

**Vysoká škola logistiky o.p.s.**

**Využití alternativního pohonu  
u nákladních motorových vozidel  
v mezinárodní silniční dopravě**

(Bakalářská práce)



Vysoká škola  
logistiky  
o.p.s.

# Zadání bakalářské práce

|                  |                     |
|------------------|---------------------|
| student          | <b>David Průdek</b> |
| studijní program | Logistika           |
| obor             | Dopravní logistika  |

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

Název tématu: **Využití alternativního pohonu u nákladních motorových vozidel v mezinárodní silniční dopravě**

Cíl práce:

Analyzovat možnosti využití alternativních pohonů u nákladních motorových vozidel a navrhnout opatření k nahrazení dieselového pohonu alternativním pohonem.

Zásady pro vypracování:

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

Bakalářskou práci zpracujte v těchto bodech:

Úvod

1. Teoretická východiska pohonů silničních vozidel
2. Analýza využitelnosti alternativních pohonů u nákladních motorových vozidel
3. Návrh opatření k nahrazení dieselového pohonu alternativním pohonem
4. Vyhodnocení

Závěr

Rozsah práce: 35 – 50 normostran textu

Seznam odborné literatury:

HROMÁDKO, Jan. Speciální spalovací motory a alternativní pohony. Praha: Grada, 2012. 160 s. ISBN 978-80-247-4455-1.

KAMEŠ, Josef. Hybridní a elektrický pohon automobilů. Praha: Kameš Josef, 2015. 269 s. ISBN 2013-11-14-1.

VLK, František. Alternativní pohony motorových vozidel. Brno: Vlk František, 2004. 234 s. ISBN 80-239-1602-5.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Michal Turek, Ph.D.

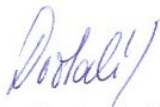
Datum zadání bakalářské práce:

31. 10. 2019

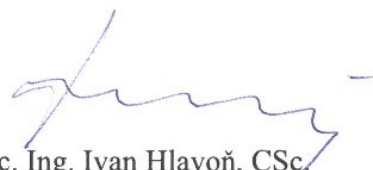
Datum odevzdání bakalářské práce:

5. 5. 2020

Přerov 31. 10. 2019



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



doc. Ing. Ivan Hlavoň, CSc.  
rektor

## Čestné prohlášení

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

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

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

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze bakalářské práce, elektronická verze na odevzdaném optickém médiu a verze nahraná do informačního systému jsou totožné.

V Přerově, dne 05. 05. 2020

.....

podpis

## **Poděkování**

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu práce Ing. Michalovi Turkovi, Ph.D. za vstřícný přístup a cenné rady. Dále děkuji firmě VKV BŘECLAV, spol. s r.o. za poskytnuté informace k dané problematice.

## **Anotace**

Bakalářská práce je zaměřena na využití alternativních pohonů v mezinárodní nákladní silniční dopravě a možnosti jeho zavedení do vozového parku dopravní společnosti. V teoretické části jsou popsána teoretická východiska alternativních pohonů. V praktické části je nejprve analyzována současná nabídka vozidel s alternativním pohonem a porovnávána s vozidly s dieselovým pohonem. Dále je navrhováno zavedení vozidel s alternativním pohonem na základě vícekritériálního rozhodování. V závěrečné části jsou vyhodnoceny přínosy související se zavedením těchto pohonů.

## **Klíčová slova**

ropa, alternativní pohon, elektromotor, akumulátor, CNG, palivový článek, vodík

## **Annotation**

The bachelor work is focused to application of alternative drives in an international heavy road transport and his implementation to the vehicle fleet in transport company. In the theory section are describe the theory solutions of alternative drives. In the practical section is at first analyses of current offers of vehicles with an alternative drives and after then they are compared with vehicles with diesel engine. As next, it is suggested an implementation of vehicles with alternative engine based on multicriterial analysis. In the final section are evaluated the benefits related with the implementation this engines.

## **Keywords**

crude oil, alternative drive, electric engine, battery, CNG, fuel cell, hydrogen

# Obsah

|   |    |
|---|----|
| Úvod .....  | 9  |
| 1 Teoretická východiska pohonů silničních vozidel.....                              | 10 |
| 1.1 Konvenční pohon – spalovací motory.....   | 10 |
| 1.2 Alternativní pohony .....   | 12 |
| 1.3 Pohon na biopaliva .....  | 13 |
| 1.4 Elektrický pohon .....  | 14 |
| 1.4.1 Stejnoseměrný motor s cizím buzením.....                                      | 15 |
| 1.4.2 Synchronní motor s permanentním buzením .....                                 | 15 |
| 1.4.3 Asynchronní motor .....   | 16 |
| 1.4.4 Řízený reluktanční motor.....   | 16 |
| 1.4.5 Magnetický motor.....   | 16 |
| 1.4.6 Zásobník energie akumulátor.....  | 17 |
| 1.5 Vozidla s pohonem na plynná paliva .....  | 18 |
| 1.5.1 Zkapalněný ropný plyn LPG (Liquefied Petroleum Gas).....                      | 18 |
| 1.5.2 Zemní plyn CNG (Compressed Natural Gas), LNG (Liquefied<br>Natural Gas) ..... | 19 |
| 1.6 Vodíkový pohon.....   | 19 |
| 1.6.1 Vodík .....   | 19 |
| 1.6.2 Palivový článek.....  | 20 |
| 1.7 Hybridní pohon .....  | 21 |
| 2 Analýza využitelnosti alternativních pohonů u nákladních motorových vozidel.....  | 23 |
| 2.1 Analýza vnitřních a vnějších faktorů .....                                      | 23 |
| 2.1.1 SWOT analýza alternativních pohonů .....                                      | 23 |
| 2.1.2 Silné stránky .....   | 24 |
| 2.1.3 Slabé stránky .....   | 24 |
| 2.1.4 Příležitosti .....  | 25 |
| 2.1.5 Hrozby .....  | 25 |
| 2.1.6 Vyhodnocení SWOT analýzy .....  | 25 |
| 2.2 Elektrický pohon .....  | 28 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 2.3   | Pohon na plynná paliva .....  | 29 |
| 2.4   | Vodíkový pohon.....   | 30 |
| 2.5   | Hybridní pohon .....  | 31 |
| 3     | Návrh opatření k nahrazení diesellového pohonu alternativním pohonem..... | 33 |
| 3.1   | Zasílatelství .....   | 33 |
| 3.2   | Skladování.....   | 33 |
| 3.3   | Servisní středisko .....  | 34 |
| 3.4   | Vozový park .....   | 34 |
| 3.5   | SWOT analýza dopravní firmy .....   | 36 |
| 3.5.1 | Silné stránky .....   | 37 |
| 3.5.2 | Slabé stránky .....   | 38 |
| 3.5.3 | Příležitosti .....  | 38 |
| 3.5.4 | Hrozby .....  | 38 |
| 3.5.5 | Vyhodnocení SWOT analýzy .....  | 38 |
| 3.6   | Kritéria pro výběr alternativního pohonu.....                             | 41 |
| 3.6.1 | Dostupnost paliva .....   | 41 |
| 3.6.2 | Rychlost doplnění paliva .....  | 43 |
| 3.6.3 | Dojezd.....   | 44 |
| 3.6.4 | Zvýhodnění alternativních pohonů .....                                    | 44 |
| 3.7   | Vícekritériální rozhodnutí .....  | 45 |
| 4     | Vyhodnocení.....  | 46 |
| 4.1   | Srovnání cen konvenčního a plynného paliva.....                           | 46 |
| 4.2   | Spotřeba vozidla / Úspora .....   | 46 |
| 4.3   | Náklady na pořízení vozidla s alternativním pohonem.....                  | 49 |
| 4.4   | Dojezd .....  | 50 |
| 4.5   | Souhrn .....  | 51 |
|       | Závěr.....  | 52 |
|       | Seznam zdrojů .....   | 54 |
|       | Seznam grafických objektů.....  | 57 |
|       | Seznam zkratk.....  | 59 |



# Úvod

Téma této bakalářské práce je využití alternativního pohonu u nákladních motorových vozidel v mezinárodní silniční dopravě. Jejich reálné uplatnění v provozu, výhody i omezení a jejich dostupnost. Alternativní pohony se nyní dostávají do popředí zájmu z důvodu neustále zvyšujícího se počtu nákladních vozidel a jejich zátěže pro životní prostředí. Dalším důvodem je snížení závislosti na fosilních palivech z pohledu jejich omezeného množství. Výstupem této práce je návrh opatření pro dopravní firmu provozující mezinárodní silniční dopravu a nahrazení diesellového pohonu některým vhodným alternativním pohonem.

Bakalářská práce je rozdělena na dvě části, teoretickou a praktickou. Teoretická část se zaměřuje na představení, stručný popis jednotlivých alternativních pohonů a jejich základní charakteristiku. Dále jsou uvedeny vozidla vybavena těmito technologiemi včetně přehledu jejich výhod i omezení. V praktické části je představena dopravní firma, které má zájem o návrh na případné pořízení nákladního vozidla s alternativním pohonem.

Struktura bakalářské práce je koncipována na základě literární rešerše, kde jsou prezentovány výsledky dosavadního vývoje na poli alternativních pohonů doplněné o aktuální informace k tématu. Výsledky jsou dále uplatněny v praktické části práce, kde jsou použity k návrhu opatření pro výběr vhodného řešení. Pro zkoumání situace v dopravní firmě je použita SWOT analýza<sup>1</sup>. Pro určení vhodného alternativního pohonu je aplikována vícekritériální analýza. Tyto metody jsou vybrány, aby zajistily co nejobjektivnější podklady pro správné rozhodnutí při návrhu alternativního pohonu.

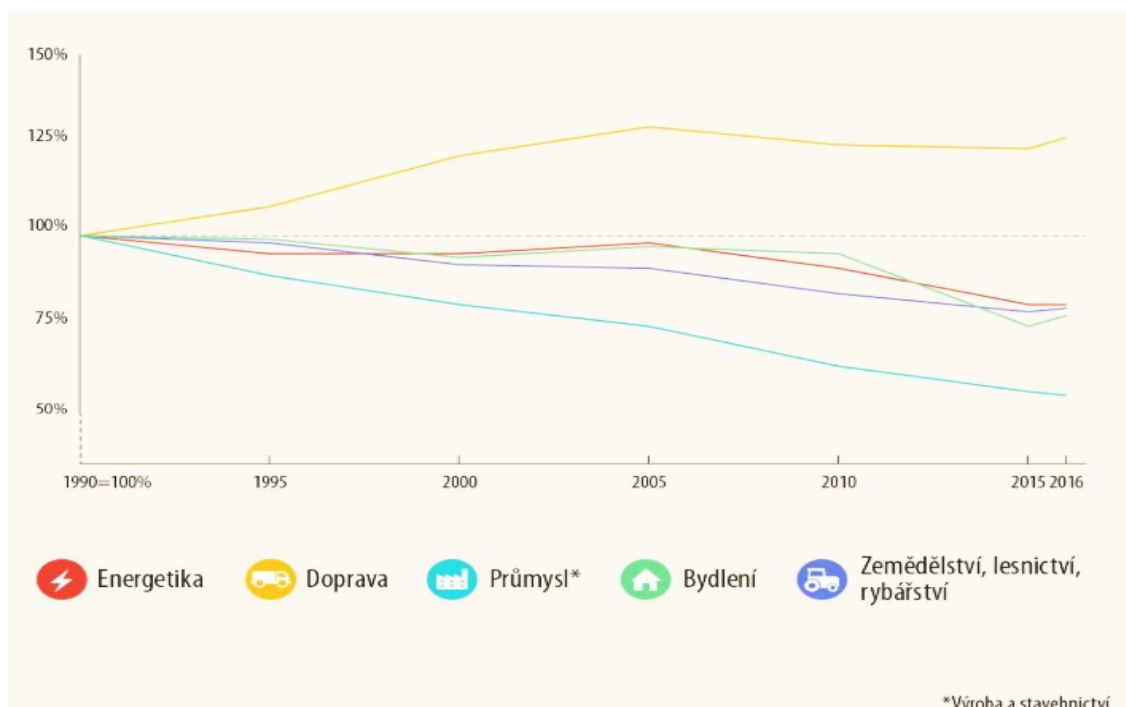
Cílem této bakalářské práce je analyzovat a navrhnout na základě získaných informací, nákladní vozidlo s alternativním pohonem vhodné pro provoz v mezinárodní silniční dopravě. Dále možnost jeho začlenění do již existující skupiny vozidel s konvenčním pohonem tak, aby dopravní firma získala konkurenční výhodu a zároveň snížila negativní dopady na životní prostředí.

---

<sup>1</sup> Strategická analýza vnitřního a vnějšího prostředí firmy.

# 1 Teoretická východiska pohonů silničních vozidel

Silniční vozidla jsou uváděna do pohybu pomocí konvenčního pohonu, tedy spalovacího motoru. Provoz těchto vozidel způsobuje znečištění životního prostředí škodlivými emisemi z výfukových plynů a také hlukem. S narůstajícím počtem vozidel roste také spotřeba fosilních paliv. Podle různých studií se zásoby ropy odhadují na pouhých 40 až 100 let. Aktuálním problémem je také zvyšující se produkce oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) v dopravě. Z grafu 1.1 je patrné, že pouze v dopravě se emise CO<sub>2</sub> zvyšují. Alternativní pohony by měly tyto problémy zcela nebo alespoň částečně odstranit.



Graf 1.1 Emise CO<sub>2</sub> v EU v jednotlivých odvětvích (1990-2016)

Zdroj: [1].

## 1.1 Konvenční pohon – spalovací motory

Spalovací motory mají za sebou téměř sto let vývoje a výzkumu. Jsou to tepelné stroje s vnitřním spalováním, které mění chemickou energii na energii mechanickou a tepelnou. V současné době se jedná o nejrozšířenější typ pohonu pro dopravní prostředky.

Rozlišujeme dva základní typy, zážehový a vznětový motor. Základní rozdílem mezi těmito motory je způsob vznícení paliva. U zážehového motoru je stlačená směs vzduchu a paliva zažehnuta jiskrou ze zapalovací svíčky. U vznětového motoru je nejprve stlačen vzduch, což způsobí jeho zahřátí a až poté je vstříknuto palivo, vlivem vysoké teploty dojde k samovznícení.

Účinnost u atmosférického zážehového motoru je asi 35 % a u vznětového přeplňovaného motoru asi 44 %. Zbylá energie ve formě tepla odejde s výfukovými plyny do okolí. [2]

Jako palivo se nejčastěji používá benzín nebo motorová nafta. Obě paliva se vyrábí z ropy jejím zpracováním v rafineriích. Při spalování fosilních paliv vzniká mnoho škodlivých emisí. Mezi hlavní sledované škodlivé látky patří:

**Oxid uhličitý CO<sub>2</sub>** – bezbarvý plyn běžně se vyskytující v zemské atmosféře, vzniká reakcí kyslíku s uhlíkem (spalováním), jeho nadměrná produkce má za následek postupné oteplování planety.

**Oxid uhelnatý CO** – vzniká při nedokonalém spalování a pro lidský organismus je jedovatý. Tento plyn se váže na hemoglobin (červené barvivo) čímž omezuje schopnost přenosu kyslíku a tím způsobuje poškození orgánů. Správným seřízením motoru lze jeho produkci výrazně omezit.

**Oxidy dusíku NO<sub>x</sub>** – vzniká při spalování běžných paliv, zatěžuje životní prostředí, přispívá k okyselování dešťů a vzniku letního smogu. Na lidský organismus působí negativně ve formě oxidu dusičitého, který se v těle mění na kyselinu dusičnou vyvolávající kašel a pocit dušení.

**Nespálené uhlovodíky HC** – produkují je ve větší míře naftové motory, jedná se o několik druhů, které mohou vyvolávat mutaci genů a následně rakovinu. Nejznámější polycyklický aromatický uhlovodík je benzo[a]pyren, který byl již dříve zařazen mezi karcinogenní látky.

**Oxid siřičitý SO<sub>2</sub>** – jedná se o nejméně zastoupenou látku, vznikající při spalování a vyskytující se především u vznětových motorů. Motorová nafta prochází procesem odsiřování a její obsah se neustále snižuje, tím klesají i emise SO<sub>2</sub>.

**Pevné částice PM** – jsou malé prachové částičky o velikosti menším než 10 μm vznikající při nedokonalém spalování. Velké množství těchto malých částic (sazí) vzniká při spalování nafty ve vznětových motorech automobilů, především těch bez filtru pevných částic (DPF). [3]

Limitní množství škodlivin ve výfukových plynech produkovaných spalovacími motory upravuje závazná evropská Emisní norma Euro. Tab. 1.1 uvádí tyto hodnoty. První údaj

zobrazuje normy pro benzínové motory druhý pro naftové. U emisních norem 6 a 6c nedochází ke změnám emisních limitů, ale výrazně se mění metodika měření. Od 1. 9. 2017 byla zavedena nová metodika měření WLTP (Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure), která více odráží dynamiku současného provozu. Součástí měření se stává i měření v reálném provozu, které se nazývá RDE (Real Driving Emissions).

Tab. 1.1 Emisní norma Euro

| Rok zavedení | Norma | CO<br>(g/km) | NOX<br>(g/km) | HC+NOX<br>(g/km) | HC<br>(g/km) | PČ<br>(g/km) |
|--------------|-------|--------------|---------------|------------------|--------------|--------------|
| 1992         | 1     | 3,16 / 3,16  | X             | 1,13 / 1,13      | X / X        | X / 0,18     |
| 1996         | 2     | 2,20 / 1,00  | X             | 0,50 / 0,70      | X / X        | X / 0,08     |
| 2000         | 3     | 2,30 / 0,64  | 0,15 / 0,50   | X / 0,56         | 0,20 / X     | X / 0,05     |
| 2005         | 4     | 1,00 / 0,50  | 0,08 / 0,25   | X / 0,30         | 0,10 / X     | X / 0,025    |
| 2009         | 5     | 1,00 / 0,50  | 0,06 / 0,18   | X / 0,23         | 0,10 / X     | X / 0,005    |
| 2014         | 6     | 1,00 / 0,50  | 0,06 / 0,08   | X / 0,17         | 0,10 / X     | X / 0,005    |
| 2018         | 6c    | 1,00 / 0,50  | 0,06 / 0,08   | X / 0,17         | 0,10 / X     | X / 0,005    |

Legenda: CO – oxid uhelnatý, NOX – oxidy dusíku, HC – uhlovodíky, PČ – pevné částice

Zdroj: [4].

## 1.2 Alternativní pohony

Východiskem pro řešení je hledání alternativního pohonu, který by nabídl čistý provoz a trvale udržitelný rozvoj v dopravě od výroby, provozu až po likvidaci vozidel s ohledem i na ekonomické aspekty.

Mezi základní typy alternativních pohonů řadíme:

Pohon na biopaliva

- Biopaliva první generace;
- Biopaliva druhé generace.

#### Elektrický pohon

- Elektromotor;
- Akumulátor.

#### Vozidla s pohonem na plynná paliva

- Ropný plyn LPG;
- Zemní plyn CNG, LNG.

#### Vodíkový pohon

- Vodík;
- Palivový článek.

#### Hybridní pohon

- Spalovací motor v kombinaci s alternativním pohonem.

### **1.3 Pohon na biopaliva**

Biopaliva jsou produkty zaměřené na snížení ekologických dopadů provozu vozidel spalující fosilní paliva. Mísením bio složky s motorovou naftou a benzínem by se mělo docílit snížení škodlivých emisí a zvýšení podílu obnovitelných zdrojů v palivu.

Biopaliva vznikají z přírodních produktů, z rostlinné a živočišné produkce. Jedná se o pěstování určitých druhů rostlin pro nepotravinářské využití a využití odpadů z rostlinné a živočišné produkce.

Nejdříve se na trhu objevily biopaliva tzv. první generace, nyní se intenzivně pracuje na generaci druhé. Rozdíl mezi biopalivy první a druhé generace je ve vstupní surovině. V první generaci se používají hlavně plodiny sloužící k výrobě potravin, což je jejich hlavní nevýhoda. Použití těchto plodin pro technické účely má vliv na zvyšování cen potravin. V současné době není bionafta ani směsná nafta (min. obsah bio složky 30 %) v nabídce čerpacích stanic, kvůli jejich vyšší ceně oproti klasické motorové naftě. Zůstává tak pouze povinné přimíchávání biosložky do motorové nafty ve výši 5–10 %. Na některých čerpacích stanicích zůstává v prodeji pouze bioethanol.

Pro využití těchto paliv musí být benzinové nebo vznětové motory patřičně upraveny, aby nedocházelo k poruchám a zanášením motorů úsadami.

U druhé generace biopaliv se počítá se vstupní surovinou nepotravinářských plodin a odpadní lignocelulóзовý materiál např. dřevo, dřevní odpad, sláma, rychle rostoucí traviny, použitý papír a další. Tyto suroviny se nacházejí ve velkém množství, ale nevýhodou je jejich náročná výroba. Na komerční využití bude potřeba ještě několik let počkat. [5]

Biopaliva první generace

- MEŘO – metylester řepkového oleje (produkt vznikající při reakci řepkového oleje s metanolem, tedy bionafta);
- bioethanol vyráběný z produktů obsahující cukr nebo škrob (cukrová třtina, cukrová řepa, kukuřice a téměř všechny druhy obilí);
- bioETBE (bioethyltercbutyléter) vyráběn adiční reakcí bioethanolu s isobutanem;
- rostlinný olej (v ČR nejčastěji řepkový, dále také slunečnicový, sojový, palmový). [5]

Biopaliva druhé generace

- bioethanol vyráběný z lignocelulóзовé biomasy;
- syntetická motorová nafta;
- biomethanol jako produkt katalytické konverze syntézního plynu;
- biovodík jako produkt katalytické konverze syntézního plynu nebo biofermentačního procesu. [5]

## 1.4 Elektrický pohon

Elektrifikace dopravy je směr, kterým se vydává dnešní vývoj a jsou do něj vkládány velké naděje na řešení bezemisní dopravy.

Elektrický pohon se skládá ze dvou hlavních částí, elektromotoru a akumulátoru jako zásobníku energie.

Mezi nejpoužívanější druhy elektromotorů pro pohon elektromobilů se využívají převážně následující typy:

- Stejnosměrný motor s cizím buzením;
- Synchronní motor s permanentním buzením;

- Asynchronní motor;
- Řízený reluktanční motor;
- Magnetický motor.

#### 1.4.1 Stejnosměrný motor s cizím buzením

Tento motor vykazuje zvláště výhodné tahové charakteristiky, jednoduchou regulaci otáček v širokém spektru a kontinuální přechod z jízdy na brzdění. Již delší dobu je využíván pro pohon elektrických vozidel, které mohou být napájeny přímo z baterie. Dle způsobu zapojení rozeznáváme sériový nebo paralelní elektromotor.

Stejnosměrné motory jsou silně přetížitelné, krátkodobě při rozjezdu je přetížitelnost až 100 %. Tyto motory pracují také jako dynamo při rekuperaci brzděné energie. Maximální otáčky jsou omezeny na zhruba 7 000 otáček  $\text{min}^{-1}$ , proto je výhodné požití víceúrovňové převodovky. [6]

Mezi výhody těchto motorů patří:

- technicky vyzrálé;
- cenově výhodné;
- jednoduše řízené.

Mezi nevýhody patří:

- komutátor a kartáče jsou náchylné k poruchám;
- maximální obvodová rychlost je omezena rotační frekvencí 7 000 otáček  $\text{min}^{-1}$ .

#### 1.4.2 Synchronní motor s permanentním buzením

Synchronní motor s permanentním buzením umožňuje velmi malý zastavěný objem motoru. Magnetické pole vybuzevané permanentními magnety je bezdrátové, to vede k vysoké účinnosti. Nicméně u tohoto typu motoru není pohon zeslabením pole možný. Proto musí být použit vícenásobný regulátor výkonu akumulátoru nebo víceúrovňové převodovky. Rozsah otáček jako u asynchronního motoru nelze dosáhnout, je tedy třeba nejméně dvoustupňový převod. [7]

### 1.4.3 Asynchronní motor

U asynchronního motoru odpadá vinutí kotvy a kolektoru. Je silně přetížitelný a může dosáhnout až 20 000 otáček  $\text{min}^{-1}$ . Při otáčení rotoru vůči točivému poli dochází ke zpoždění, které mu říkáme skluz. Oproti stejnosměrnému motoru je při stejném výkonu podstatně lehčí a menší. Proto lze počítat s výkonovou hmotností přibližně 1 kg/kW. Další výhodou je jeho jednodušší konstrukce, robustnost a bezúdržbovost. Mezi nevýhody patří vysoké náklady na výkonový obvod, jelikož je k regulaci tahové síly a otáček musí být proměnná frekvence i napětí. [5]

Synchronní a asynchronní elektromotory patří do skupiny motorů, které jsou napájeny třífázovým střídavým proudem. Toho je dosaženo cyklickým zapínáním tyristoru, kdy je měněn stejnosměrný proud z akumulátoru na střídavý. Tyto motory se těší stále větší oblibě a postupně vytlačují motory stejnosměrné.

### 1.4.4 Řízený reluktanční motor

Je založený na dlouhé známé technice reluktančních krokových motorů. Lze jej jednoduše a levně vyrobit, ale byl dlouhou dobu málo využíván, kvůli jeho nerovnoměrnému točivému momentu. To lze odpovídajícím řízením vyřešit. Reluktanční motor je zvláštní tvar střídavého motoru. Rotor má pólové nástavce tvaru ozubeného kola. Rozbíhá se asynchronně a poté běží synchronně. [6]

Výhody:

- vysoký točivý moment při nízkých otáčkách, robustní konstrukce;
- vysoká přetížitelnost a malý ohřev;
- vysoká účinnost, výhodná cena a malé náklady na údržbu.

Nevýhody:

- nerovnoměrný (vlnitý) točivý moment;
- mohou se objevit zvýšené emise hluku.

### 1.4.5 Magnetický motor

Jedná se o pokrokové řešení elektromotoru, který má vynikající elektrické parametry při malé hmotnosti a stavebních rozměrech. Patří ke skupině synchronních motorů s permanentním buzením. Pracuje na principu tzv. elektronické komutace. Regulace je



jednoduchá a dokonalá v celém rozsahu otáček. Oproti konvenčnímu provedení elektromotoru je zde zvětšený výkon až desetinásobně, z tohoto důvodu je statorové vinutí chlazeno kapalinou. Dále je motor až čtyřikrát lehčí a menší. Maximální točivý moment je krátkodobě až 1000 Nm a trvale 800 Nm. Jsou zavedeny u nízkopodlažních autobusů Neoplan a také u trolejbusů. [6]

Tab. 1.2 Porovnání různých koncepcí trakčních elektromotorů (nejlepší = 10)

| Motor                 | Cena | Účinnost | Hmotnost | Rozsah $P_{konst}$ | Přetížitelnost | Spolehlivost | Stav vývoje |
|-----------------------|------|----------|----------|--------------------|----------------|--------------|-------------|
| Stejnoseměrný         | 10   | 7        | 6        | 10                 | 10             | 7            | 10          |
| Asynchronní           | 8    | 8        | 6        | 9                  | 10             | 9            | 9           |
| Synchronní            | 8    | 10       | 7        | 10                 | 10             | 9            | 8           |
| Řízený<br>reluktanční | 9    | 6        | 7        | 4                  | 10             | 9            | 5           |
| Magnetický            | 8    | 10       | 10       | 8                  | 9              | 10           | 8           |

Zdroj: vlastní zpracování podle [6].

#### 1.4.6 Zásobník energie akumulátor

Elektromotor je napájen ze zásobníku energie – akumulátoru. Hlavním důvodem, který brání většímu rozšíření elektromobilů je zejména cena a neexistence efektivních baterií. Z pohledu intenzity uložené energie (poměr kW/kg) jsou velmi nedokonalé. Měrná kapacita (energie na kg) nejlepších současných akumulátorů dosahují pouze 1/15 měrné kapacity benzínu, což způsobuje omezený dojezd elektromobilů. Nejvyšší kapalná fosilní paliva např. benzín, mají výhřevnost přes 11 kWh/kg což při 35 % účinnosti motoru znamená asi 3,5 kWh mechanické práce. Běžná trakční olověná baterie dosahuje 40 Wh/kg, Ni-MH 80 Wh/kg, Li-ion 100-250 Wh/kg. Pro příklad, hmotnost baterie elektromobilu s dojezdem odpovídajícím plně 40 l nádrži benzínu (30 kg) odpovídá přibližné hmotnosti 420-1050 kg moderních akumulátorů, případně přes 2060 kg běžných olověných akumulátorů. [6]

Aby mohlo dojít k většímu rozšíření elektromobilů na trh, jsou na akumulátory kladeny následující požadavky:

- možnost rychlého nabití, bezúdržbovost, životnost 5 až 10 let;
- umožňovat jízdní výkon více než 50 000 km;

- dosahovat energetické hustoty alespoň 200 Wh/kg, hustotu výkonu asi 100 W/kg;
- cena baterie by neměla přesahovat 150 Euro/kWh. [2]

Pro větší názornost je zde vložena tab. 1.3, která přehledně uvádí jednotlivé typy baterií a jejich technické a ekonomické parametry.

Tab. 1.3 Přehled údajů jednotlivých baterií

| typ baterie           | hustota energie |                | výkonová hustota |                | životnost       |             | cena          |
|-----------------------|-----------------|----------------|------------------|----------------|-----------------|-------------|---------------|
|                       | Wh/kg           | Wh/l           | W/kg             | W/l            | cyklů           | let         | Euro/kWh      |
| olovo                 | 30-50           | 70-120         | 150-400          | 350-1000       | 50-1000         | 3-5         | 100-150       |
| nikl-kadmium          | 40-60           | 80-130         | 80-175           | 180-350        | >2000           | 3-10        | 225-350       |
| nikl-metalhydrid      | 60-80           | 150-200        | 200-300          | 400-500        | 500-1000        | 5-10        | 225-300       |
| sodík-niklchlorid     | 85-100          | 150-175        | 155              | 255            | 800-1000        | 5-10        | 225-300       |
| lithium-iontová       | 90-120          | 160-200        | 300              | 300            | 1000            | 5-10        | 275           |
| lithium-polymer       | 150             | 220            | 300              | 450            | >1000           | -           | <225          |
| zinek-vzduch          | 100-220         | 120-250        | 100              | 120            | -               | -           | 60            |
| <b>cílové hodnoty</b> | <b>80-200</b>   | <b>135-300</b> | <b>75-200</b>    | <b>250-600</b> | <b>600-1000</b> | <b>5-10</b> | <b>90-135</b> |

Zdroj: vlastní zpracování podle [5].

## 1.5 Vozidla s pohonem na plynná paliva

Tento pohon nelze považovat za úplně alternativní, jelikož se jedná o spalování plynného paliva, které pochází z neobnovitelných zdrojů. Nicméně tato technologie by mohla přechodně pomoci při snižování škodlivých emisí. Jejich výhodou oproti standardním palivům je jejich větší světová zásoba, nižší produkce emisí a technologie, kterou je možné ihned používat. Rozlišujeme dva základní typy plynů: zkapalněný ropný plyn a zemní plyn.

### 1.5.1 Zkapalněný ropný plyn LPG (Liquefied Petroleum Gas)

Plyn známý také pod označením propan-butan, jsou to také látky, ze kterých je složen. Každá z těchto látek má jiné vlastnosti, proto se jejich poměr mění během roku na letní LPG a zimní LPG, vyskytují se také drobné odchylky v závislosti na zpracování v jednotlivých zemích. Vzniká při rafinaci ropy a částečně také jako kapalná frakce zemního plynu. Pro své výhody se používá jako alternativní palivo pro automobily již řadu let. Má vyšší oktanové číslo než benzín, což umožňuje vyšší kompresi a tím lepší účinnost motoru. Při spalování produkuje mnohem méně

škodlivin než motorová nafta nebo benzín. Plní současné emisní limity i s velkou rezervou. Jelikož je obsah uhlíku v tomto plynu nízký, produkuje také pouze malé množství oxidu uhličitého.

### **1.5.2 Zemní plyn CNG (Compressed Natural Gas), LNG (Liquefied Natural Gas)**

Jedná se o hořlavý plyn, který je z velké části složen z metanu (přes 90 %) a etanu. Při hoření produkuje velmi malé množství škodlivých látek, proto ho lze částečně zařadit do alternativních paliv. Nalézá se buď samostatně, nebo při těžbě ropy případně černého uhlí, v uzavřený v porézních horninách. Rezervy zemního plynu se odhadují na přibližně dalších 200 let. Skladován může být buď ve stlačené formě označení CNG nebo kapalné označení LNG. Pro uložení stlačeného plynu ve vozidle je nutné počítat s objemnou tlakovou nádobou. U zkapalněného plynu musí být vozidlo vybaveno kryogenní nádrží, která udrží teplotu paliva při přibližně -162 °C.

Při srovnání s ropným plynem (LPG) má stlačený zemní plyn (CNG) následující výhody:

- nižší obsah CO<sub>2</sub>;
- nižší emise škodlivých látek;
- větší světové zásoby;
- není navázán na těžbu ropy;
- snadná distribuce, pomocí plynovodu;
- bezproblémové odvětrání při úniku (zemní plyn je lehčí než vzduch);
- bezproblémové studené starty.

## **1.6 Vodíkový pohon**

### **1.6.1 Vodík**

Je z dlouhodobého pohledu považován jako jediná náhrada fosilních paliv. Je to bezbarvý lehký plyn, který se však v přírodě samostatně nevyskytuje, což je jeho hlavní nevýhoda. Jeho výroba je v současné době prováděna převážně z fosilních paliv. Lze jej vyrobit také za pomoci energie z obnovitelných zdrojů, ale tento podíl je zatím značně malý. [5]

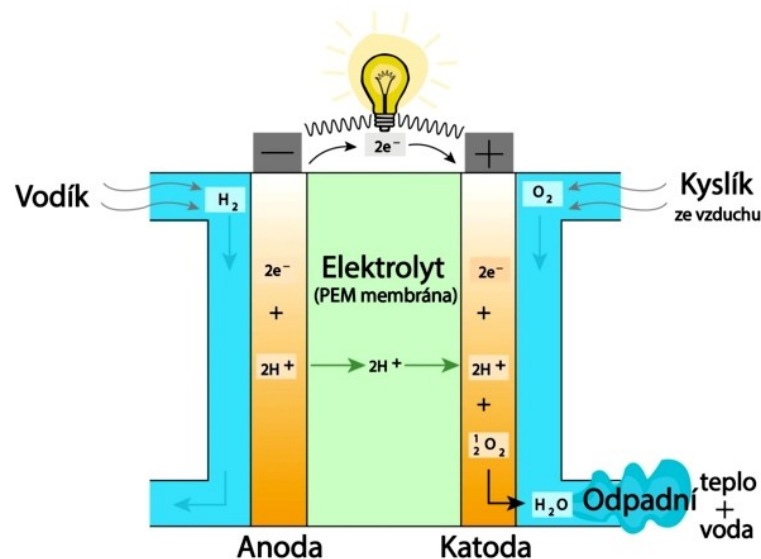
Výroba vodíku probíhá několika technologiemi:

- parní reformace zemního plynu – nejrozšířenější způsob;
- elektrolyza vody – nejčistší způsob, pokud pochází elektrická energie z obnovitelných zdrojů;
- reformování biomasy a biotechnologické procesy.

Vodík lze ve vozidle použít buď přímo jako palivo ve spalovacím motoru nebo jako palivo pro palivový článek pro výrobu elektrického proudu. První varianta využití není perspektivní kvůli malé účinnosti motoru. Druhá varianta nabízí mnohem větší uplatnění ve vozidle, kdy je produkován elektrický proud pro pohon elektromotoru.

### 1.6.2 Palivový článek

Je elektrochemický měnič, který chemickou energii paliva přímo mění v energii elektrickou. Princip palivového článku je jednoduchý. Na zápornou elektrodu (anodu) přivádíme palivo, to zde zoxiduje a jeho atomy se zbavují jednoho nebo několika elektronů. Tyto elektrony představují elektrický proud. Elektrony proudí vnějším obvodem ke kladné elektrodě (katodě). Na kladnou elektrodu je přiváděno oxysličovadlo, kde dochází k redukci, atomy oxysličovadla přijímají volné elektrony současně s kladnými ionty, které pronikají elektrolytem, viz obr. 1.1. [6]



Obr. 1.1 Funkce palivového článku

Zdroj: [8].

## 1.7 Hybridní pohon

Hybridním pohonem se označují pohony vozidel, které jsou vybavena více než jedním systémem pohonu. Znamená to, že vozidlo kombinuje výhody většinou dvou zdrojů pohonu, ze kterých využívá jejich předností. Nejčastěji se setkáváme z kombinací klasického spalovacího motoru a elektromotoru s akumulátorem, existují ovšem i další varianty např. spalovací motor a setrvačnick.

Nejvýhodnější se zatím jeví kombinace spalovacího motoru a elektromotoru s akumulátorem. Účinnost spalovacího motoru se pohybuje mezi 30–45 %, kdy lépe jsou na tom vznětové motory. Další zvyšování účinnosti tohoto pohonu se nedá předpokládat, jelikož je dána účinností samotného termodynamického cyklu, který má jasná fyzikální omezení. Navíc je této účinnosti dosahováno pouze tehdy, pokud motor pracuje v optimálních podmínkách, např. v městském provozu se pohybuje značně pod 10 % a při provozu na volnoběh je účinnost nulová přitom vozidlo spotřebovává palivo. U elektropohonu je účinnost kolem 90 % v širokém rozsahu otáček a zatížení. Ale většímu rozšíření zatím brání vysoké ceny, nedostatečná kapacita a dlouhá doba dobíjení akumulátorů. Správnou kombinací těchto dvou systémů bychom mohli vyřešit nedostatky obou pohonů. [5]

Rozlišujeme tři základní upořádání:

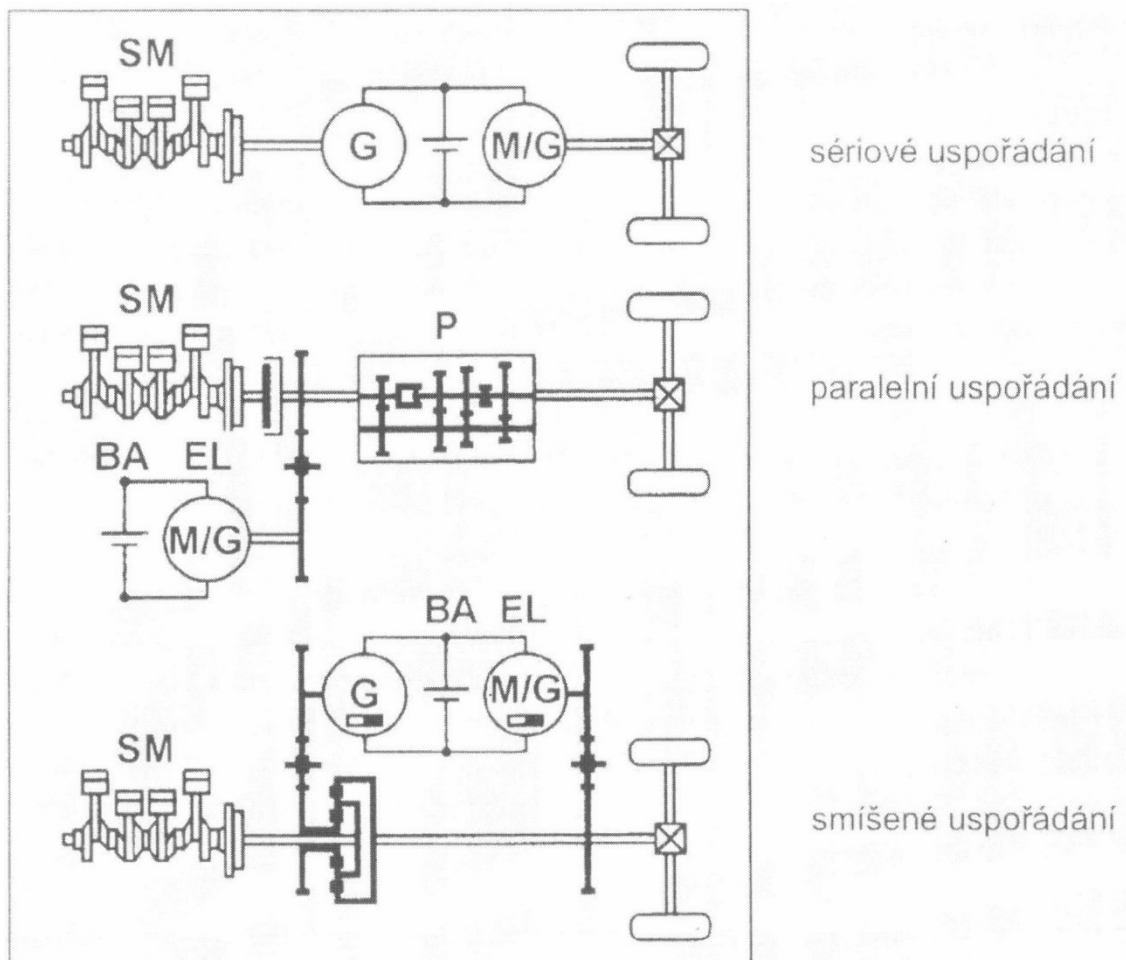
- sériové upořádání;
- paralelní uspořádání;
- smíšené upořádání.

U sériového upořádání je vozidlo poháněno výhradně elektromotorem. Spalovací motor pohání generátor a vzniklý elektrický proud pohání elektromotor nebo je dobíjen akumulátor. Jako výhodou lze uvést, že spalovací motor pracuje v úzkém rozsahu otáček, kde je jeho účinnost nejvyšší. Nevýhoda je ve vícenásobné přeměně energie. Účinnost se pohybuje okolo 55 %. [7]

U paralelního uspořádání je vozidlo může být poháněno oběma pohony nezávisle. Hlavním pohonem je zde spalovací motor, ke kterému může být připojen zároveň i elektromotor např. při předjíždění. Naopak v městském provozu je zapojen pouze elektromotor. Toto

uspořádání převažuje u většiny dnes prodávaných hybridních vozidel. Výhodou je rekuperace, což je zpětné dobíjení akumulátoru při brždění vozidla, nevýhodou je malý dojezd pouze na elektrický pohon a dlouhá doba dobíjení akumulátoru.

Smíšené uspořádání je kombinací obou výše uvedených systémů, dochází k tzv. větvení výkonu na mechanickou a elektrickou část. Je zde dosaženo největší účinnosti, ale za cenu vyšších výrobních nákladů. Nejznámějším vozidlem používající toto řešení je Toyota Prius.



Obr. 1.2 Uspořádání hybridních pohonů

Legenda:

SM – spalovací motor, EL – elektromotor, G – generátor, M/G – elektromotor pracující jako motor nebo generátor, P – převodovka, BA – akumulátor

Zdroj: [7].

## **2 Analýza využitelnosti alternativních pohonů u nákladních motorových vozidel**

Tato kapitola má za úkol analyzovat využití výše popsaných systémů pro pohon nákladních vozidel. Dále, je zde přehled vozidel s alternativním pohonem, které jsou nyní na trhu anebo se je producenti v nejbližší době chystají na trh uvést.

### **2.1 Analýza vnitřních a vnějších faktorů**

SWOT analýza je jednou z nejznámějších metod k hodnocení situace pomocí analýzy vnitřního a vnější prostředí. Tato metoda se zaměřuje na identifikaci silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb spojených s určitým projektem, typem podnikání, opatřením, politikou nebo zaváděním např. nového produktu či služby na trh.

SWOT je akronym z anglického originálu pro hodnocení silných stránek S (Strengths), slabých stránek W (Weaknesses) pro faktory vnitřního prostředí a příležitostí O (Opportunities), hrozeb T (Threats) pro faktory vnějšího prostředí.

Tato metoda hodnotí faktory, které budou mít na daný projekt dopad v příštích obdobích. Vnitřní faktory nám poukazují na klíčové vlastnosti, na které máme přímý vliv, vnější faktory představují dopady, které ovlivnit nemůžeme. Tato metoda je využívána především v marketingu, ale také jako situační analýza v rámci strategického řízení.

#### **2.1.1 SWOT analýza alternativních pohonů**

V tab. 2.1 jsou uvedeny hlavní aspekty alternativních pohonů, které jsou rozděleny do čtyř sloupců. Každý aspekt je zařazen do příslušného sloupce, podle jeho vlivu.

Tab. 2.1 SWOT analýza alternativních pohonů

| <b>SWOT ANALÝZA ALTERNATIVNÍCH POHONŮ</b>  |   |
|--|---|
| <b>VNITŘNÍ FAKTORY</b>   |   |
| <b>SILNÉ STRÁNKY (S)</b>   | <b>SLABÉ STRÁNKY (W)</b>  |
| ekologický provoz<br>dlouhodobě udržitelné<br>tišší provoz<br>nové možnosti při stavbě vozidel | chybějící infrastruktura<br>vysoké pořizovací náklady<br>omezený dojezd<br>technicky nedokonalé |
| <b>VNĚJŠÍ FAKTORY</b>  |   |
| <b>PŘÍLEŽITOSTI (O)</b>  | <b>HROZBY (T)</b>   |
| investice do vývoje<br>daňové zvýhodnění<br>budování infrastruktury<br>dotace na nákup         | nízká poptávka zákazníků<br>zvýšená nezaměstnanost<br>zvyšování cen paliv<br>zvyšování daní     |

Zdroj: vlastní zpracování.

### 2.1.2 Silné stránky

Na první pozici je zařazen ekologický provoz těchto pohonů, což je hlavní důvod pro jejich masivní rozšíření. Na druhé pozici je uvedena dlouhodobá udržitelnost, to znamená nezávislost na konvenčním zdroji energie – ropě. Tyto aspekty tvoří základ silných stránek alternativních pohonů. Další důležité aspekty jsou nižší nebo dokonce téměř nulové emise hluku a nové možnosti při stavbě vozidel, které vycházejí z nového uspořádání těchto pohonů ve vozidlech, např. vozidlo s elektrickým pohonem může mít nově zavazadlový prostor i v přední části karoserie nebo může být efektivněji využit vnitřní prostor kabiny pro cestující.

### 2.1.3 Slabé stránky

Největší negativum je prozatím chybějící infrastruktura, bez které nelze plnohodnotně využívat nově vyvíjené alternativní pohony. Další slabou stránkou jsou vysoké pořizovací náklady, důvodem jsou malé výrobní série a drahý vývoj jednotlivých komponentů. Omezený dojezd a technická nevypělost jsou slabiny, které vycházejí z neukončeného vývoje. Stále se hledají nové řešení k odstranění těchto omezení.



#### **2.1.4 Příležitosti**

Velkou příležitostí jsou společné investice do vývoje, plynoucí z veřejných i soukromých zdrojů. Veřejné zdroje mohou být použity na budování infrastruktury, využití vědeckých pracovníků, zajištění obnovitelných zdrojů. V soukromém sektoru investovat prostředky především do vývoje technologií, automatizace výrobních procesů k zajištění výroby vozidel s alternativními pohony. Spolupráce veřejného sektoru se soukromým podporuje synergické efekty vyplývající z kooperačních aktivit. Je to způsob, jak maximálně urychlit zavádění těchto pohonů do provozu. Daňové zvýhodnění vozidel s alternativními pohony zvýší atraktivitu pro jejich nákup a sníží náklady na provoz. Další příležitostí je dobudování infrastruktury, která je prozatím v začátcích, pro tyto účely využít i evropských dotací. Při zvládnutí tohoto aspektu bude odstraněna jedna z hlavních slabých stránek. Dotace na nákup vytvoří pozitivní motivaci ke koupi u zákazníků, kteří jsou ochotni akceptovat jejich slabé stránky a omezení, např. delší dobu při tankování nebo dobíjení, anebo menší dojezd.

#### **2.1.5 Hrozby**

Nízká poptávka zákazníků je zásadní hrozbou pro zavádění nových vozidel s alternativními pohony. Ohrožuje vynakládání investic a vývoj do tohoto projektu. Další hrozbou je zvýšená nezaměstnanost anebo její rozšiřování v důsledku změn při přechodu na nové technologie a nové výrobní postupy. Z toho plyne propouštění případně přeškolení zaměstnanců na nové úkoly. Zvyšování cen paliv je hrozba, která má také velký vliv na úspěch při přechodu na alternativní formy pohonu. V případě zvýšení cen paliv opadne zájem zákazníků ke koupi a tím se zároveň zvýší hrozba následného zvyšování nezaměstnanosti. Zvýšení daní je také negativní forma, jak utlumit prosazení těchto pohonů na trhu.

#### **2.1.6 Vyhodnocení SWOT analýzy**

Při vyhodnocení faktorů je použita metoda váženého součinu kritérií. Každému faktoru je přiřazena váha dle důležitosti v dané kategorii. Součet vah v dané kategorii musí být roven 1,00. Každý faktor je dále obodován. Silné stránky a příležitosti jsou hodnoceny stupnicí od 0 do 5 bodů, slabé stránky a hrozby stupnicí zápornou od 0 do -5 bodů. Čím více kladných bodů, tím významnější silná stránka či příležitost, a naopak čím nižší záporné číslo, tím závažnější slabá stránka či hrozba.

Vyhodnocení je znázorněno v tab. 2.2. Silné stránky převažují nad slabými o 0,2 bodu. Z interního hlediska mají silné stránky pouze mírnou převahu, to je způsobeno velkým vlivem

aspektů slabých stránek. Ty je potřeba postupně odstraňovat, budováním infrastruktury, snižováním pořizovacích nákladů a zvyšováním dojezdu vozidel. Příležitosti převyšují hrozby o 0,6 bodu. Převaha příležitostí nad hrozbami však platí pouze, pokud budou využity všechny aspekty příležitostí. V opačném případě může nezáměr zákazníků prohloubit již zmiňovanou nezaměstnanost. Případné zvýšení cen paliv a daní by vedlo k dalším poklesu zájmu o alternativní pohony a značně by se tak zkomplikovala cesta k širšímu zavedení alternativních pohonů jako plnohodnotné možnosti ke konvenčnímu pohonu.

Tab. 2.2 Vyhodnocení SWOT analýzy

| <b>Analýza</b>                               |               | <b>Váhy</b> | <b>Hodnocení</b> | <b>Vážený součin</b> |
|--|---------------|-------------|------------------|----------------------|
| <b>I<br/>n<br/>t<br/>e<br/>r<br/>n<br/>í</b> | S1            | 0,3         | 5                | 1,5                  |
|  | S2            | 0,3         | 5                | 1,5                  |
|  | S3            | 0,2         | 2                | 0,4                  |
|  | S4            | 0,2         | 2                | 0,4                  |
|  | <b>Součet</b> | <b>1</b>    | -                | <b>3,8</b>           |
|  | W1            | 0,4         | -5               | -2                   |
|  | W2            | 0,3         | -4               | -1,2                 |
|  | W3            | 0,2         | -2               | -0,4                 |
|  | W4            | 0,1         | 0                | 0                    |
|  | <b>Součet</b> | <b>1</b>    | -                | <b>-3,6</b>          |
| <b>E<br/>x<br/>t<br/>e<br/>r<br/>n<br/>í</b> | O1            | 0,3         | 5                | 1,5                  |
|  | O2            | 0,2         | 3                | 0,6                  |
|  | O3            | 0,4         | 5                | 2                    |
|  | O4            | 0,1         | 2                | 0,2                  |
|  | <b>Součet</b> | <b>1</b>    | -                | <b>4,3</b>           |
|  | T1            | 0,4         | -5               | -2                   |
|  | T2            | 0,2         | -3               | -0,6                 |
|  | T3            | 0,15        | -4               | -0,6                 |
|  | T4            | 0,25        | -2               | -0,5                 |
|  | <b>Součet</b> | <b>1</b>    | -                | <b>-3,7</b>          |

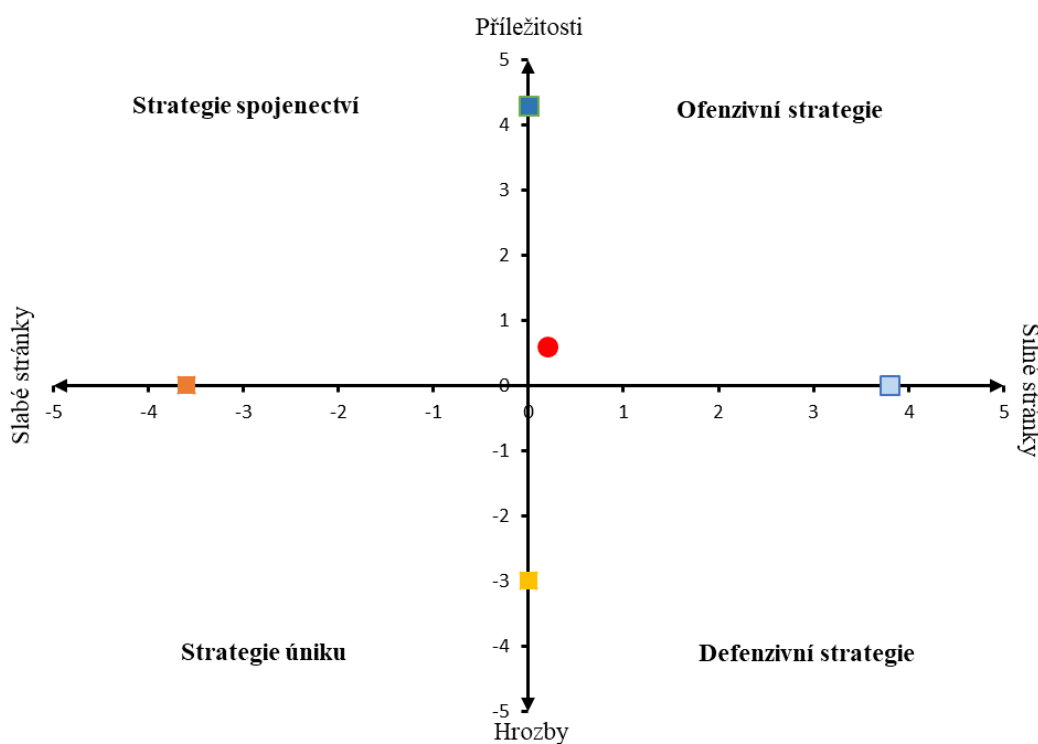
Zdroj: vlastní zpracování.

Tab. 2.3 Výsledek SWOT analýzy

|                 |                   |            |
|-----------------|-------------------|------------|
| Interní analýza | 3,8 (S) - 3,6 (W) | 0,2        |
| Externí analýza | 4,3 (O) - 3,7 (T) | 0,6        |
| <b>Celkem</b>   |                   | <b>0,8</b> |

Zdroj: vlastní zpracování.

V grafu 2.1 jsou vyvedeny jednotlivé body podle dosažených výsledků. Výsledek je zaznačen červeným bodem, který zároveň determinuje strategii. Ofenzivní strategie je zaměřena na využití silných stránek a příležitostí to znamená, že díky převažujícím silným stránkám je možné využít daných příležitosti a prosadit tak alternativních pohony jako plnohodnotnou volbu za konvenční pohon.



Graf 2.1 Výsledek SWOT analýzy

Zdroj: vlastní zpracování.

## 2.2 Elektrický pohon

Využití elektrického pohonu má stále svá omezení, především v omezeném dojezdu elektromobilů a dlouhé době nabíjení akumulátoru. Na druhou stranu se jedná o bez emisní a tichý pohon.

Výhody:

- bez emisní provoz;
- nízká hladina hluku;
- vysoká účinnost.

Nevýhody:

- omezený akční rádius;
- pomalé nabíjení akumulátoru;
- vysoká cena akumulátorů.

### DAF CF Electric

Tahač s plně elektrickým pohonem s konfigurací náprav 4 x 2, celková hmotnost návěšové soupravy je 37 000 kg. O pohon se stará elektromotor o výkonu 210 kW, napájený lithium-iontovými akumulátory o celkové kapacitě 170 kWh. Dojezd dle hmotnosti až 100 km. Rychlé dobíjení trvá 30 min. a na plnou kapacitu pouze 1,5 h. Snížení produkce emisí uhlíku o minimálně o 38 % při využití elektřiny z mixu tzv. šedých a zelených zdrojů. Určen k provozu v městských oblastech. [9]



Obr. 2.1 DAF řady CF Electric

Zdroj: [10].

## 2.3 Pohon na plynná paliva

Mají v současnosti největší potenciál pro použití v mezinárodní nákladní dopravě. Vozidla lze na plynný pohon přebudovat anebo zakoupit nově. I přes omezenou zásobu plynných paliv, jsou jejich rezervy stále dostačující a mají významný vliv na snížení škodlivých emisí včetně CO<sub>2</sub>.

Výhody:

- reálné využití;
- nižší cena paliva;
- rychlé doplnění paliva;
- vybudovaná infrastruktura.

Nevýhody:

- zpřísněná bezpečnostní opatření (parkování, opravy);
- menší dojezd;
- kratší servisní interval.

Firma Iveco přichází na trh s novým nákladním vozem poháněným plynným palivem.

### Iveco Stralis NP

Tahač s pohonem na plyn určený pro dálkové trasy. Nabízí tři kombinace pohonů:

- LNG s dojezdem až 1500 km;
- CNG + LNG s dojezdem až 285 + 750 km;
- CNG s dojezdem až 570 km.

Vybavený motorem Cursor 9 Euro 6 se zdvihovým objemem 8700 cm<sup>3</sup>, maximální výkonem 294 kW a maximální točivým momentem 1 700 Nm dokáže nabídnout stejné jízdní vlastnosti jako stejně velký naftový motor. Servisní interval na výměnu oleje je prodloužen na 75 000 km. Tento motor nabízí také sníženou hlučnost na 72 dB(A), což je výhodné např. pro noční dodávky zboží ve městech. [11]



Obr. 2.2 Iveco řady Stralis NP

Zdroj: [11].

## 2.4 Vodíkový pohon

Tento pohon má velký potenciál, ale je třeba vyřešit ještě mnoho problémů spojených s jeho zavedením např. výroba, distribuce, skladování a uskladnění ve vozidle, nutnost použití kryogenních nádrží pro tankování kapalného vodíku.

Výhody:

- palivo budoucnosti bez škodlivých emisí;
- lze jej přímo spalovat v klasickém pístovém motoru;
- výhodné použití v palivových článcích (téměř dvojnásobná účinnost oproti spalovacímu motoru).

Nevýhody:

- v kapalném stavu musí být podchlazený na  $-253\text{ °C}$ ;
- neexistující infrastruktura;
- převažuje výroba z fosilních paliv;
- prozatím ve fázi testování.

Automobilka Toyota ve spolupráci s firmou Kenworth, která je jedním z největších amerických výrobců nákladních automobilů, představují tahač poháněný elektrinou z palivového článku. Dojezd na jedno natankování činí 480 km. Prozatím bude testován na trasách z přístavu Port of Los Angeles a Port of Long Beach do Los Angeles. [12]



Obr. 2.3 Bezemisní tahač Toyota/Kenworth

Zdroj: [12].

## 2.5 Hybridní pohon

Využití nachází především u osobních vozidel, v osobní dopravě a příměstské nákladní dopravě.

Výhody:

- optimální využití použitých pohonů;
- vyšší účinnost;
- vhodné pro městský provoz.

Nevýhody:

- krátký dojezd;
- vyšší náklady při výrobě;
- zvýšení hmotnosti vozidla.

Scania DC09 (9 000 cm<sup>3</sup> motor) o výkonu 206, 235 nebo 265 kW, kombinuje vznětový motor umožňující spalování hydrogenovaného rostlinného oleje (HVO) nebo motorové nafty, s elektromotorem o výkonu 130 kW (177 k) s točivým momentem 1 050 Nm. Jako zásobník

energie využívá lithium-iontový akumulátor o kapacitě 7,4 kWh, který poskytne až 10 km dojezd v čistě elektrickém režimu. Při jízdě pouze na elektřinu v městském prostředí produkuje nulové emise a úroveň hluku je výrazně pod limitem 72 dB(A). U varianty PHEV (plug in hybrid vehicle), tento typ hybridního vozidla je vybaven přívodním kabelem k doplnění elektrické energie ze zásuvky, bude možné dobít akumulátor za zhruba 20 minut. Životnost akumulátorů je odhadována mezi čtyři a sedmi lety, dle způsobu využívání vozidla. Očekávaná úspora paliva až 15 %. Snížení emisí CO<sub>2</sub> při provozu na HVO nebo bionaftu až o 92 %. Celková hmotnost až 26 000 kg i více dle konkrétní konfigurace. [13]



Obr. 2.4 Hybridní nákladní vozidlo Scania

Zdroj: [13].



### **3 Návrh opatření k nahrazení diesellového pohonu alternativním pohonem**

V této praktické části bude navrženo opatření pro středně velkou dopravní firmu VKV BŘECLAV, která poskytla data ze svého provozu a uvažuje o nahrazení části vozového parku právě vozidly s alternativním pohonem.

Motivací pro zavedení vozidel s alternativním pohonem je především v úspoře provozních nákladů, dále v získání konkurenční výhody plynoucí z vlastností těchto pohonů a také snížení ekologických dopadů z podnikání v dopravním sektoru.

Firma VKV BŘECLAV, spol. s r.o. byla založena v r. 1994, dopravě se plně věnuje od roku 2004. Jedná se o středně velkou dopravní firmu, která v současnosti provozuje 43 nákladní vozidel různých typů nosností. Zaměřuje se především na přepravu zásilek v rámci Evropské Unie. Těžiště zájmu jsou středně těžké paletizované zásilky se zaměřením na země jako je Maďarsko, Slovensko, Rakousko, Německo a Slovinsko.

#### **3.1 Zasílatelství**

Nabídka přepravních služeb není omezena pouze na možnost realizace přepravy zboží vlastními vozy, ale firma také nabízí zasílatelské služby, kde staví na dlouhodobé spolupráci se smluvními dopravci. Svým zákazníkům navrhuje řešení pro optimální realizaci přepravní služby.

#### **3.2 Skladování**

Firma dále nabízí možnost skladování ve vlastním skladě umístěném v Moravské Nové Vsi. Je zde k dispozici přibližně 500 paletových míst. Sklad je vybaven manipulační technikou k rychlé vykládce nebo nakládce zboží. Bezpečnost zajišťuje instalovaný kamerový systém napojený na bezpečnostní službu. Zákazníci jej převážně využívají pro krátkodobé skladování anebo pro překládku zboží.

### **3.3 Servisní středisko**

V areálu se nachází také dílna určená hlavně pro drobnější opravy nákladních vozidel a výměnu pneumatik. Záruční i pozáruční servis většího rozsahu se provádí v servisních střediscích dodavatele vozidel.

### **3.4 Vozový park**

Je složen převážně z valníkových plachtových nákladních vozidel o celkové hmotnosti do 12 000 kg, 18 000 kg a jízdních souprav tahače s návěsem tovární značky DAF.

#### **Typy vozidel DAF:**

##### **DAF řady LF 250 FA**

Pořizovací cena: 1 547 723 Kč + DPH

Délka ložné plochy: 772 cm

Celková hmotnost vozidla: 11 990 kg

Průměrný měsíční nájezd za rok 2019: 6810,6 km

Pohon: Motorová nafta

Průměrná spotřeba na 100 km za rok 2019: 17,7 l

Dojezd: až 1130 km

##### **DAF řady CF 320 FA**

Pořizovací cena: 1 925 301 Kč + DPH

Délka ložné plochy: 951 cm

Celková hmotnost vozidla: 18 000 kg

Průměrný měsíční nájezd za rok 2019: 8381,2 km

Pohon: Motorová nafta

Průměrná spotřeba na 100 km za rok 2019: 21,9 l

Dojezd: až 1500 km



Obr. 3.1 Valníkové nákladní vozidlo DAF řady LF

Zdroj: [14].



Obr. 3.2 Valníkové nákladní vozidlo DAF řady CF

Zdroj: [14].

## DAF FT řady XF 460 SSC

Pořizovací cena: 2 193 028 Kč + DPH

Délka ložné plochy jízdní soupravy: 1360 cm

Celková hmotnost tahače: 18 000 kg

Průměrný měsíční nájezd za rok 2019: 8431,5 km

Pohon: Motorová nafta

Průměrná roční spotřeba na 100 km za rok 2019: 29,8 l

Dojezd: až 3700 km



Obr. 3.3 Tahač DAF řady XF s návěsem

Zdroj: [14].

### 3.5 SWOT analýza dopravní firmy

Postup zpracování je obdobný jako u SWOT analýzy alternativních pohonů. Ve čtyřech sloupcích jsou vyspecifikovány hlavní body, viz tab. 3.1. Ty jsou následně obodovány škálou od 0 do 5 pro silné stránky a příležitosti a od -5 do 0 pro slabé stránky a hrozby. Čím více kladných bodů, tím významnější silná stránka či příležitost, a naopak čím nižší záporné číslo, tím závažnější slabá stránka či hrozba.

Tab. 3.1 SWOT analýza firmy VKV

| <b>SWOT ANALÝZA DOPRAVNÍ FIRMY VKV</b>  |   |
|---|---|
| <b>VNITŘNÍ FAKTORY</b>  |   |
| <b>SILNÉ STRÁNKY (S)</b>  | <b>SLABÉ STRÁNKY (W)</b>  |
| široká nabídka přepravních služeb<br>spolehlivost<br>flexibilita<br>dostatek vozidel<br>malý kolektiv zkušených pracovníků<br>zánovní vozový park<br>jméno firmy<br>dobře motivovaní řidiči | nedostatek kvalitních řidičů<br>komunikace a přenos informací<br>vysoké mzdové náklady řidičů<br>zastaralé vybavení skladu<br>dlouhá doba splatnosti pohledávek<br>vysoké náklady na ujetý km |
| <b>VNĚJŠÍ FAKTORY</b>   |   |
| <b>PŘÍLEŽITOSTI (O)</b>   | <b>HROZBY (T)</b>   |
| využití alternativních pohonů<br>daňové zvýhodnění<br>využití dotace na modernizaci skladu<br>kabotáž<br>zavedení e-fakturace   | oslabení kurzu eura<br>růst mýtných poplatků<br>zvyšování cen paliv<br>hospodářská krize<br>zvyšování daní  |

Zdroj: vlastní zpracování.

### 3.5.1 Silné stránky

Firma nabízí široké portfolio přepravních služeb, např. realizaci přepravy kusových, sběrných nebo termínovaných zásilek, přepravy typu „door to door“ s vykládkou nakládkou pomocí hydraulické plošiny, celní odbavení zásilky, soz a rozvoz zásilek, neutralizace přepravních dokladů. Tyto služby jsou uskutečňovány s vysokou spolehlivostí a flexibilitou. Toho je možné dosáhnout s dostatkem vozidel, které řídí dobře motivovaní a proškolení řidiči. Ti mají k dispozici nová, případně zánovní vozidla, která plní Euro limity pátého a vyššího stupně. Dispečink tvoří malý kolektiv zkušených pracovníků, kteří mají dlouholeté zkušenosti v oboru. Za více jak 15 let si firma vybudovala dobrou pověst obchodního jména.

### 3.5.2 Slabé stránky

Nedostatek kvalitních řidičů a řidičů vůbec je problémem několika posledních let, navíc tato profese není příliš atraktivní mezi mladými lidmi. Změna se tedy neočekává ani v nejbližší době, a to i přesto, že mzdy v tomto oboru významně vzrostly. Tento faktor významně ovlivňuje počet provozovaných nákladní vozidel i možnost rozšíření vozové flotily. Komunikace a přenos informací mezi řidiči, dispečinkem a administrativou by mohl být rychlejší a efektivnější. Kvůli zastaralému vybavení a neefektivní skladové evidenci vzniká řada problémů a nečekaných situací, ze kterých plyne řada omezení i chyb. Součet všech bodů dále navyšuje náklady na ujetý kilometr. Situaci ještě zhoršuje dlouhá splatnost pohledávek a v některých případech i jejich nedobytnost.

### 3.5.3 Příležitosti

Jednou z možností je nákup a provoz vozidel s alternativním pohonem. Tyto technologie mají nízké náklady na palivo a jsou daňově zvýhodněné. Jejich provoz je zvýhodněn i v zahraničí např. v Německu, kde by se daly snížit náklady nejen na palivo, ale i na platbách za mýtné. Dále kabotáž<sup>2</sup> nabízí možnost využití vyšších cen, které jsou zejména v západní Evropě. Další úspory v delším časovém horizontu by mohly přinést investice do modernizace skladu při využití některého z dotačních titulů. Odpovědí na dlouhou dobu splatnosti pohledávek, by mohlo být zavedení e-fakturace, která by zkrátila čas na doručení podkladů k přepravci.

### 3.5.4 Hrozby

Výraznější oslabení kurzu eura způsobí propad ziskovosti. Nebezpečnou kombinací je také hrozba růstu mýtných poplatků při současném zvyšování cen paliv. Hospodářská krize a její dopady je nebezpečí, které již v minulosti vyřadila mnoho dopravních firem z trhu. Zvyšování daní případně zvýhodňování jiného druhu dopravy může přispět k oslabení firmy i celého sektoru silniční dopravy.

### 3.5.5 Vyhodnocení SWOT analýzy

Postup vyhodnocení je analogický jako u předchozí SWOT analýzy. Silné stránky a příležitosti jsou bodovány kladnými čísly od 0 do 5 bodů, slabé stránky a hrozby zápornými od 0 do -5. Součet vah je v jednotlivých částech roven 1. Váhy a body se mezi sebou vynásobí a výsledky se sečtou. Hodnoty z každé části jsou zaneseny do grafu, ze kterého poté vyplyne výsledná strategie firmy.

---

<sup>2</sup> Vnitrostátní přeprava zboží prováděná zahraničním dopravcem.



Z tab. 3.2 je patrné, že silné stránky převažují nad slabými jen mírně. Firma má dobrý základ a zkušenosti v oboru. Nicméně situace na trhu se neustále mění a je třeba včas reagovat na změny a snažit se přizpůsobit na nový stav. Kvalitní pracovníci jsou stále klíčovou výhodou, proto je nutné si je ve vysoce kompetitivním prostředí udržet. Hrozby převažují nad příležitostmi, což je dáno rychle se měnícím prostředím. Pečlivé plánování a rozhodování dlouhodobějšího charakteru je nezbytné dobře uvážit.

Tab. 3.2 Vyhodnocení SWOT analýzy

| <b>Analýza</b>                               |               | <b>Váhy</b> | <b>Hodnocení</b> | <b>Vážený součin</b> |
|--|---------------|-------------|------------------|----------------------|
| <b>I<br/>n<br/>t<br/>e<br/>r<br/>n<br/>í</b> | S1            | 0,1         | 4                | 0,4                  |
|  | S2            | 0,2         | 5                | 1                    |
|  | S3            | 0,2         | 4                | 0,8                  |
|  | S4            | 0,15        | 3                | 0,45                 |
|  | S5            | 0,1         | 3                | 0,3                  |
|  | S6            | 0,1         | 3                | 0,3                  |
|  | S7            | 0,1         | 2                | 0,2                  |
|  | S8            | 0,05        | 2                | 0,1                  |
|  | <b>Součet</b> | <b>1</b>    | -                | <b>3,55</b>          |
|  | W1            | 0,2         | -5               | -1                   |
|  | W2            | 0,15        | -3               | -0,45                |
|  | W3            | 0,2         | -3               | -0,6                 |
|  | W4            | 0,1         | -2               | -0,2                 |
|  | W5            | 0,15        | -3               | -0,45                |
|  | W6            | 0,2         | -4               | -0,8                 |
|  | <b>Součet</b> | <b>1</b>    | -                | <b>-3,5</b>          |
| <b>E<br/>x<br/>t<br/>e<br/>r<br/>n<br/>í</b> | O1            | 0,3         | 4                | 1,2                  |
|  | O2            | 0,2         | 3                | 0,6                  |
|  | O3            | 0,15        | 3                | 0,45                 |
|  | O4            | 0,2         | 4                | 0,8                  |
|  | O5            | 0,15        | 2                | 0,3                  |
|  | <b>Součet</b> | <b>1</b>    | -                | <b>3,35</b>          |
|  | T1            | 0,1         | -3               | -0,3                 |
|  | T2            | 0,15        | -3               | -0,45                |
|  | T3            | 0,2         | -5               | -1                   |
|  | T4            | 0,3         | -4               | -1,2                 |
|  | T5            | 0,25        | -2               | -0,5                 |
|  | <b>Součet</b> | <b>1</b>    | -                | <b>-3,45</b>         |

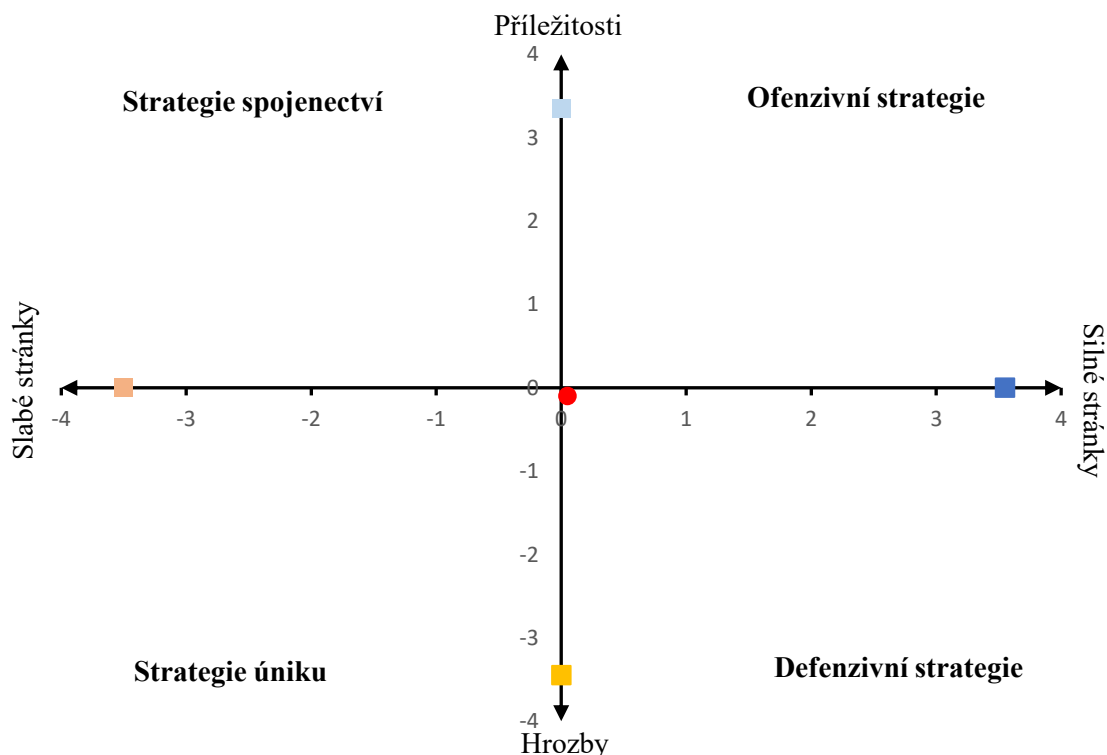
Zdroj: vlastní zpracování.

Tab. 3.3 Výsledek SWOT analýzy

|                 |                     |              |
|-----------------|---------------------|--------------|
| Interní analýza | 3,55 (S) - 3,5 (W)  | 0,05         |
| Externí analýza | 3,35 (O) - 3,45 (T) | -0,1         |
| <b>Celkem</b>   |                     | <b>-0,05</b> |

Zdroj: vlastní zpracování.

Výsledek SWOT analýzy dopravní firmy je uveden v tab. 3.3. Po sečtení interní a externí analýzy vychází záporné číslo určující defenzivní strategii. Celá situace je znázorněna v grafu 3.1, kde červený bod znázorňuje celkový výsledek. Defenzivní strategie znamená, že firma je silná, ale nachází se v nepříznivém prostředí. Jednou z možností je využití příležitostí k posílení silných stránek k minimalizaci hrozeb. Tohoto se dá dosáhnout, pokud firma nahradí část svého vozového parku vozidly s alternativním pohonem. Je tedy třeba správně vybrat alternativní pohon, čemuž se věnuje další kapitola.



Graf 3.1 Výsledek SWOT analýzy

Zdroj: vlastní zpracování.



### 3.6 Kritéria pro výběr alternativního pohonu

K výběru nejvhodnějšího vozidla s alternativním pohonem bude použit kritériální přístup a srovnání s konvenčním pohonem. Mezi základní stanovená kritéria pro nákup nebo přestavbu vozidel na alternativní pohon patří:

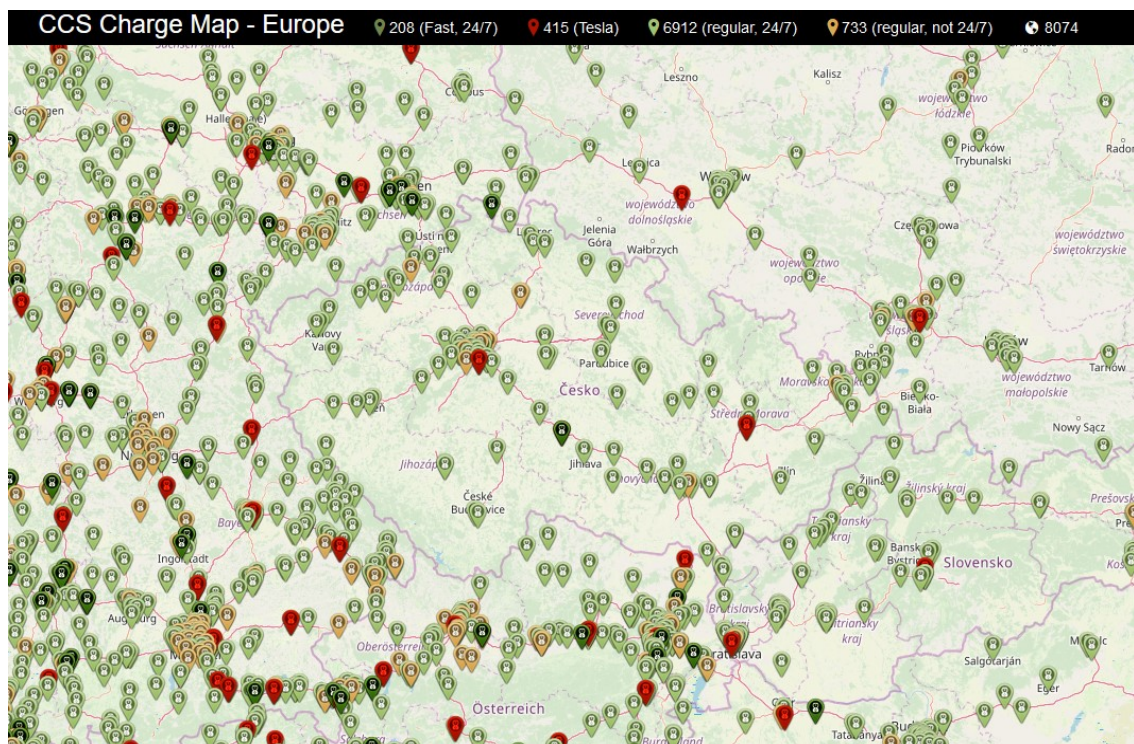
#### 3.6.1 Dostupnost paliva

Palivo by mělo být možné doplnit rychle a s možností tankování na hlavních dálničních trasách.

**Konvenční palivo** – vybudovaná hustá síť čerpacích stanic v celé EU.

**Bio paliva** – v současné době nejsou v nabídce čerpacích stanic.

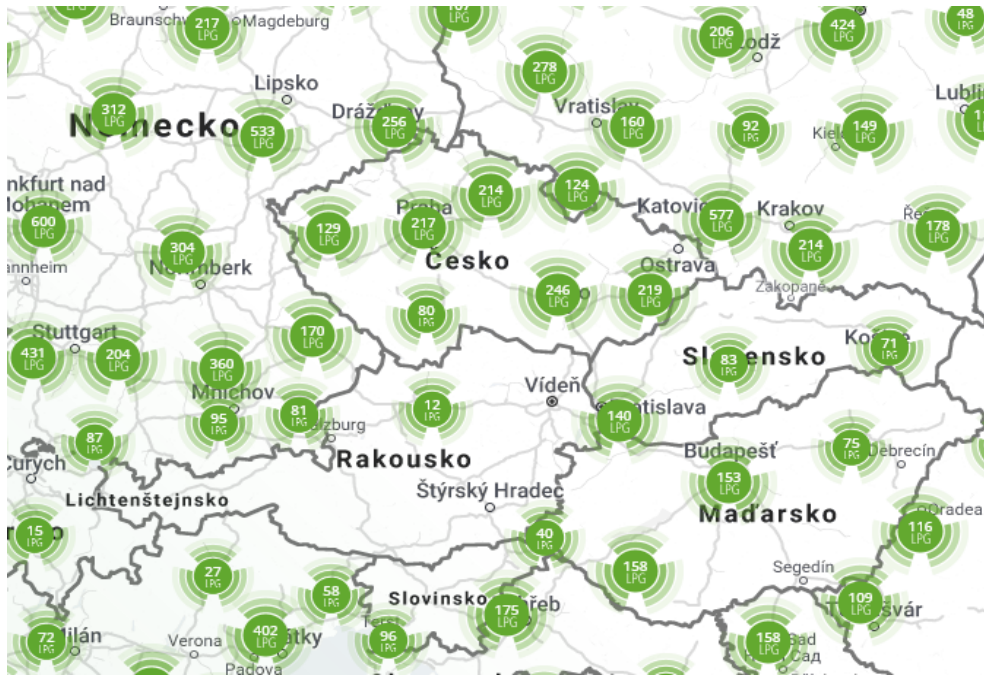
**Nabíjecí stanice** – elektrovozidlo je možné dobít na mnoha stanicích, které jsou budovány převážně podél hlavních dálničních tahů. Na každé dobíjecí stanici se nachází několik druhů konektorů. V Evropě se těší velké popularitě konektor typu CCS, který se nachází již na celkem 5981 nabíjecích míst, viz obr. 3.4. [15]



Obr. 3.4 Mapa pokrytí nabíjecími stanicemi s konektorem CCS

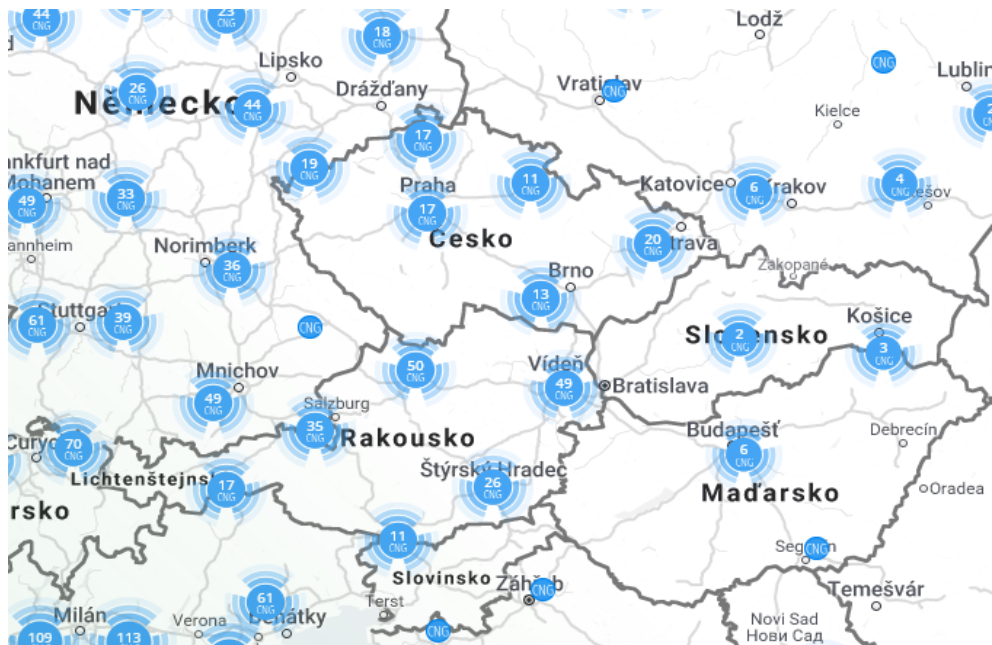
Zdroj: [15].

**Plynná paliva** – pokrytí je na velmi dobré úrovni. Pouze stanice na LNG je prozatím v ČR jen jedna.



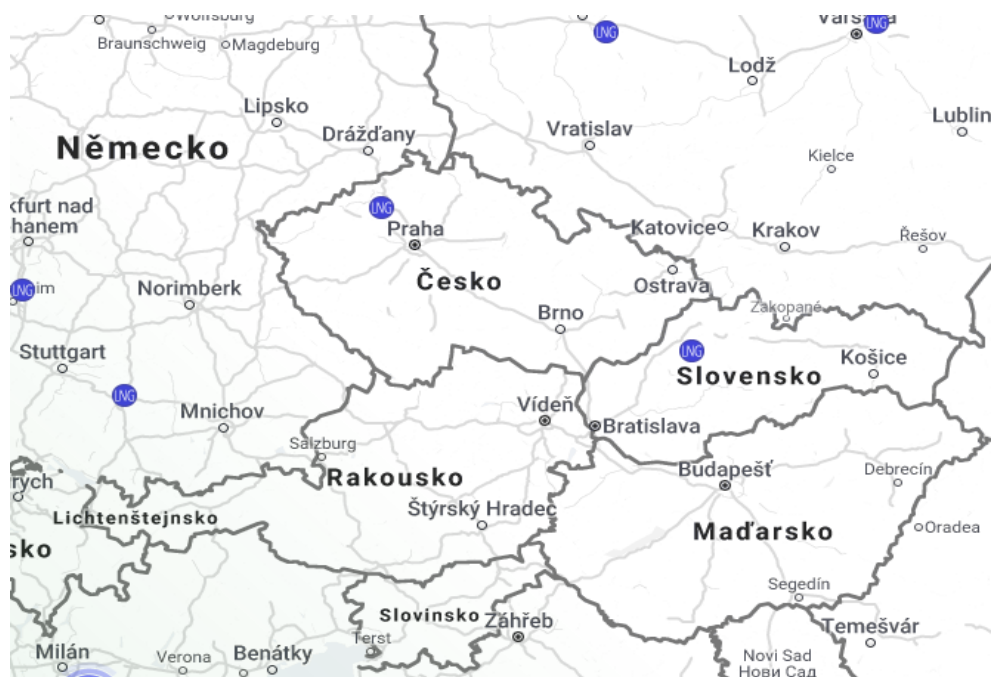
Obr. 3.5 Mapa pokrytí čerpacími stanicemi na LPG

Zdroj: [16].



Obr. 3.6 Mapa pokrytí čerpacími stanicemi na CNG

Zdroj: [16].



Obr. 3.7 Mapa pokrytí čerpacími stanicemi na LNG

Zdroj: [16].

**Vodík** – v ČR je v provozu pouze jedna čerpací stanice v Neratovicích.

V příštím roce (2020) by měli vyrůst další tři v Praze, Litvínově a Brně. Výstavbu provede koncern Unipetrol provozující síť čerpacích stanic Benzina. [17]

**Hybridní pohon** – vychází z kombinace spalovacího motoru a elektromotoru. Dostupnost paliva a dobíjecích stanic je uvedena výše.

### 3.6.2 Rychlost doplnění paliva

Důležité kritérium při rozhodování o pořízení alternativního pohonu. Paliva, pro která není vybudovaná dostatečná distribuční síť, nejsou dále uváděna. V tab. 3.4 je přehled paliv vhodných k zařazení do užšího výběru.

Tab. 3.4 Rychlost doplnění paliva

| Doba pro doplnění paliva |   |                   |
|--------------------------|---|-------------------|
| Konvenční pohon          | 3-5 min. v závislosti na velikosti nádrže           | 10 min. < krátká  |
| Plynné palivo            | 3-5 min. v závislosti na velikosti tlakových nádrží | 10 min. < krátká  |
| Hybridní pohon           | 3 min. kapalné palivo / 20 min. akumulátor          | 30 min. ≤ střední |
| Elektrický pohon         | 90 min. dle kapacity akumulátoru                    | 30 min. > dlouhá  |

Zdroj: vlastní zpracování.

### 3.6.3 Dojezd

Dlouhý dojezd vozidla na jedno natankování je důležitý jak z pohledu řidiče, tak efektivnosti prováděné přepravy. Úkolem řidiče je dopravit zásilku co nejdříve na místo určení a omezit zajižděky na tankování nebo přerušování jízdy na co nejkratší dobu. Doba odpočinku a přestávek je striktně dána úmluvou AETR (Evropská dohoda o práci osádek vozidel v mezinárodní silniční dopravě).

Dojezd vozidla s konvenčním pohonem je možné téměř vždy překonat vzdálenost 1 tis. km. Přídavnými nádržemi lze tuto vzdálenost ještě prodloužit, nevýhodou je však větší provozní hmotnost, a i spotřeba vozidla. Elektrický pohon má v současné době hlavní nevýhodu právě v omezeném dojezdu. Výrobci DAF řady CF Electric, Scania řady HEV, Mercedes-Benz řady eActros, zatím testují své vozidla v praxi u převážně rozvážkových firem, dojezd je zde uváděn od 100 do cca 300 km na jedno nabití.

U hybridního pohonu je situace o něco lepší, ale pouze díky spalovacímu motoru. Aby vozidlo využívalo převážně elektrický pohon, je nutné časté dobíjení akumulátoru. Je proto vhodné takové vozidlo provozovat v příměstských nebo městských lokalitách, kde je efektivně využita brzdná síla k rekuperaci (dobíjení) akumulátoru. Případně využít možnost dobíjet v místech nakládky nebo vykládky, kde řidič čeká na odbavení.

Nejperspektivněji se nyní jeví přechod na plynná paliva. Jedna z možností je úprava vznětového motoru na duální systém s LPG nebo s CNG, kde se dojezd ještě zvýší oproti konvenčnímu pohonu. Druhou možností je pohon pouze na zemní plyn, u stlačeného plynu (CNG) se dojezd pohybuje mezi 350 až 500 km v závislosti na velikosti nádrže a typu nákladního vozidla. U kapalné formy (LNG) to může být až 1 500 km.

### 3.6.4 Zvýhodnění alternativních pohonů

Mezi další benefity provozu alternativních paliv můžeme dále zařadit:

- osvobození od placení silniční daně [18]

(pouze pro nákladní vozidla do 12 000 kg celkové hmotnosti poháněná alternativním palivem jsou dle Zákona č. 16/1993 Sb. § 3 osvobozena od placení silniční daně, přibližná úspora činí 10 800,- Kč ročně)

- osvobození od placení mýtného poplatku [19]

(vztahující se na nákladní vozidla s elektrickým pohonem ve smyslu zákona § 2 č. 1 zákona o elektromobilitě a nákladní vozidla používající jako palivo zemní plyn (CNG) a LNG), jsou v Německu do 31. 12. 2020 osvobozena od placení mýtného poplatku)



### 3.7 Vícekriteriální rozhodnutí

Vícekriteriální analýza pomáhá při rozhodování mezi různými alternativami. Každá alternativa je hodnocena podle různých kritérií. Kritérium vyjadřuje určitou vlastnost, které je přiřazena určitá váha dle důležitosti této vlastnosti. Hodnotí se pomocí stupnic. Při použití stupnice s číselným označením se hovoří o kvantitativním hodnocení, při použití klasifikační stupnice hovoříme o kvalitativním hodnocení. Tato metoda si klade za cíl shrnout a uspořádat informace o možných řešení určitého projektu nebo daného cíle a vybrat tu nejlepší alternativu.

Pomocí této metody bude vybrán nejvhodnější alternativní pohon, který musí dosáhnout alespoň stejného, anebo lepšího výsledku v porovnání s pohonem konvenčním. V tab. 3.5 jsou v levém sloupci znázorněny kritéria, každé kritérium má přidělenou svou váhu, v horní liště jsou uvedeny jednotlivé pohony. Každý z nich je obodován podle níže uvedené stupnice od 1 do 5 bodů, čím vyšší bodové ohodnocení tím se jedná o lepší variantu. Body jsou dále násobeny s příslušnou váhou kritéria. Dosažené body jsou sečteny a tento výsledek je zapsán do spodního řádku pod každý jednotlivý pohon.

Tab. 3.5 Vícekriteriální hodnocení variant

| Kritérium / Pohon | Váha kritéria | Max/Min  | Konvenční   | Plynový     | Elektrický  | Hybridní    | Vodíkový    | Bio paliva  |
|-------------------|---------------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Dostupnost paliva | 0,35          | max      | 5           | 4           | 3           | 4           | 1           | 1           |
| Rychlost doplnění | 0,20          | max      | 5           | 5           | 1           | 3           | 5           | 5           |
| Dojezd            | 0,25          | max      | 5           | 4           | 1           | 3           | 5           | 5           |
| Ekologie paliva   | 0,10          | max      | 1           | 3           | 5           | 3           | 5           | 3           |
| Zvýhodnění pohonu | 0,10          | max      | 1           | 5           | 5           | 3           | 5           | 3           |
| <b>Výsledek</b>   | <b>1,00</b>   | <b>-</b> | <b>4,20</b> | <b>4,20</b> | <b>2,50</b> | <b>3,35</b> | <b>3,60</b> | <b>3,20</b> |

Stupnice hodnocení: 1=nejhorší  
5=nejlepší

Zdroj: vlastní zpracování.

Z výsledků je patrné, že největší počet bodů dosáhl plynový pohon. Oproti ostatním pohonům má největší šanci uspět při porovnání s konvenčním pohonem. Dostupnost paliva i rychlost jeho doplnění je na velmi dobré úrovni. Kde naopak ztrácí je dojezd na jednu nádrž, tato nevýhoda však bude odstraněna větším rozšířením kapalné formy zemního plynu LNG. Nízké emise škodlivin a státní podpora naznačuje, že se jedná o pohon, který má potenciál nahradit konvenční pohon. Tento pohon lze tedy navrhnout jako vhodnou alternativu pro dopravní firmu, provozující mezinárodní silniční dopravu.

## 4 Vyhodnocení

Z výše uvedených informací lze konstatovat, že pouze plynná paliva mohou konkurovat konvenčním palivům v reálném provozu. Ačkoli se nejedná o paliva bez uhlíkové stopy, jejich vliv na životní prostředí je jednoznačně šetrnější.

Nyní je třeba zvážit jejich ekonomickou výhodnost.

### 4.1 Srovnání cen konvenčního a plynného paliva

Palivo by mělo být nejen ekologické, ale také ekonomicky výhodné anebo státem zvýhodněné.

Průměrná cena motorové nafty za rok 2019: 31,68 Kč/l [20]

Průměrná cena LPG za rok 2019: 14,14 Kč/l [20]

Průměrná cena prosinec 2019: CNG: 26,6 Kč/kg; 18,97 Kč/m<sup>3</sup> = cca 1 l [21]

Z výše uvedených cen lze konstatovat, že průměrné ceny plyných paliv jsou výrazně nižší než průměrná cena motorové nafty.

### 4.2 Spotřeba vozidla / Úspora

Spotřeba paliva je důležitý ukazatel, který promlouvá do celkové úvahy k zavedení nového systému pohonu. Pro srovnání jsou prezentovány vozidla značky Iveco, které mají podobné parametry s vozidly DAF. Firma Iveco patří mezi lídry v nabídce vozidel s pohonem na zemní plyn. Jejich vozidla jsou již od roku 2010 testována v reálném provozu a v současné době je již možné běžně tyto vozidla zakoupit.

**Typy vozidel Iveco s pohonem na CNG:**

**IVECO EUROCARGO MLC120EL21/P CNG**

Pořizovací cena: 1 758 750,- Kč + DPH

Délka ložné plochy: až 785 cm

Celková hmotnost vozidla: 11 990 kg

Pohon: Zemní plyn, biometan (>83 %)

Průměrná spotřeba na 100 km: přibližně 15 kg

### **IVECO EUROCARGO MLC160E21/P CNG**

Požizovací cena: 1 945 000,- Kč + DPH

Délka ložné plochy: až 837 cm

Celková hmotnost vozidla: 15 990 kg

Pohon: Zemní plyn, biometan (>83 %)

Průměrná spotřeba na 100 km: přibližně 17 kg



Obr. 4.1 IVECO EUROCARGO CNG, základní konfigurace pro typ MLC120 a MLC160

Zdroj: [22].

### **IVECO S-WAY AS440S46T/P CNG – AG4T**

Požizovací cena: 2 597 500,- Kč + DPH

Délka ložné plochy jízdní soupravy: 1360 cm

Celková hmotnost tahače: 18 000 kg

Pohon: Zemní plyn, biometan (>83 %)

Průměrná spotřeba na 100 km: přibližně 29,5 kg



Obr. 4.2 IVECO S-WAY s pohonem na CNG

Zdroj: [22].

Průměrná spotřeba u vozidel poháněných motorovou naftou vychází z provozních údajů, poskytnutých firmou VKV BŘECLAV za rok 2019. U vozidel poháněných stlačeným zemním plynem jsou použity údaje uvedené výrobcem, z tohoto důvodu mají tyto údaje pouze orientační charakter.

Průměrné náklady na palivo na 1 km u konvenčního pohonu:

(Výpočet:  $\bar{\text{cena paliva}} * \bar{\text{spotřeba vozidla}} / 100 \text{ km}$ )

DAF řady LF: 5,6 Kč (31,68 Kč \* 17,72 l / 100 km)

DAF řady CF: **6,9 Kč** (31,68 Kč \* 21,9 l / 100 km)

DAF řady XF: 9,4 Kč (31,68 Kč \* 29,8 l / 100 km)

Průměrné náklady na palivo na 1 km u vozidla s pohonem na CNG:

(Výpočet:  $\bar{\text{cena paliva}} * \bar{\text{spotřeba vozidla}} / 100 \text{ km}$ )

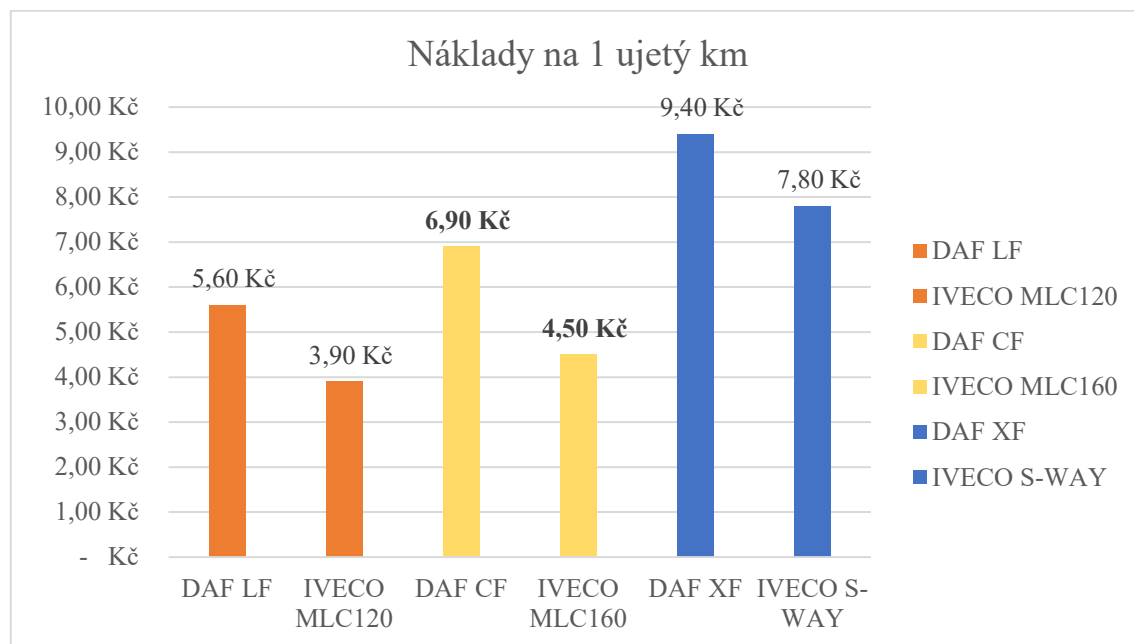
IVECO řady EUROCARGO (MLC120): 3,9 Kč (26,6 Kč \* 15 kg / 100 km)

IVECO řady EUROCARGO (MLC160): **4,5 Kč** (26,6 Kč \* 17 kg / 100 km)

IVECO řady S-WAY: 7,8 Kč (26,6 Kč \* 29,5 kg / 100 km)



Porovnání nákladů je znázorněno v grafu 4.1. Vozidla jsou uspořádána vždy po dvojici ve stejné tonáži a barvě. Největší úspory ve výši **2,40 Kč** (6,90 Kč – 4,50 Kč) je dosaženo mezi vozidly DAF řady CF a IVECO řady EUROCARGO (MLC160).



Graf 4.1 Porovnání nákladů u vybraných nákladních vozidel na jeden ujetý km

Zdroj: vlastní zpracování.

### 4.3 Náklady na pořízení vozidla s alternativním pohonem

Investice do nového pohonného systému je důležité kritérium pro výpočet návratnosti vložené investice. Vzhledem k vysokému ročnímu nájezdu jsou vozidla provozována v průměru 5 let. V této době by mělo dojít ke splacení vložených finančních prostředků.

Pořizovací ceny vozidel DAF vychází z již zakoupených a provozovaných vozidel v průměru 1-3 roky. Pořizovací ceny vozidel Iveco jsou aktuální pro únor 2020.

#### Nákladní vozidla do celkové hmotnosti 12 000 kg:

IVECO EUROCARGO (MLC120): 1 758 750 Kč / DAF LF: 1 547 723 Kč

Rozdíl: 211 027 Kč

#### Nákladní vozidla do celkové hmotnosti 18 000 kg:

IVECO EUROCARGO (MLC160): 1 945 000 Kč / DAF CF: 1 925 301 Kč

Rozdíl: **19 699 Kč**

## Tahače:

IVECO S-WAY: 2 597 500 Kč / DAF XF: 2 193 028 Kč

Rozdíl: 404 472 Kč

Srovnání ukazuje, že nejmenší rozdíl v pořizovacích cenách je mezi vozidly v kategorii do 18 000 kg. Částka 19 699 Kč se vrátí po ujetí 8 208 km, při úspoře na palivu ve výši 2,4 Kč/1 km.

## 4.4 Dojezd

Jediným větším nedostatkem u vozidel spalující plyné paliva je omezený dojezd na jednu nádrž v porovnání s vozidly s dieslovým pohonem. Pro čerpání zemního plynu musí být vozidlo vybaveno ocelovými nádržemi, které jsou uzpůsobeny k bezpečnému uložení paliva pod tlakem přibližně 220 barů. Tlakové nádrže jsou těžké a objemné. Vozidlo může být vybaveno pouze určitým počtem takovýchto nádrží dle homologace vozidla.

### Srovnání dojezdu mezi výše uvedenými vozidly:

Vozidlo DAF CF je vybaveno dvěma nádržemi o objemu cca 180 l, což při průměrné spotřebě 21,9 l/100 km umožňuje teoretický dojezd 1 644 km.

Vozidlo IVECO EURO CARGO DLC160 lze vybavit několika nádržemi viz tab. 4.1. Nejvíce paliva pojme vozidlo při kombinaci 6 nádrží po 80 l a 3 kusů nádrží po 140 l, prostřední varianta. Při této konfiguraci může být teoretický dojezd až 1 300 km při nejnižší spotřebě 11 kg/100 km. Rozdíl tedy činí přijatelných 344 km.

Tab. 4.1 Konfigurace podvozku vozidla IVECO EURO CARGO DLC160

| Orientační dojezd vozidla - nádrže podle modelu a konfigurace |                 | při spotřebě paliva |             |             |             |
|---|-----------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| Nádrže - objem - příklady                                     | Paliva v nádrži | 11 kg/100km         | 13 kg/100km | 15 kg/100km | 17 kg/100km |
| CNG: 6 x 80L, 200 atm, 15°C                                   | 76 kg           | 691 km              | 585 km      | 507 km      | 447 km      |
| CNG: 6 x 80L + 3 x 140L (opt.)                                | 143 kg          | 1300 km             | 1100 km     | 953 km      | 841 km      |
| CNG: 3 x 140L (opt.)  | 67 kg           | 609 km              | 515 km      | 447 km      | 394 km      |

Zdroj: vlastní zpracování podle [22].

## 4.5 Souhrn

Z výše uvedené analýzy vyplývá, že všechny uvedené alternativní pohony mají své přínosy, ale také svá omezení. Z vícekritériální analýzy je patrné určité zaměření a využití každého uvedeného alternativního pohonu.

Elektrifikovaná nákladní vozidla již dnes pomalu nalézají uplatnění při svozech a rozvozech zásilek v městském prostředí, případně obsluhou logistických areálů. Malá kapacita a velká hmotnost akumulátorů těchto vozidel brání jejich většímu rozšíření.

Hybridní vozidla budou nasazena na obsluhu příměstských lokalit, kdy ve městech budou schopna pouze elektrické jízdy a v mimoměstském provozu budou využívat spalovací motor.

Biopaliva jsou svázána s podporou daného státu a dalšího hospodářského odvětví, nejčastěji zemědělství. Jejich výroba je energeticky i technologicky náročná a z toho plyne vyšší cena oproti fosilním palivům. Vyšší cena paliva a diskutabilní přínos k životnímu prostředí vedou k nezájmu o tento druh pohonu.

Využití vodíku stojí na okraji nabídky nákladních vozidel. Výroba vozidel s vodíkovým pohonem je velmi drahá, stále je předmětem testů a je třeba dalšího vývoje.

Nejbližší konvenčnímu pohonu je nákladní vozidlo poháněné plynným palivem. Vyrovná se mu rychlostí doplnění paliva, síť čerpacích stanic je také na dobré úrovni. Z pohledu ekologie se také jedná o vhodnou alternativu. Ztrácí pouze v dojezdu. Vhodným řešením mezi plynnými palivy je především zemní plyn, který má oproti ropnému plynu mnoho výhod.

Výsledným doporučením je tedy zařazení středně těžkého nákladního vozidla s pohonem na stlačený zemní plyn (CNG). Navržené vozidlo IVECO EURO CARGO MLC160 má velmi podobné užité vlastnosti jako vozidlo DAF řady CF navíc má nižší provozní náklady. Rozdíl ve vyšší pořizovací ceně tohoto vozidla se vrátí po ujetí 8 208 km, což odpovídá přibližně jednomu měsíci provozu. Před případným pořízením je na místě úvaha o zapůjčení vozidla ke zkušebnímu provozu a jeho otestování v reálném prostředí dopravní firmy.

## Závěr

Téma využití alternativních pohonů je často diskutované v souvislosti se zmírněním znečištění ovzduší a snížení produkce oxidu uhličitého. Opatření přijatá v EU nutí výrobce vyvíjet taková vozidla, která zastaví růst škodlivých exhalací v dopravním sektoru. Nákladní automobily denně udržují svými jízdami toky zboží a surovin v pohybu. Je proto důležité hledat možnosti v nahrazení konvenčního pohonu tedy diesellového za některý vhodný alternativní pohon a tím přispět ke zlepšení stavu ovzduší i životní prostředí jako celku.

Teoretická část bakalářské práce prezentuje výsledky a principy fungování alternativních pohonů a staví na znalostech této problematiky. Literární řešerše čerpá z knižních titulů renomovaných autorů, kteří se na téma spalovacích motorů a alternativních pohonů dlouhodobě zaměřují. Tyto zdroje byly zpracovány a doplněny dalšími relevantními informacemi k tomuto tématu. Navazující část je zaměřena na vozidla vybavená těmito pohony. U každého z nich jsou uvedeny jejich přínosy i omezení. Obě kapitoly jsou provázány a potvrzuje se zde, že teoretické výstupy nacházejí uplatnění při vývoji nových systémů a řešení při výrobě těchto nákladních vozidel.

V praktické části bakalářské práce byla analyzována dopravní firma VKV BŘECLAV. Na základě výsledku SWOT analýzy, která určuje firmě defenzivní strategii, vyplívá potřeba zlepšit pozici na trhu. Dopravní trh se podobá dokonalé konkurenci, je velmi obtížné změnit cenu, zákazník má nulové náklady na změnu dodavatele a produkt-slужba je mezi dopravními firmami totožná. Využití alternativního pohonu ve flotile vozidel nabízí příležitost získání konkurenční výhody. Na základě vybraných kritérií byly alternativní pohony podrobeny vícekritériální analýze. Pouze pohon spalující plynná paliva byl vyhodnocen jako možná konkurence konvenčnímu pohonu. Nejvhodnějším plynným palivem z pohledu nabídky vozidel i ekologického zatížení je zemní plyn. Jeho zásoby jsou odhadovány na přibližně 200 let a jeho distribuce je zajištěna již vybudovanými plynovody. Může tedy posloužit jako dočasné řešení při přechodu na bezemisní pohony v budoucnosti. Z analýzy dopravní firmy byly vybrány tři nejčastěji používané druhy nákladních vozidel. K těmto vozidlům byla vybrána tři vozidla vybavena pohonem na stlačený zemní plyn (CNG), která mají podobné parametry, tj. nosnost, délku ložné plochy, servisní středisko v dosahu. Došlo k podrobnému srovnání spotřeby, dojezdu, ceny paliva a pořizovacích cen vozidel.

Cílem této bakalářské práce bylo analyzovat možnosti využití alternativních pohonů u nákladních motorových vozidel a navrhnout opatření k nahrazení dieselového pohonu alternativním pohonem. Tento cíl byl splněn. Nákladní vozidla s alternativními pohony byly podrobeny analýze, ze které je patrný budoucí vývoj v dopravním odvětví. Využití alternativních pohonů je determinováno účelem, pro který byl vyvinut a také nároky na míru bezemisního provozu. Krátké jízdy, městský provoz, příměstský provoz, dálniční provoz. Pro dopravní firmu zabývající se především mezinárodní dopravou bylo navrženo řešení v podobě vozidla s pohonem na stlačený zemní plyn (CNG). I když tyto vozidla mají pouze průměrný dojezd lze je pro mezinárodní dopravu také využít. Dopravní firma se sídlem v Lednici na Moravě má díky své výhodné poloze možnost s tímto vozidlem snadno obsloužit své zákazníky z Vídně, Bratislavy i Budapešti s výrazně nižšími provozními náklady. Blízké lokality s největší poptávkou po přepravních službách. Při delších trasách např. do Německé spolkové republiky je již možné využít dostatečnou síť čerpacích stanic. Navíc je tento pohon na německých dálnicích osvobozen od výběru mýtného poplatku.

Problematika alternativních pohonů je obsáhlé téma, které zahrnuje také výrobu paliv, jejich distribuci a využití obnovitelných zdrojů. Jelikož jsou tyto témata nad rámec této práce, byly zmíněny pouze okrajově, mohou však být námětem pro budoucí akademické práce.

## Seznam zdrojů

- [1] Emise CO<sub>2</sub> z aut: fakta a čísla (infografika). *Zpravodajství Evropský parlament* [online]. Praha: Evropský parlament, 2019, 18-04-2019 [cit. 2019-10-20]. Dostupné z: <http://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/society/20190313STO31218/emise-co2-z-aut-fakta-a-cisla-infografika>.
- [2] REMEK, Branko. *Automobil a spalovací motor: historický vývoj*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3538-2.
- [3] BAREK, Jiří a kol. Znečištění životního prostředí automobilovými emisemi. *Chemické listy* [online]. Praha: Česká společnost chemická, 1998 [cit. 2019-12-04]. Dostupné z: [http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/1998\\_10\\_794-798.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/1998_10_794-798.pdf).
- [4] Přehled emisních norem. *Povinne-ruceni.com* [online]. Praha: Společnost PFP, 2018, 19. 12. 2018 [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: <https://www.povinne-ruceni.com/clanky/prehled-emisnich-norem/>.
- [5] HROMÁDKO, Jan. *Speciální spalovací motory a alternativní pohony: komplexní přehled problematiky pro všechny typy technických automobilních škol*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4455-1.
- [6] KAMEŠ, Josef. *Hybridní a elektrický pohon automobilů*. Praha: Josef Kameš, 2015.
- [7] VLK, František. *Alternativní pohony motorových vozidel*. Brno: František Vlk, 2004. ISBN 80-239-1602-5.
- [8] NOVÁK, Jan A. Palivové články udrží dron ve vzduchu řadu hodin. *DRONEWEB* [online]. DRONEWEB, 2018, 16. 8. 2018 [cit. 2019-10-27]. Dostupné z: <http://www.droneweb.cz/aktuality/item/260-plalivove-clanky-drony>.
- [9] Inovativní DAF CF Electric získal ocenění Green Truck. *DAF* [online]. Eindhoven: DAF Trucks, c2019, 4. 6. 2019 [cit. 2019-11-10]. Dostupné z: <https://www.daftrucks.cz/cs-cz/novinky-a-media/news-articles/global/2019/q2/04-06-2019-innovative-daf-cf-electric-wins-green-truck-award>.
- [10] Electric & hybrid trucks. *DAF* [online]. Eindhoven: DAF Trucks, c2019 [cit. 2019-11-10]. Dostupné z: <https://www.daf.com/en/about-daf/innovation/electric-and-hybrid-trucks>.

- [11] Stralis NP. *IVECO* [online]. Vysoké Mýto: IVECO CR, 2019 [cit. 2019-11-10]. Dostupné z: <https://www.iveco.com/czech/produkty/pages/novy-stralis-np-plynovy-truck.aspx>.
- [12] Toyota odhalila bezemisní kamion poháněný vodíkem. *Toyota* [online]. Praha: Toyota Central Europe – Czech, 2019, 18. 6. 2019 [cit. 2019-11-10]. Dostupné z: <https://www.toyota.cz/world-of-toyota/news/2019/toyota-odhalila-bezemisni-kamion-pohaneny-vodikem.json>.
- [13] Všestranná hybridní nákladní vozidla pro městské aplikace. *Scania* [online]. Praha: Scania Czech Republic, 2018, 9/2018 [cit. 2019-12-08]. Dostupné z: <https://www.scania.com/cz/cs/home/experience-scania/news-and-events/News/archive/2018/0111111111/Scania-IAA-2018-Main.html#image=972911108>.
- [14] Galerie. *VKV BŘECLAV* [online]. Břeclav: VKV BŘECLAV, 2017 [cit. 2020-01-27]. Dostupné z: <http://www.vkvbreclav.cz/cz/>.
- [15] HORČÍK, Jan. V Evropě je skoro 6000 CCS nabíjecích stanic, každý den přibude pět nových. *HYBRID.CZ* [online]. Brandýs nad Labem: Chamanne, 2019, 02. leden 2019 [cit. 2020-01-27]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/v-evrope-je-skoro-6000-ccs-nabijecich-stanic-kazdy-den-pribude-pet-novych>
- [16] Mapa čerpacích stanic LPG, CNG, LNG a Elektrostaníc. *LEVNEVOZENI* [online]. Mestečko: LevneVozeni.cz - All4car, c2020 [cit. 2020-01-27]. Dostupné z: <https://www.levnevozeni.cz/cerpaci-stanice-lpg-na-mape/>.
- [17] Unipetrol postaví na stanicích Benzina první stojany s vodíkem. Jeden z nich bude v Praze na Barrandově. *Hospodářské noviny* [online]. Praha: Economia, 2019, 26. 7. 2019 [cit. 2020-01-27]. Dostupné z: <https://domaci.ihned.cz/c1-66615020-unipetrol-v-cesku-postavi-prvni-tri-cerpaci-stanice-na-vodik-chce-tak-rozsirit-vyuzivani-vodikove-technologie>.
- [18] *Zákon č. 16/1993 Sb.: Zákon České národní rady o dani silniční.* [online]. Zlín: AION CS, 2017 [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1993-16/zneni-20170601?text=ro%C4%8Dn%C3%ADk>.
- [19] Informace pro držitele vozidel, která nemusí odvádět mýto. *Toll Collect* [online]. Berlin: Toll Collect, 2018, 12/2018 [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: [https://www.toll-collect.de/en/toll\\_collect/microsites/cs/cestina.html](https://www.toll-collect.de/en/toll_collect/microsites/cs/cestina.html).
- [20] Šetření průměrných cen vybraných výrobků - pohonné hmoty a topné oleje - časové řady. *Český statistický úřad* [online]. Praha 10: Český statistický úřad, 2020, 29. 01. 2020

[cit. 2020-01-29]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/setreni-prumernych-cen-vybranych-vyrobku-pohonne-hmoty-a-topne-oleje-casove-rady>

[21] Ceny CNG. *CNG.CZ* [online]. 2020 [cit. 2020-01-29]. Dostupné z: <https://www.cng.cz/ceny>.

[22] KUNC, Pavel. *IVECO: Model: AS440S46T/P CNG - AG4T, ML120EL21/P CNG VID - H12G, ML160E21/P CNG VID - H16H*. 5 února 2020. Hustopeče, 2020.



# Seznam grafických objektů

## Seznam grafů

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Graf 1.1 | Emise CO <sub>2</sub> v EU v jednotlivých odvětvích (1990-2016)..... | 10 |
| Graf 2.1 | Výsledek SWOT analýzy .....  | 27 |
| Graf 3.1 | Výsledek SWOT analýzy .....  | 40 |
| Graf 4.1 | Porovnání nákladů u vybraných nákladních vozidel na jeden ujetý km.  | 49 |

## Seznam obrázků

|          |   |    |
|----------|---|----|
| Obr. 1.1 | Funkce palivového článku.....   | 20 |
| Obr. 1.2 | Uspořádání hybridních pohonů .....  | 22 |
| Obr. 2.1 | DAF řady CF Electric .....  | 28 |
| Obr. 2.2 | Iveco řady Stralis NP .....   | 30 |
| Obr. 2.3 | Bezemisní tahač Toyota/Kenworth .....                                       | 31 |
| Obr. 2.4 | Hybridní nákladní vozidlo Scania .....                                      | 32 |
| Obr. 3.1 | Valníkové nákladní vozidlo DAF řady LF.....                                 | 35 |
| Obr. 3.2 | Valníkové nákladní vozidlo DAF řady CF .....                                | 35 |
| Obr. 3.3 | Tahač DAF řady XF s návěsem .....   | 36 |
| Obr. 3.4 | Mapa pokrytí nabíjecími stanicemi s konektorem CCS.....                     | 41 |
| Obr. 3.5 | Mapa pokrytí čerpacími stanicemi na LPG.....                                | 42 |
| Obr. 3.6 | Mapa pokrytí čerpacími stanicemi na CNG .....                               | 42 |
| Obr. 3.7 | Mapa pokrytí čerpacími stanicemi na LNG .....                               | 43 |
| Obr. 4.1 | IVECO EURO CARGO CNG, základní konfigurace<br>pro typ MLC120 a MLC160 ..... | 47 |
| Obr. 4.2 | IVECO S-WAY s pohonem na CNG.....   | 48 |

## Seznam tabulek

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Tab. 1.1 | Emisní norma Euro .....  | 12 |
| Tab. 1.2 | Porovnání různých koncepcí trakčních elektromotorů (nejlepší = 10) ... | 17 |
| Tab. 1.3 | Přehled údajů jednotlivých baterií .....                               | 18 |
| Tab. 2.1 | SWOT analýza alternativních pohonů .....                               | 24 |
| Tab. 2.2 | Vyhodnocení SWOT analýzy .....   | 26 |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Tab. 2.3 | Výsledek SWOT analýzy .....                                | 27 |
| Tab. 3.1 | SWOT analýza firmy VKV.....                                | 37 |
| Tab. 3.2 | Vyhodnocení SWOT analýzy .....                             | 39 |
| Tab. 3.3 | Výsledek SWOT analýzy .....                                | 40 |
| Tab. 3.4 | Rychlost doplnění paliva.....                              | 43 |
| Tab. 3.5 | Vícekritériální hodnocení variant.....                     | 45 |
| Tab. 4.1 | Konfigurace podvozku vozidla IVECO EURO CARGO DLC160 ..... | 50 |

## Seznam zkratek

|              |   |
|--------------|---|
| CNG          | Compressed Natural Gas<br>Stlačený zemní plyn   |
| DPF filtr    | Diesel Particulate Filter<br>Filtr pevných částic   |
| LNG          | Liquefied Natural Gas<br>Zkapalněný zemní plyn  |
| LPG          | Liquefied Petroleum Gas<br>Zkapalněný ropný plyn  |
| MEŘO         | Methylester řepkového oleje   |
| RDE          | Real Driving Emissions<br>Měření emisí při jízdě v běžném provozu   |
| SWOT analýza | Strategická analýza vnitřního a vnějšího prostředí firmy<br>S – Strengths silné, W – Weaknesses slabé stránky<br>O – Opportunities příležitosti, T – Threats hrozby |
| WLTP         | Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure<br>Podmínky pro měření emisí v laboratorních podmínkách<br>a při jízdě v běžném provozu                     |

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>Autor/ka</b>        | <b>David Průdek</b>  |
| <b>Název BP</b>        | <b>Využití alternativního pohonu u nákladních motorových vozidel v mezinárodní silniční dopravě</b>  |
| <b>Studijní obor</b>   | <b>DOL</b>   |
| <b>Rok obhajoby BP</b> | <b>2020</b>  |
| <b>Počet stran</b>     | 45   |
| <b>Počet příloh</b>    | 0  |
| <b>Vedoucí BP</b>      | <b>Ing. Michal Turek, Ph.D.</b>  |
| <b>Anotace</b>         | Bakalářská práce je zaměřena na využití alternativních pohonů v mezinárodní nákladní silniční dopravě a možnosti jeho zavedení do vozového parku dopravní společnosti. Analyzuje a porovnává současnou nabídku těchto vozidel s vozidly s dieselovým pohonem. V závěrečné části jsou vyhodnoceny přínosy se zavedením těchto pohonů. |
| <b>Klíčová slova</b>   | ropa, alternativní pohon, elektromotor, akumulátor, CNG, palivový článek, vodík  |
| <b>Místo uložení</b>   | ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově  |
| <b>Signatura</b>       |  |