z názvu tabulky poznat, jedná se o vyčíslení provozních nákladů pro vozidlo Volvo FH. Měsíční výše provozních nákladů byla stanovena pro měsíční objem práce, který odpovídá 10 620 km pro každý kalendářní měsíc. Každá z uvedených položek je proto stanovena v měsíční výši, která je následně přepočítána na 1 km. Nejvyšší položku právě v tomto případě představují jednoznačně náklady spojené s mýtném. Jakožto jediný zástupce s dieslovým

pohonem je povinen odvádět poplatky za mýtné, které se v měsíčním součtu vyšplhaly na výši 50 316,84. Tato hodnota odpovídá součtu nákladů za mýtné v České republice a v Německu. Mýtné pro jednu zpáteční cestu odpovídá 5 590,76 Kč. Provozní a správní režie je pro každé vozidlo stanovena ve stejné výši tak, aby pokryla náklady společnosti na běžný provoz.

Tabulka 3 Provozní náklady nákladního vozidla Mercedes-Benz eActros

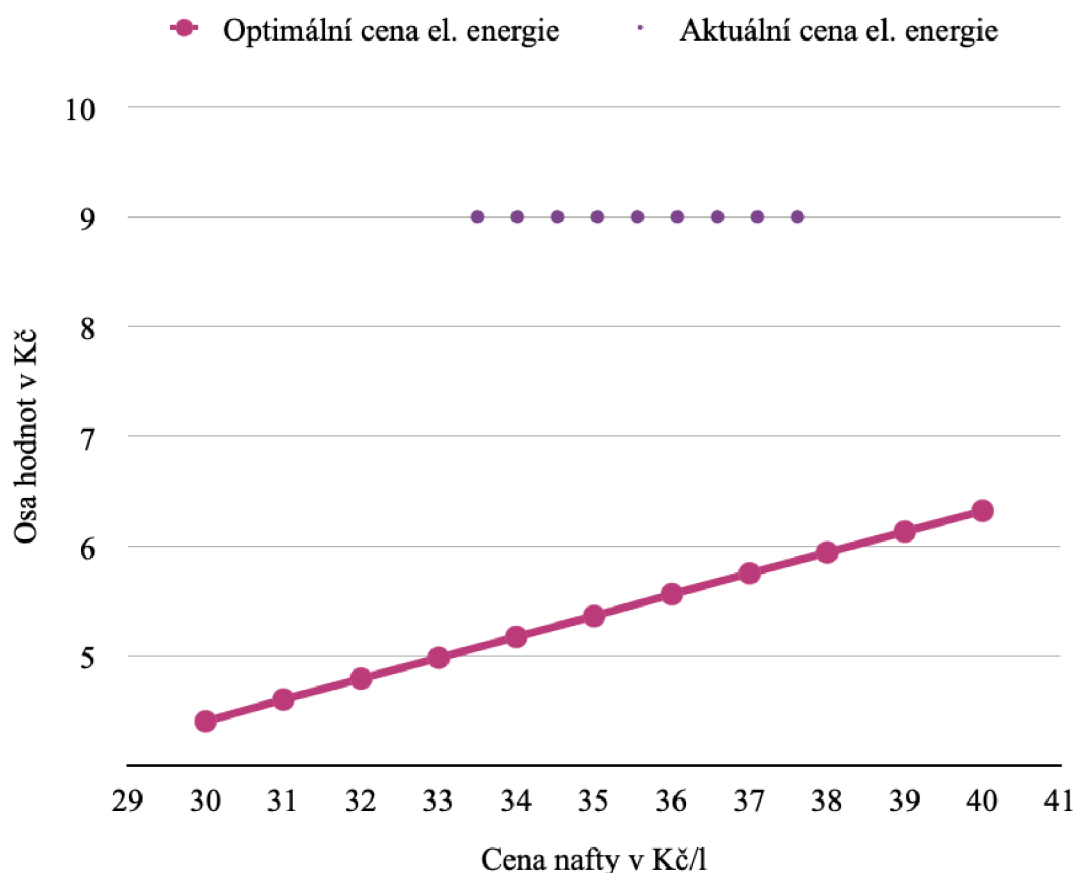
MB eActros	Měsíční výše (Kč/10 620 km)	Jednotková výše (Kč/1 km)
Mzda	45 303	4,26
Diety	6 377	0,6
Opravy a údržba	2 124	0,34
Povinné odvody	5 482,62	0,52
Mýtné	0	0
Přímé náklady celkem	59 286,62	5,72
Provozní režie	10 000	0,94
Správní režie	20 000	1,88
Celkové provozní náklady	89 286,62	8,54

Zdroj: vlastní vypracování, Mercedes-Benz 2023

Jak lze z názvu tabulky poznat, jedná se o vyčíslení provozních nákladů pro vozidlo Mercedes-Benz eActros. Měsíční výše provozních nákladů byla stanovena pro měsíční objem práce, který je stejně jako u vozidla Volvo FH odpovídá 10 620 km pro každý kalendářní měsíc. Každá z uvedených položek je proto stanovena v měsíční výši, která je následně přepočítána na 1 km. V tomto případě si však nelze nevšimnout, že mýtné je ve výši 0 Kč. Je to z důvodu toho, že elektrická vozidla včetně vozidel nákladních mají poplatky za mýtné odpuštěny. Provozní a správní režie je pro každé vozidlo stanovena ve stejné výši tak, aby pokryla náklady společnosti na běžný provoz, stejně jako u vozidla Volvo FH. U položky za údržbu a opravy je důležité zmínit, že částka uvedena v tabulce je pouze odhad, který může být v reálném provozu v rozmezí i několika procent odlišný, jelikož v tomto případě záleží na okolních podmínkách a na způsobu jízdy řidiče nákladního vozidla.

Po dosazení všech hodnot do vzorce č. 12 pro zjištění optimální ceny elektrické energie tak, aby byla náklady na provoz jak alternativního a konvenčního pohonu stejné, by se cena za elektrickou energii u tohoto konkrétního vozidla musela rovnat částce 5,12 Kč za kWh. V ideálním případě by se dalo předpokládat, že pokud by cena za el. energii byla 5,12 Kč, byly by náklady rovnocenné provozním nákladům vozidel s konvenčním pohonem. S přihlédnutím k aktuálním cenám za elektrickou energii, kterou si společnost Ionity za nabíjení elektrovozidel účtuje, a která je v posledních 4 měsících konstantní ve výši 9 Kč za 1 kWh, by tomuto cenovému modelu vozidlo Mercedes-Benz eActros nebylo schopné konkurovat. Grafické vyobrazení zobrazuje graf č. 5

Graf 4 Ekonomická efektivnost Nafta X Elektrina (Volvo FH a Mercedes-Benz eActros)



Zdroj: vlastní vypracování, Ionity 2023

Graf č. 4 zobrazuje optimální cenu za elektrickou energii, při níž se budou provozní náklady konvenčního a alternativního rovnat. Optimální cena je znázorněna tak, že se se zvyšující se cenou za naftu úměrně zvyšuje i optimální cena za elektrickou energii. Aktuální cena je však konstantě roka hodnotě 9 Kč za 1 kWh, a z tohoto důvodu není model Mercedes-Benz ekonomicky v tuto chvíli efektivní variantou. Za těchto podmínek výsledky odpovídají tomu, že konvenční pohon je stále ekonomicky výhodnější než pohon alternativní a společnosti by se momentálně nijak nevyplatilo tento model do své flotily zařadit. Je to právě z důvodu vysoké pořizovací ceny, na základě ní by bylo optimální, aby cena za elektrickou energii byla značně nižší, než aktuálně je. V případě, že by se cena za elektrickou energii zhruba o polovinu snížila, dávalo by i přes vysoké pořizovací náklady nákladní vozidlo značky Mercedes-Benz do flotily zařadit a tím by se stalo adekvátní náhradou za nákladní vozidlo s konvenčním pohonem.

3.3.2 Volvo FH X Tesla Semi

Druhou porovnávanou dvojicí nákladních vozidel je Volvo FH a Tesla model Semi ve variantě s dojezdem až 500 mil (804 km). První zmíněný model disponuje dieselovým pohonem, druhý model má pohon elektrický. Následující výpočty umožňují vyobrazení provozních nákladů ve spojitosti s náklady na pohonné hmoty tak, aby se tyto hodnoty rovnaly pro oba druhy pohonů.

Obě vozidla mají totožnou dobu životnosti stanovenou na 8 let používání a stejný roční nájezd ve výši 130 000 km. Pořizovací cena nákladního vozidla od výrobce Volvo FH byla 3,2 mil. Kč. Tesla Semi by v porovnání s modelem FH měla být téměř stejně drahá a její pořizování cena se odhaduje na 3,8 mil. Kč. V porovnání s modelem eActros od Mercedes-Benz je tato cena až podezřele nízká, ačkoliv ji uvádí sama Tesla. Kombinovaná spotřeba nafty je u modelu FH v průměru 21,48 l, což v přepočtu na 1 km odpovídá hodnotě 0,2148 l. Spotřeba elektrické energie Tesly je výrobcem uvedena na 124 kWh/100 km, v přepočtu tedy 1,24 kWh na 1 km. Cena za 1 l nafty byla počítána dle aktuální průměrné ceny nafty nabízených od prodejců pohonných hmot společnosti MOL a OMV ve výši 33,71 Kč s DPH. Obě vozidla disponují užitečnou hmotností 18 tun. Posledními nutnými údaji pro výpočet optimální ceny za elektrickou energii byly provozní náklady obou modelů přepočítány na 1 km. Nejsnazší cestou bylo stanovení celkových měsíčních provozních nákladů, které posléze byly přepočítány na 1 km. Mezi položky, které byly započítávány do provozních nákladů vozidel spadají náklady na mzdu a diety řidiče, oprava u údržba vozidel, pojištění, mýtné a také provozní a správní režie. Rozpis položek provozních nákladů pro vozidlo Volvo FH a Tesla Semi je vyobrazena v tabulce č. 2 a tabulce č. 4.

Tabulka 4 Provozní náklady nákladního vozidla Tesla Semi

Tesla Semi	Měsíční výše (Kč/10 620 km)	Jednotková výše (Kč/1 km)
Mzda	45 303	4,26
Diety	6 377	0,6
Opravy a údržba	4 566,6	0,43
Povinné odvody	5 482,62	0,52
Mýtné	0	0
Přímé náklady celkem	61 729,22	5,81
Provozní režie	10 000	0,94
Správní režie	20 000	1,88
Celkové provozní náklady	144 056,66	8,63

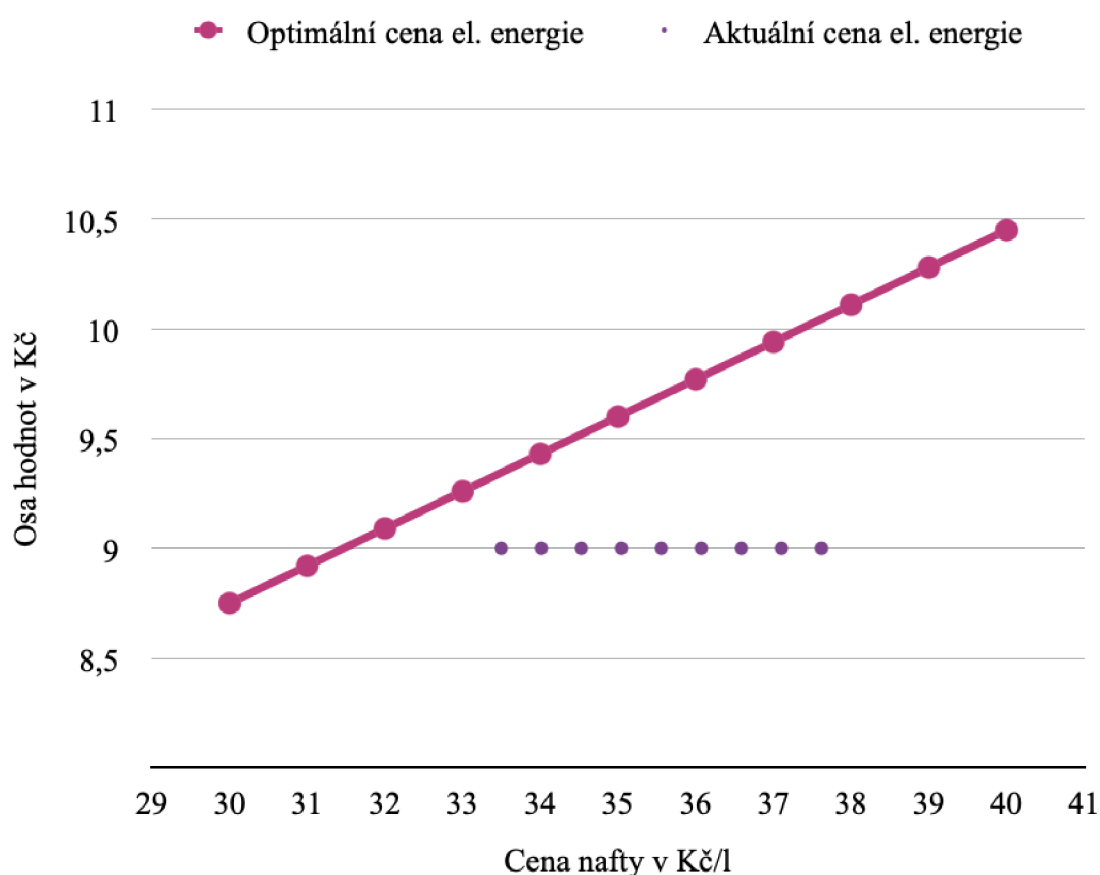
Zdroj: vlastní vypracování, Tesla 2023

Jak lze z názvu tabulky č. 4 poznat, jedná se o vyčíslení provozních nákladů pro vozidlo Tesla Semi. Měsíční výše provozních nákladů byla stanovena pro měsíční objem práce, který je stejně jako u vozidla Volvo FH odpovídá 10 620 km pro každý kalendářní měsíc. Každá z uvedených položek je proto stanovena v měsíční výši, která je následně přepočítána na 1 km. V tomto případě si však nelze nevšimnout, že mýtné je ve výši 0 Kč. Je to z důvodu toho, že elektrická vozidla včetně vozidel nákladních mají poplatky za mýtné odpuštěny, stejně jako tomu je u modelu Mercedes-Benz eActros. Provozní a správní režie je pro každé vozidlo stanovena ve stejné výši tak, aby pokryla náklady společnosti na běžný provoz, stejně jako u vozidla Volvo FH. U položky za údržbu a opravy je důležité zmínit, že částka uvedená v tabulce je pouze odhad, který může být v reálném provozu v rozmezí i několika

procent odlišný, jelikož v tomto případě záleží na okolních podmínkách a na způsobu jízdy řidiče nákladního vozidla.

Po dosažení všech hodnot do vzorce č. 12 pro zjištění optimální ceny elektrické energie tak, aby byla náklady na provoz jak alternativního a konvenčního pohonu stejné, by se cena za elektrickou energii u tohoto konkrétního vozidla musela rovnat částce 9,51 Kč za kWh. Vzhledem k tomu, že aktuální cena elektrické energie je společností Ionity ve výši 9 Kč za 1 kWh, Tesla Semi by se tedy jevila jako adekvátní náhradou nákladního vozidla s konvenčním pohonem, jelikož její provoz by vycházel ekonomicky levněji než v případě modelu Volvo FH s dieselovým pohonem. Grafické vyobrazení zobrazuje graf č. 5.

Graf 5 Ekonomická efektivnost Nafta X Elektřina (Volvo FH a Tesla Semi)



Zdroj: vlastní vypracování, Ionity 2023

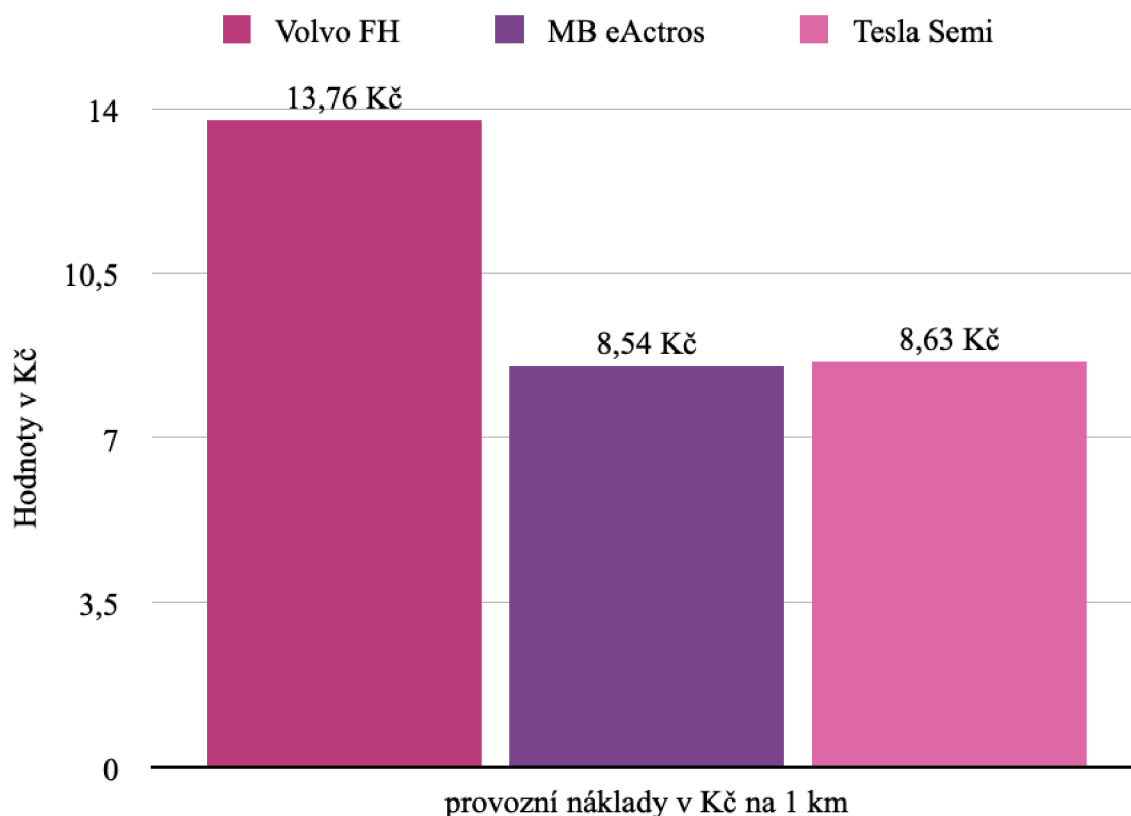
Graf č. 5 zobrazuje optimální cenu za elektrickou energii, při níž se budou provozní náklady konvenčního a alternativního rovnat. Optimální cena je znázorněna tak, že se se zvyšující se cenou za naftu úměrně zvyšuje i optimální cena za elektrickou energii. Aktuální cena je však konstantě rovna hodnotě 9 Kč za 1 kWh. Tesla Semi se svými provozními náklady, které by se rovnaly provozním nákladům nákladních vozidel s dieselovým pohonem by tuto částku ještě převýšili, tím pádem by za těchto podmínek byla Tesla Semi momentálně nejvhodnější náhradou klasického konvenčního pohonu a v době uvedení na trh by bylo vhodné toto konkrétní vozidlo zařadit do flotily nákladních vozidel. Tím, že cena modelu Semi je téměř srovnatelná jako nákladní vozidla s dieselovým pohonem, mohla by Tesla

být tím nejvhodnějším kandidátem nákladního vozidla s elektrickým pohonem a postupně nahradit všechna ostatní nákladní vozidla.

3.4 Doporučení, závěry, vlastní přínosy práce

Na základě výsledků této bakalářské práce došlo k vyhodnocení ekonomické efektivity 3 modelů nákladních vozidel, jednoho s dieselovým pohonem a dva s pohonem elektrickým. Pomocí výpočtů na stanovení nejprve výše provozních nákladů pro konkrétní vozidla za kalendářní měsíc, které následně byly převedeny na 1 km vyplynula jako jediná vhodná varianta nahrazení nákladního vozidla od výrobce Volvo novým nákladem vozidlem od značky Tesla. To samozřejmě za předpokladu v současnosti výrobcem deklarovaných parametrů tohoto vozidla, tedy zejména ceny a dojezdu. Konkrétní model, který dle ekonomického porovnání vyšel jako nejvhodnějším adeptem pro nahrazení všech vozidel v majetku společnosti MUTU Service, s. r. o. byla Tesla model Semi ve variantě s dojezdem až 500 mil, což v přepočtu na km vychází na dojezd až 804 km za optimálních provozních podmínek. S přihlédnutím na aktuální ceny za elektrickou energii, kterou společnost Ionity drží již několik měsíců konstantě ve výši 9 Kč za kWh lze předpokládat, že za těchto podmínek vzejde Tesla model Semi jako nejekonomičtější modelem. V porovnání s druhým modelem značky Mercedes-Benz eActros, který byl sice provozními náklady jižně na nižší hodnotě než model Semi, je však eActros se svými pořizovacími náklady převyšujícími 10 mil. Kč nevhodnou variantou. Optimální cena elektrické energie by se při používání tohoto modelu musela pohybovat kolem 5 Kč za 1 kWh, což k aktuálním sazbám není pravděpodobné. Tesla model Semi se tak stal primárním řešením, které bude společnost MUTU Service, s. r. o. v budoucnu vyhledávat, pokud budou predikce na stanovení pořizovacích nákladů a provozních nákladů vyčísleny i v době uvedení tohoto modelu pro prodeje koncovým zákazníkům minimálně obdobné. Provozní náklady konkrétních modelů jsou vyobrazeny na grafu č. 6.

Graf 6 Provozní náklady porovnávaných modelů na Kč na 1 km



Zdroj: vlastní vypracování

Jak lze na grafu č. 6 pozorovat, nejvyšší provozní náklady přepočítané na 1 km jdou u vozidla Volvo FH. Je to z důvodu toho, že jako jediné vozidlo má ve výpočtu zahrnuté poplatky za mýtné, které jsou u vozidel s elektrickým pohonem odpuštěny. Ve výsledku je mýtné poměrně vysokou položkou, která se promítá i v nákladech na provoz nákladních vozidel. Další položkou, která ačkoliv ne tak výrazně, ale přesto ovlivnila výši provozních nákladů u nákladního vozidla s dieselovým pohonem jsou bezesporu náklady na údržbu a opravy. Předpokládá se, že náklady na údržbu a opravy budou u nákladních vozidel s elektrickým pohonem dosahovat výše kolem 1/3 ve srovnání s klasickým konvenčním pohonem. Konkrétně v tomto případě byly u modelu Volvo FH vypočítány náklady na opravu a údržbu v přepočtu na 1 km na částku 0,82 Kč na km, kdežto u MB eActros byla tato hodnota 0,34 Kč na 1 km. Model Semi od Tesly byl na údržbě a opravách o něco málo dražší, i přesto však dosahoval značně nižší hodnoty než u modelu FH. Částka za opravy a údržbu byla pro model Tesla Semi vypočítána na 0,43 Kč na 1 km. Zbylé položky, díky kterým bylo možné stanovit výši provozních nákladů na 1 km byly stejné. Týkalo se to mzdy a diet pro řidiče, výše povinných odvodů a také provozní a správní režie.

Závěrem této práce bylo vyhodnocení jedné varianty jako nejekonomičtější, a touto variantou se stal model Tesla Semi. Hlavní otázkou však v budoucnu bude, zda budou náklady na pořízení v momentu uvedení vozidla na trh pro koncové zákazníky opravdu odpovídat predikcím pořizovací ceny tak, jak ji odhaduje sama výrobní společnost, či je okolností změni a cena za tento model nebude tak příznivá, jak společnost uvádí. Pokud dojde ke značnému zvýšení

těchto pořizovacích nákladů, je pravděpodobné, že ekonomická efektivita již nebude tak optimistická a konvenční pohon si stále udrží své prvenství v používání v nákladní silniční dopravě, tak, jako tomu je doposud.

Tím, že se tato bakalářská práce zaměřila na ekonomické vyhodnocení použití alternativního pohonu v silniční nákladní dopravě, přinesla několik nových poznatků a informací, které budou přínosné jak v praxi, tak pro osobní účely. Vzhledem k tomu, že téma elektromobility je sice v osobní dopravě velice často zkoumané, v dopravě nákladní tomu tak vzhledem k stále obrovským technologickým a infrastrukturálním omezením zatím není, byť stále dochází k poznatkům i v segmentu nákladních vozidel. Díky této bakalářské práci došlo k poměrně obsáhlému výzkumu právě v oblasti alternativního pohonu, jeho využití a teoretickým znalostem, které v budoucnu vytvoří základní opěrný bod při rozhodování, zda bude pro společnost ekonomicky výhodné nahrazovat aktuální nákladní vozidla vozidly s elektrickými či jinými alternativními pohony. Díky spolupráci se společností MUTU Service, která této práci poskytla interní informace týkající se oblasti provozních nákladů nákladních vozidel a poskytla konkrétní trasu, která posloužila pro účely porovnání ekonomického vyhodnocení použitého pohonu, bylo možné toto vyhodnocení provést na reálných podmínkách silniční nákladní dopravy. Na základě těchto výsledků pak bylo možné určit, zda by pro společnosti bylo ekonomicky výhodné alternativní pohon ve svém podnikání používat, samozřejmě za stávajících technologických a ekonomických podmínek, u nichž ovšem musíme mít na paměti, že jde o data obvykle výrobci vozidel deklarovaná, nikoli však v praxi vyzkoušená. Dále byla tato práce přínosná zejména pro management společnosti a jejich spolupracovníky, kteří se zabývají investováním do firemní flotily nákladních vozidel a budou tuto otázku řešit i při obnově starších nákladních vozidel za vozidla nová a umožnilo jim to více porozumět výhodám a nevýhodám jednotlivých typů pohonů.

4 Závěr

Primární téma této bakalářské práce bylo ekonomické vyhodnocení použití alternativního paliva ve srovnání s použitím konvenčního, tj. dieselového, pohonu. Elektrické pohony jako takové jistě mají v budoucnu velkou šanci se udržet na předních příčkách pro použití v osobní dopravě, otázka však bude, zda bude tento model použití vhodný i v dopravě nákladní. Cílem bylo stanovení optimální ceny za elektrickou energii v případě použití alternativního pohonu na nejméně frekventovanější trase, kterou společnost MUTU Service, s. r. o. pravidelně jezdí, a také porovnání ekonomičností ve srovnání s použitím nákladního vozidla s dieselovým pohonem.

Elektromobilita, emise a zejména snaha o jejich snižování vedla k námětu této bakalářské práce, která se v první řadě zaměřila na definice alternativních pohonů jako takových a jejich porovnání mezi sebou dle výhod a nevýhod každého vybraného typu paliva. Aktuálně nejvíce podporovaným alternativním palivem je jednoznačně elektřina, které se dostává i největší podpory z hlediska dotací členských i nečlenských států Evropské unie. Infrastruktura nabíjecích stanic za poslední roky vzrostla o stovky procent, jelikož v minulosti nebyl na dobíjení brán takový zřetel. Obecně se tento trend v elektromobilitě, zejména v uvádění nejnovějších elektromobilů napříč všemi výrobci se rozmohl až v posledních 5 letech.

Silniční nákladní doprava je specifická oblast dopravy, která má své kladné i záporné stránky. Jednou z předních výhod je samozřejmě četnost silnic a dálnic po celé Evropě, díky které je možné dostat zboží téměř odkudkoli kamkoli. Bohužel ale se zvyšujícím se počtem vozidel na silnicích a dálnicích roste i množství skleníkových plynů, které se dostává díky spalování částic v motorech vozidel do ovzduší a tím dochází ke zhoršování kvality klimatu, což má za následek mimo jiné i globální oteplování planety. Tím, že se Evropská unie zavázala být do roku 2050 klimaticky neutrálním kontinentem, stále více se dostávají do popředí vozidla s nižšími emisemi, které jsou vypouštěny do ovzduší. Jednou z těchto oblastí jsou samozřejmě i vozidla nákladní, u kterých je důraz na snižování emisí kladem stejně, jako u vozidel osobních.

Velká část práce byla věnována nákladům na provoz nákladních vozidel. Nejprve byly definovány náklady dle ekonomického dělení, jako jsou náklady fixní a variabilní, přímé a nepřímé a poté byly blíže specifikovány náklady, týkající se provozu 3 vybraných modelů nákladních vozidel od různých výrobců s rozdílnými druhy paliva, které bylo následně nutné přepočítat na 1 ujetý km, aby bylo možné výsledně vyčíslit ekonomickou efektivnost jak alternativního, tak konvenčního paliva a tyto hodnoty mezi sebou porovnat. Vybranými výrobci byly společnosti Mercedes-Benz, Volvo a Tesla. Volvo FH bylo jediným zástupcem nákladního vozidla s dieselovým pohonem, které bylo porovnáváno s elektrickými nákladními vozidly eActros (Mercedes-Benz) a model Semi (Tesla). Pro tento výpočet byl vymezen konkrétní vzorec č. 13, který se zaměřuje právě na porovnání celkových nákladů na provoz včetně stanovení optimální ceny alternativního paliva, díky které se budou náklady obou použitých pohonů rovnat.

Na základě získaných výsledků bylo možné určit, který z vybraných modelů splňuje nejvíce všechna kritéria pro optimální náhradu nákladních vozidel s dieselovým pohonem. Nejekonomičtější a nejvhodnější variantou pro náhradu aktuálně používaných nákladních

vozidel FH od výrobce Volvo se stal model Semi od značky Tesla. Jako jediný z porovnávaných modelů dokáže adekvátně konkurovat a v budoucnu nahradit nákladní vozidla s konvenčními palivy po provozní i ekonomické stránce. Vzhledem k ceně pořízení, která je společností Tesla předpokládána v obdobné výši současně prodávaných nákladních vozidel s pohonem dieselovým, je Tesla Semi jedinou ekonomicky schůdnou variantou na náhradu současných modelů nákladních vozidel v budoucnu. Samozřejmě, že za předpokladu, že data, deklarovaná společností Tesla, budou platit i v reálném provozu. Výsledky v porovnání s modelem od výrobce Mercedes-Benz eActros nejsou zcela ekonomicky výhodné právě z důvodu vysoké pořizovací ceny. Čím vyšší je pořizovací cena vozidla, tím nižší by posléze musela být cena za elektrickou energii, aby se náklady na provoz konvenčního a alternativního pohonu alespoň rovnal, v ideálním případě má být ovšem alternativní pohon ekonomicky výhodnější a bylo možné o použití alternativního pohonu v silniční nákladní dopravě alespoň uvažovat.

Literatura

Primární zdroje

MACUROVÁ, P., KLABUSAYOVÁ, N., TVRDOŇ, L. *Logistika*. 2. upravené a doplněné vydání. SOET, vol. 16. Ostrava: VŠB – TU, 2018. 370 s. ISBN 978-80-248-4158-8.

MARTINOVIČOVÁ, D., KONEČNÝ, M. a VAVŘINA, J. *Úvod do podnikové ekonomiky*. 2. aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing, 2019. 224 s. ISBN 978-80-271-2034-5.

ŘÍHA, Z. a DOČKALÍKOVÁ, I. *Economics of Electromobility Development in the Czech Republic from the Perspective of Users*. Transport Means – Proceedings of the International Conference, 2022. 745–739 s. ISSN 1822–296X.

ŘÍHA, Z., TICHÝ, J. a GNAP, J. *The Cost Development in Road Freight Transportation*. Transport Means – Proceedings of the International Conference, 2022. 302-307 s. ISSN 1822–296X.

Odborné knihy a časopisy

GAŠPARÍK, J. a KOLÁŘ, J. *Železniční doprava: technologie, řízení, grafikony a dalších 100 zajímavostí*. Grada Publishing, a. s., 2017. 432 s. ISBN 978-80-271-9855-9.

NOVÁK, R. *Mezinárodní kamionová doprava plus*. 2. vyd. Praha: ASPI Publishing, 2003. 250 s. ISBN 80-86395-53-7.

RODRIGUE, J-P. *The Geography of Transport Systems*. 5. vyd. New York: Routledge, 2020. 456 s. ISBN 978-0-367-36463-2.

ŘÍHA, Z. a TICHÝ, J. *Kalkulace a modelování nákladů v dopravě*. Fakulta dopravní ČVUT v Praze, 2014. 8 s.

TALLEY, W. K. *Port Economics*. Routledge, 2017. 286 s. ISBN 978-11-389-5219-5.

Internetové zdroje

AGENTURA PRO OCHRANU ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ (EPA) [online]. 2023 [cit. 2023-04-09]. Dostupný z WWW:

<https://www.epa.gov/environmental-economics/economics-biofuels>

AHLVIK, P. a MAJEWSKI, W. A. *Dieselnet* [online]. 2023 [cit. 2023-02-12]. Dostupný z WWW:

https://dieselnet.com/tech/fuel_alt.php#altfuel

CARA [online]. 2023 [cit. 2023-02-27]. Dostupný z WWW:

<https://www.cara.eu/en/nos-filieres/transport-par-cable/?cn-reloaded=1>

ENVIWEB [online]. 2014 [cit. 2023-02-24]. Dostupný z WWW:

<https://www.enviweb.cz/99614>

EVEXPERT [online]. 2023 [cit. 2023-04-17]. Dostupný z WWW:
<https://www.evexpert.cz/eshop/znalostni-centrum/ac-dc-nabijeni>

EVROPSKÁ KOMISE [online]. 2023 [cit. 2023-03-14]. Dostupný z WWW:
https://commission.europa.eu/index_cs

EVROPSKÝ PARLAMENT [online]. 2023 [cit. 2023-04-01]. Dostupný z WWW:
<https://www.europarl.europa.eu/portal/cs>

GOOGLE MAPS [online]. 2023 [cit. 2023-04-27]. Dostupný z WWW:
<https://www.google.com/maps>

HOBÍK, P. *Mercedes-Benz Trucks* [online]. 2023 [cit. 2023-03-01]. Dostupný z WWW:
https://www.mercedes-benz-trucks.com/cs_CZ/home.html

IATA [online]. 2023 [cit. 2023-03-07]. Dostupný z WWW:
<http://www.iata.org/about/Pages/history.aspx>

IODA [online]. 2023 [cit. 2023-04-15]. Dostupný z WWW:
http://data.ioda.cz/#ds=149s_all-all

IONITY [online]. 2023 [cit. 2023-04-05]. Dostupný z WWW:
<https://ionity.eu>

JUSTICE [online]. 2023 [cit. 2023-03-10]. Dostupný z WWW:
<https://www.justice.cz>

LIU, H. *Britannica* [online]. 2023 [cit. 2023-03-15]. Dostupný z WWW:
<https://www.britannica.com/technology/pipeline-technology>

MINISTERSTVO DOPRAVY ČESKÉ REPUBLIKY [online]. 2023 [cit. 2023-03-07].
Dostupný z WWW:
<https://www.mdcz.cz>

MOL [online]. 2023 [cit. 2023-04-05]. Dostupný z WWW:
<https://molcesko.cz/cz/>

OMV [online]. 2023 [cit. 2023-04-05]. Dostupný z WWW:
<https://www.omv.cz/cs-cz>

OSN [online]. 2015 [cit. 2023-04-12]. Dostupný z WWW:
<https://www.un.org/en/chronicle/article/role-fossil-fuels-sustainable-energy-system>

SDA [online]. 2023 [cit. 2023-03-26]. Dostupný z WWW:
<https://portal.sda-cia.cz/stat.php?v#rok=2021&mesic=12&kat=stav&vyb=&upr=&obd=m&jine=false&lang=CZ&str=vpp>

SKALA, D. *Klaustimber* [online]. 2023 [cit. 2023-04-21]. Dostupný z WWW:
<https://www.klaustimber.cz/eurolicence-pro-kamionovou-dopravu>

SMART ALTERNATIVE FUELS [online]. 2023 [cit. 2023-02-10]. Dostupný z WWW:
<https://smartalternativefuels.com/blog/what-are-the-environmental-benefits-of-using-alternative-fuel-sources/>

SYDOS [online]. 2023 [cit. 2023-03-22]. Dostupný z WWW:
https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2021/rocenka/htm_cz/obsah7.html

TESLA [online]. 2023 [cit. 2023-03-01]. Dostupný z WWW:
<https://www.tesla.com/semi>

TOLL COLECTER [online]. 2023 [cit. 2023-03-07]. Dostupný z WWW:
https://www.toll-collect.de/cs/toll_collect/tc_homepage.html

VOJTA, T. *Účtování* [online]. 2023 [cit. 2023-03-15]. Dostupný z WWW:
<https://www.uctovani.net/kalkulacka-zahranicni-cesty-stravne-kapesne.php>

VOLVO TRUCKS [online]. 2023 [cit. 2023-03-01]. Dostupný z WWW:
<https://www.volvo Trucks.cz/cs-cz/>

VOTÍK, D. *MUTU Service* [online]. 2023 [cit. 2023-04-03]. Dostupný z WWW:
www.mutuservice.cz

WIKIPEDIA [online]. 2023 [cit. 2023-03-22]. Dostupný z WWW:
https://cs.wikipedia.org/wiki/Emisn%C3%AD_norma_Euro

WILLIAMS, B. *Brian Williams* [online]. 2023 [cit. 2023-02-24]. Dostupný z WWW:
<https://www.briangwilliams.us/green-initiatives/a-brief-history-of-alternative-fuels.html>

Přílohy



Řešená problematika

Úvod

Bakalářská práce se zabývá ekonomickým vyhodnocením využití alternativního pohonu v silniční nákladní dopravě, jelikož kvůli rostoucím omezením týkající se emisí v dopravě je to velice aktuální téma.

Cíle

Primárním cílem bakalářské práce se ekonomické porovnání použití alternativního a dieselového pohonu s přihlédnutím na vymezení provozních nákladů vybraných modelů a zjištěním optimální ceny za elektrickou energii, aby si provozní náklady pro použití ať už alternativního či konvenčního pohonu byly rovny. Toto porovnání bylo provedeno na konkrétní trase.

Způsob řešení

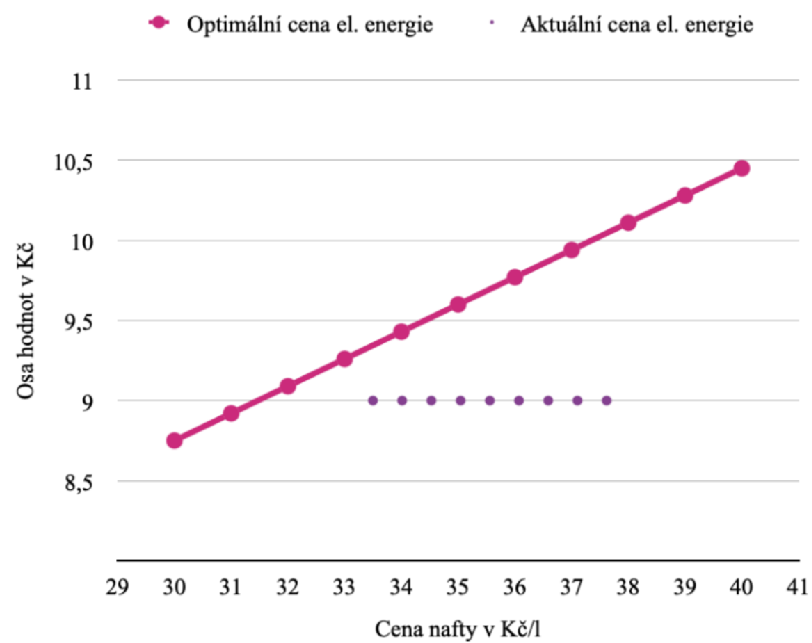
Primárním způsobem řešení byl výpočet provozních nákladů vybraných modelů nákladních vozidel (Volvo FH, Mercedes-Benz eActros a Tesla Semi) a porovnání ekonomické efektivity alternativního a dieselového paliva, stanovení jejich provozních nákladů a určení optimální ceny za elektrickou energii, aby byl alternativní pohon, v tomto případě pohon elektrický, ekonomicky stejný, ideálně výhodnější než pohon dieselový.

Výsledky práce

Pomocí výpočtů vyplynula jako jedná vhodná varianta nahrazení nákladního vozidla od výrobce Volvo novým nákladem vozidlem od značky Tesla. Konkrétní model byla Tesla model Semi ve variantě s dojezdem až 500 mil, což v přepočtu na km vychází na dojezd až 804 km za optimálních provozních podmínek. S přihlédnutím na aktuální ceny za elektrickou energii, kterou společnost Ionity drží již několik měsíců konstantě ve výši 9 Kč za kWh lze předpokládat, že za těchto podmínek vzejde Tesla model Semi jako nejekonomičtější modelem.

Výsledky práce – grafické znázornění

Graf 1 Ekonomická efektivnost Nafta X Elektřina (Volvo FH a Tesla Semi)



Závěry a doporučení

Tesla model Semi se tak stal primárním řešením, které bude společnost MUTU Service, s. r. o. v budoucnu vyhledávat, pokud budou predikce na stanovení pořizovacích nákladů a provozních nákladů vyčísleny i v době uvedení tohoto modelu pro prodeje koncovým zákazníkům minimálně obdobné. Tesla Semi vyplývá z výpočtů jako nejeekonomičtější varianta, pokud bude společnost v budoucnu přecházet na alternativní paliva ve svých nákladních vozidlech.



**DĚKUJI ZA
POZORNOST**