

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Využití alternativních paliv ve společnosti Psota Transport s.r.o.

Tomáš Teplý

Bakalářská práce

2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš Teplý**

Osobní číslo: **D14068**

Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**

Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**

Název tématu: **Využití alternativních paliv ve společnosti Psota Transport s.r.o.**

Zadávací katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod

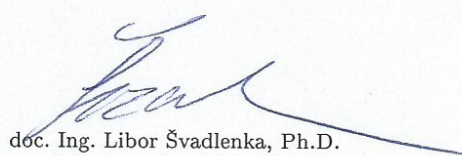
1. Využití alternativních paliv v nákladní dopravě
2. Analýza stávajícího vozového parku s ohledem na používané pohonné hmoty ve společnosti Psota Transport s.r.o.
3. Návrhy na využití alternativních paliv ve společnosti Psota Transport s.r.o.

Závěr

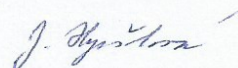
Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucí/ho**
Rozsah pracovní zprávy: **40 - 50 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:
dle pokynů vedoucí/ho práce

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jiří Nožička, Ph.D.**
Katedra dopravního managementu, marketingu
a logistiky

Datum zadání bakalářské práce: **30. listopadu 2016**
Termín odevzdání bakalářské práce: **2. června 2017**


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

L.S.


doc. Ing. Jaroslava Hyršlová, Ph.D.
pověřená vedením katedry

V Pardubicích dne 12. dubna 2017

Prohlašuji:

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

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

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 27. 5. 2017

Tomáš Teplý

Rád bych poděkoval vedoucímu práce Ing. Jiřímu Nožičkovi, Ph.D. za vstřícný přístup a cenné rady při zpracování bakalářské práce.

ANOTACE

Práce se zaměřuje na otázku využití alternativních paliv ve společnosti Psota Transport s.r.o., která se specializuje na dálkovou silniční dopravu. Práce předkládá výpočty, na jejichž podkladě je stanoveno optimální řešení pro uvedenou společnost. Provádí též ekonomické zhodnocení navrhovaného využití alternativních paliv.

KLÍČOVÁ SLOVA

alternativní palivo, nákladní doprava, úspora, náklady, LPG, diesel gas

TITLE

The Utilization of Alternative Fuels in the company Psota Transport

ANNOTATION

The work focuses on the question of the utilization of alternative fuels in the company Psota Transport s.r.o., that specialized in freight long-distance transport. The work presents calculations, on the basis of which the optimal solution for the given company is set. The economic evaluation of this suggested use of alternative fuels is given as well.

KEYWORDS

alternative fuel, haulage, savings, costs, LPG, diesel gas

OBSAH

ÚVOD.....	9
1 VYUŽITÍ ALTERNATIVNÍCH PALIV V NÁKLADNÍ DOPRAVĚ.....	10
1.1 Důvody zavádění alternativních paliv.....	10
1.2 Historie alternativních paliv.....	11
1.2.1 Historický vývoj plyných paliv.....	12
1.2.2 Historický vývoj biopaliv.....	13
1.3 Druhy alternativních paliv využívaných v současnosti.....	13
1.3.1 LPG (Liquefied Petroleum Gas).....	14
1.3.2 CNG (Compressed Natural Gas).....	15
1.3.3 LNG (Liquefied Natural Gas).....	16
1.3.4 Bioplyn.....	16
1.3.5 Vodík.....	17
1.3.6 Bionafta.....	17
1.3.7 Rostlinné oleje.....	18
1.3.8 Bioethanol.....	19
1.3.9 Elektrický proud.....	19
2 ANALÝZA STÁVAJÍCÍHO VOZOVÉHO PARKU S OHLEDEM NA POUŽÍVANÉ POHONNÉ HMOTY VE SPOLEČNOSTI PSOTA TRANSPORT S.R.O.	21
2.1 Historie společnosti.....	21
2.2 Představení společnosti Psota Transport s.r.o.	22
2.3 Vozový park.....	22
2.4 Srovnání tržeb.....	23
2.5 Spotřeba.....	26
2.6 Systém tankování.....	26
2.7 Dosavadní zkušenosti s alternativními palivy.....	27
3 NÁVRHY NA VYUŽITÍ ALTERNATIVNÍCH PALIV VE SPOLEČNOSTI PSOTA TRANSPORT S.R.O.....	28
3.1 Představení systému Diesel gas.....	28
3.1.1 Diesel gas LPG.....	28
3.1.2 Diesel gas CNG.....	29
3.2 Výběr vhodných vozidel pro přestavbu.....	30
3.3 Volba vhodného systému.....	31

3.3.1	Cena přestavby	31
3.3.2	Dostupnost LPG a CNG.....	31
3.3.3	Vývoj cen uvažovaných paliv	34
3.3.4	Náklady na pohonné hmoty	34
3.3.5	Dojezd na jedno natankování	37
3.3.6	Shrnutí kritérií	40
3.3.7	Multikriteriální analýza	41
3.4	Vyhodnocení navrhovaného řešení	44
3.4.1	Měsíční úspora	44
3.4.2	Návratnost investice	45
3.4.3	Celkové shrnutí	45
	ZÁVĚR	47
	POUŽITÁ LITERATURA.....	48
	SEZNAM TABULEK.....	50
	SEZNAM OBRÁZKŮ	51
	SEZNAM ZKRATEK.....	52

ÚVOD

V současné době je lidstvo svědkem narůstajícího znečišťování životního prostředí, což je způsobováno ve velkém měřítku také silniční dopravou. Hlavním důvodem je spalování pohonných hmot vyráběných na bázi fosilních paliv, především ropy, s čímž je spojena produkce oxidu uhličitého. Ropa patří mezi neobnovitelné zdroje, její cena neustále kolísá a je těžké odhadovat její další vývoj. Zároveň s touto nejistotou roste snaha státních orgánů i podnikatelské sféry o snižování emisní zátěže v dopravě. Výrobci dopravních prostředků se proto snaží přivádět na trh vozidla využívající alternativní zdroje pohonu.

Tato bakalářská práce se bude snažit najít a posoudit všechna možná řešení přechodu na alternativní paliva v nákladní silniční dopravě ve společnosti Psota Transport s.r.o. Zároveň bude posuzovat, zda je zavedení alternativního pohonu efektivnější než stávající systém.

Úvodní kapitola této bakalářské práce bude zaměřena na orientaci v problematice zavádění alternativních paliv. Po krátkém historickém úvodu bude na základě dostupných materiálů proveden rozbor a posouzení alternativních paliv používaných v současnosti, uvedeny důvody zavádění alternativních paliv a provedena stručná charakteristika jednotlivých druhů.

Ve druhé části bakalářské práce bude představena spolupracující společnost Psota Transport s.r.o., která poskytla údaje pro praktickou část této práce.

Stěžejní částí je závěrečná kapitola věnovaná možnostem využití alternativních paliv ve společnosti Psota Transport s.r.o. V ní bude na základě výpočtů provedeno doporučení optimálního systému pohonu vozidel společnosti a výběr vhodných vozidel pro jeho realizaci. V závěru bude provedeno zhodnocení potenciálního ekonomického přínosu navrhovaného řešení.

1 VYUŽITÍ ALTERNATIVNÍCH PALIV V NÁKLADNÍ DOPRAVĚ

Pod pojmem alternativní paliva rozumí Petroleum (2017) pohonné hmoty lišící se od stávajících (automobilový benzin, motorová nafta) původem suroviny pro jejich výrobu, skupenstvím nebo odlišnou technologií pohonu vozidla. Zatímco stávající alternativní paliva jsou převážně vyrobena na bázi ropné suroviny, alternativní paliva mohou být vyrobena z uhlí, zemního plynu, případně z obnovitelných surovin.

1.1 Důvody zavádění alternativních paliv

Díky ubývajícím zásobám ropy se veřejnost před několika lety začala zabývat hledáním alternativních zdrojů energie. Vzhledem ke zhoršujícímu se stavu životního prostředí a značné zátěži, kterou se používání ropy vyznačuje, se zintenzivnilo hledání energie méně škodlivé.

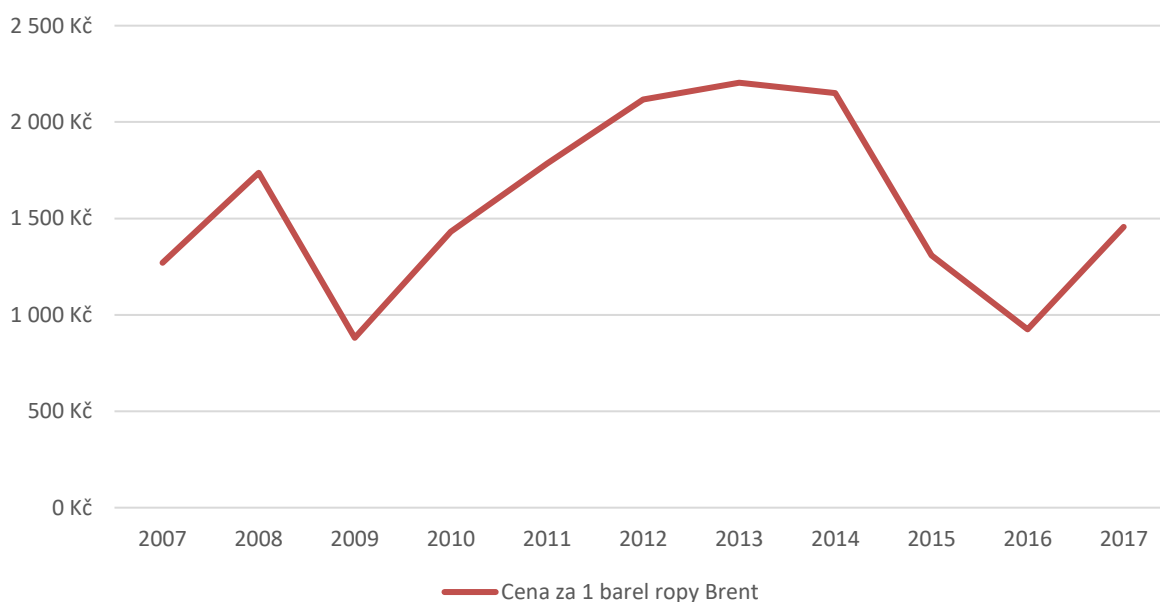
Šebor (2006) připisuje značný podíl na znečištění ovzduší vedle průmyslové produkce také automobilové dopravě. Negativní vliv automobilové dopravy lze zaznamenat především v městských aglomeracích. Této problematice je věnována intenzivní pozornost již řadu let.

Dále Šebor (2006) uvádí, že v USA tuto otázku řeší orgány státní správy ve spolupráci s výrobci motorových vozidel a ropnými společnostmi od počátku 70. let. Na začátku 90. let vznikl v USA zákon o čistém ovzduší CAA (Clean Air Act) s cílem snížit do roku 2000 emise CO, uhlovodíků, případně NO_x vhodnou úpravou kvality motorových paliv. V roce 2000 navázala nová etapa. V Evropě lze podobnou iniciativu sledovat od 90. let. Koncem roku 1992 byl zahájen program EPEFE (European Programme on Emissions, Fuels and Engines). Na základě zkušebních prací a získaných výsledků byly navrženy emisní limity pro motorová vozidla a požadavky na kvalitu klasických kapalných motorových paliv. V roce 2000 došlo k dalšímu zpřísnění požadavků.

Šebor (2006) konstatuje, že rafinérský průmysl ve snaze uspokojit rostoucí poptávku po motorových palivech a za zpřísnujících se požadavků na jejich kvalitu prošel značnou restrukturalizací. V situaci, kdy je v Evropě přebytek zpracovatelských kapacit, je ekonomická atraktivita investic v rafineriích limitována. „Uvedené problémy rafinérského průmyslu, stav světových zásob ropy a stále rostoucí požadavky na kvalitu ovzduší jsou příčinou toho, že do popředí zájmu státních orgánů i podnikatelské sféry na celém světě se stále více dostává alternativní pohon motorových vozidel.“ (Šebor, 2006, s. 10)

V automobilovém průmyslu lze v dnešní době využít mnoho alternativních pohonů. Mezi příklady můžeme zařadit plynové, elektrické, hybridní nebo vodíkové pohony. Lze k nim přiřadit jakékoli koncepce pohonů lišících se od konvenčního způsobu pohonu. V minulých letech byly zaznamenány i pokusy o zavedení slunečních a vzduchových pohonů, ty se však potýkaly s výkonnostními problémy.

Dalším důležitým důvodem, proč jsou alternativní paliva v současnosti často řešeným tématem, je podle Šebora (2006) neustále kolísající cena ropy. Vzhledem k omezeným zásobám této suroviny se navíc nedá očekávat, že by se její cena stabilizovala. Velký vliv na cenu ropy má také politická a ekonomická situace. Neustálé kolísání ropy dokazuje obrázek 1, který ukazuje vývoj ceny ropy Brent za posledních deset let.



Obrázek 1 Vývoj ceny ropy Brent za posledních deset let (kurzycz)

1.2 Historie alternativních paliv

Hromádko (2012) uvádí, že jedním z prvních alternativních pohonů byla elektrovozidla. Upozorňuje však na to, že důvod jejich používání byl odlišný než dnes. Popisuje také, že byla elektrovozidla díky jednoduché konstrukci, lehké obsluze a nenáročnému startování na konci 19. století oblíbenější než vozidla s klasickým pohonem. Jako důkaz svého tvrzení předkládá fakt, že v roce 1900 se v USA vyrobilo o jednu třetinu více vozidel s elektrickým pohonem než se spalovacím motorem. V 90. letech minulého století se rovněž objevila snaha o renesanci parního motoru.

Za samostatnou kapitolu považuje Hromádko (2012) alternativní paliva tvořená v dnešní době především biopalivy. Dodává, že jsou známá od začátku uvedení spalovacích

motorů. První spalovací motory využívaly jako zdroj energie převážně plynná paliva. První použití biopaliv je spojeno s bioethanolem, který se ve 30. letech minulého století vyráběl téměř v každé větší vesnici. Jako vstupní zdroj biomasy byly používány přebytky z agrárního sektoru.

1.2.1 Historický vývoj plynných paliv

V kategorii plynných paliv zaznamenává Hromádka (2012) celou řadu hořlavých plynů, které v průběhu doby sloužily jako alternativní paliva. Mezi nejdůležitější řadí především svítiplyn a zemní plyn. Používaný však byl i důlní plyn (metan), dřevoplyn, kalový plyn, generátorový plyn, vysokopecní plyn a acetylén. Rovněž dodává, že v budoucnosti by měl hrát nejvýznamnější roli vodík.

Samotná historie využití plynných paliv v dopravě podle Hromádka (2012) sahá až do roku 1786, kdy jako první požádal o patent na motor poháněný svítiplymem francouzský vynálezce Philippe Lebon. V roce 1807 získal Švýcar Issac de Rivaz patent na vozidlo poháněné výbušným motorem. Ačkoli svůj stroj postavil, a dokonce několikrát i veřejně zkoušel, po udělení patentu přestal na vývoji pracovat. Největšího průlomu v oblasti plynných paliv však dosáhl až Francouz Jean Joseph Etienne Lenoir, který dovedl výbušné motory do takového stavu dokonalosti, že by je bylo možné prakticky využít. V roce 1863 představil Lenoir svůj vůz s plynovým pohonem na jízdě z Paříže na předměstí Joinville le Pont a zpět. Trasu měřící osmnáct kilometrů vykonal rychlostí šest kilometrů za hodinu. Plynový motor si od té doby začal razit úspěšnou cestu do světa. Řada dalších vynálezců jej postupem let ještě více zdokonalovala. Koncem devatenáctého a zejména začátkem dvacátého století se ale k pohonu výbušných motorů začaly používat kapalné pohonné hmoty, a to nejdříve petrolej a později benzín. Zdálo se, že kapalná paliva převezmou plnou moc a zvítězí nad plynem. Opětovný nástup plynu do popředí však způsobila první a poté i druhá světová válka, kdy plyn vykompenzoval nedostatek kapalných pohonných hmot.

Podle Hromádka (2012) se v praxi během využívání plynu zjistilo, že má pro pohon motorových vozidel vynikající vlastnosti. Provoz s použitím svítiplynu byl levnějším a ekologičtějším než s kapalnými pohonnými hmotami, motory navíc daleko lépe startovaly i v mrazivých podmínkách. Jedinou nevýhodu nestlačeného plynu představoval velmi malý akční rádius automobilů. Z toho důvodu vývoj jednoznačně směřoval k používání stlačeného plynu. Ten má počátky svého použití v roce 1930 ve Francii. Začaly se vyrábět kompresní tankovací stanice, tlakové láhve a stlačený plyn se začal běžně používat. Souběžně s tím se prováděly pokusy s jinými plyny, a to především metanem a kalovým plynem, které by mohly nahradit svítiplyn.

Hromádko (2012) dále uvádí, že zatímco během druhé světové války byl pohon na plyn hojně využíván v autobusové, nákladní i osobní dopravě, po jejím skončení se opět dostaly do popředí kapalné hmoty (benzín a nafta). Došlo tak opět na utlumení používání plynových paliv. Opětovný nástup použití plynu pro pohon vozidel nastal až v šedesátých a sedmdesátých letech. Razantní přechod na plyn pak nastal až ke konci osmdesátých let a začátkem let devadesátých.

1.2.2 Historický vývoj biopaliv

Za nejstarší biopalivo označuje Hromádko (2012) bioethanol, který především na území tehdejšího Československa v meziválečném období zaznamenal značné využití. Bioethanol se vyráběl zejména z přebytků zemědělské produkce a jeho výroba byla řízena státem prostřednictvím Společnosti pro zpeněžení lihu formou přidělování výrobních kvót a příkazů k odbytu. Zároveň s rostoucím motorismem a nedostatkem zdrojů kapalných paliv se v roce 1922 začal používat dynalkol. Ten tvořila směs padesáti procent kvasného lihu, třiceti procent benzenu a dvaceti procent benzínu.

Hromádko (2012) se domnívá, že celosvětový nástup bioethanolu je spojen s ropnou krizí v sedmdesátých letech minulého století. Významným milníkem byl rok 1970, kdy Brazílie zavedla velký bioethanolový program s názvem Próalcool. To přispělo k rozvoji výzkumných aktivit se snahou zvýšit výrobu bioethanolu a snížit jeho výrobní náklady.

1.3 Druhy alternativních paliv využívaných v současnosti

Pro současné automobilové spalovací motory existuje kromě široce známých druhů automobilových paliv, která jsou běžně dostupná na trhu, i řada dalších chemických látek, jež mohou splňovat roli paliv nebo jejich složek. Vlček (2004) považuje za alternativní paliva zejména:

- stlačený zemní plyn (CNG),
- zkapalněný zemní plyn (LNG),
- zkapalněné ropné rafinerské plyny (LPG),
- bioplyn,
- bionaftu a paliva na základě metylesteru řepkového oleje,
- paliva s využitím alkoholů (etanol a metanol),
- vodík,
- elektrický proud.

Matějovský (2005) upřesňuje Vlkovo tvrzení o bionaftě, neboť se domnívá, že pojem bionafta je často nesprávně užívaný název pro tzv. směsnou motorovou naftu. Ta vzniká směsí motorové nafty s metylestery mastných kyselin (například kyselin řepkového oleje).

Matějovský (2005) uvádí, že existuje celá řada alternativních paliv, která však nejsou v České republice schválena pro provoz na pozemních komunikacích. Právní předpisy přesně stanovují, která paliva mohou být používána a jaké musí mít vlastnosti. Požadavky pro provoz vozidel na pozemních komunikacích upřesňovala Vyhláška č. 229 z roku 2004, ta však byla v roce 2010 zrušena a nahrazena Vyhláškou č. 133.

Vlk (2004) poukazuje na to, že spalování ropy je v dnešní době značný luxus. Především proto, že se jedná o vyčerpateľný zdroj, který bude jednou chemickému průmyslu chybět. Za částečné vyřešení problému označuje chemicky připravené palivo například z řepky olejné, které je známé pod názvem bionafta. Tu mohou používat vznětové motory. Pěstování monokultur na obrovských plochách je však možné pouze v odlehlých částech světa. Jako nejrozšířenější alternativní palivo v současné době vidí Vlk propan-butan (LPG). Za perspektivní alternativní palivo, které se dá dobře využít v pouze lehce upraveném zážehovém motoru, považuje zemní plyn. Domnívá se, že vyčerpání jeho obrovských světových zásob může nastat nejméně sto padesát let. Avšak upozorňuje, že také zemní plyn je fosilní palivo, při jehož spalování vznikají škodlivé látky, byť v daleko menší míře než při spalování ropy, a to zhruba o devadesát pět procent.

1.3.1 LPG (Liquefied Petroleum Gas)

Hromádko (2012) popisuje LPG jako směs zkapalněných uhlovodíkových plynů vznikající v rafinériích při zpracování ropy. Lze jej také získat jako vedlejší produkt při těžbě zemního plynu a ropy. LPG se skládá z propanu a butanu, což jsou vysoce výhřevné plyny, které snadno zkapalňují při nízkém tlaku a běžné teplotě.

Vlk (2004, s. 55) se domnívá, že zkapalněný propan-butan je možné využít jako alternativní palivo pro motorová vozidla. *„Využití LPG v motorových vozidlech je z technického hlediska ověřené a bezproblémové. Je možná dodatečná montáž do sériového vozidla, u naftových motorů je nutná rekonstrukce na plynový zážehový motor.“* Dále dodává, že výfukové plyny motorů poháněných LPG obsahují méně škodlivin, v porovnání se zážehovými motory je ale výkon cca o 5 % nižší a spotřeba naopak o cca 10 % vyšší. Vlk ale nepovažuje LPG za dlouhodobé řešení problému automobilového průmyslu, a to zejména kvůli tomu, že se nejedná o obnovitelný zdroj energie. Spalováním LPG navíc vznikají stejné hlavní znečišťující látky jako u benzínu, i když v daleko menší míře.

Hromádko (2012) vyjmenovává výhody LPG:

- nižší provozní náklady,
- nižší produkce emisí,
- zvýšení životnosti motoru,
- snížení hlučnosti motoru,

a nevýhody LPG:

- počáteční investice,
- snížení výkonu o přibližně 5 %,
- zvýšení spotřeby paliva o 20–30 %,
- každoroční revize plynového systému,
- zákaz vjezdu do podzemních garáží,
- zmenšení objemu nákladového prostoru.

1.3.2 CNG (Compressed Natural Gas)

Vlk (2004) charakterizuje CNG jako stlačený zemní plyn, jenž má pro pohon motorových vozidel řadu předností – velké zásoby, absence nutnosti CNG jakkoliv upravovat, jelikož se jedná o primární energii.

Vlk (2004) dodává, že vzhledem k tomu, že je pro zajištění přijatelného dojezdu potřeba plyn stlačit alespoň na 200 barů, je nutné vozidlo vybavit speciální tlakovou nádrží, která však navyšuje hmotnost vozidla. Samotná přestavba je díky tomu dražší než v případě LPG. Také systém zásobování a čerpání je složitější. Vyžaduje značné investice pro vybudování čerpacích stanic.

Vlk (2004, s. 62) uvádí optimální možnosti využití CNG: „Z hlediska vlivu na životní prostředí se vozidla na zemní plyn vyznačují nižšími emisemi kyslíčnicku uhelnatého, uhličitého, pevných částic a organických látek. Předpokládá se využití zejména u vozidel městské hromadné dopravy, vozidel pro svoz komunálního odpadu apod. tedy především v městských a příměstských aglomeracích, kde je největší emisní zatížení.“

Vlk (2004) tvrdí, že zahraniční odborníci se staví k přestavbě negativně. I přes výhody zemního plynu jako pohonné látky se domnívají, že přestavba není efektivní. Jako hlavní důvody uvádí vysoké náklady na přestavbu spojené se ztrátou části vnitřního prostoru.

Dle Vlka (2004) spočívají výhody CNG v:

- ekologii – vozidla na zemní plyn vyprodukují daleko méně škodlivin než vozidla s klasickým palivem. I vliv na skleníkový efekt je u plynových motorů menší,
- nižších nákladech na pohonné hmoty – dvakrát až třikrát,
- bezpečnosti – zemní plyn je oproti benzínu a naftě lehčí než vzduch. Tlakové nádrže jsou navíc v porovnání s benzínovými nádržemi bezpečnější,
- jednoduchost distribuce plynu k uživateli – zemní plyn je přepravován vybudovanými plynovody.

Jako nevýhody CNG uvádí:

- nedostatečnou infrastrukturu – malý počet plnicích stanic,
- vysoké náklady na přestavbu vozidel a vybudování plnicí stanice,
- zmenšení nákladního prostoru v případě umístění tlakové nádoby,
- horší výkon motoru.

1.3.3 LNG (Liquefied Natural Gas)

LNG je stejně jako CNG zemní plyn. Zatímco CNG je zemní plyn stlačený, v případě LNG se jedná o zkapalněný zemní plyn. Hromádko (2012) poukazuje na to, že v současné době používanější CNG. Zároveň dodává, že LNG je nejvíce využíváno v USA, v nejbližších letech ale Hromádko očekává nárůst spotřeby i v Asii (Čína, Korea) a v Evropě (Velká Británie, Německo, Španělsko).

Hromádko (2012) vidí výhody LNG ve větším dojezdu než u CNG, vysoké hustotě energie, nepříliš těžké palivové nádrži, ale i v bezpečnějším provozu. Za nespornou výhodu považuje fakt, že se jedná o vysoce čisté palivo s minimem škodlivých emisí. Mezi nevýhody LNG řadí uchovávání za velmi nízkých teplot, odpar z nádrže při delší odstavce vozidla a složitější a nákladnější technologie v porovnání s CNG.

1.3.4 Bioplyn

Hromádko (2012) popisuje výrobu bioplynu jako metanogenní kvašení organických látek. Složení bioplynu je 55-75 % metanu, 25-40 % oxidu uhličitého a 1-3 % dalších plynů. Ve většině případů je používán pro pohon stabilních motorů.

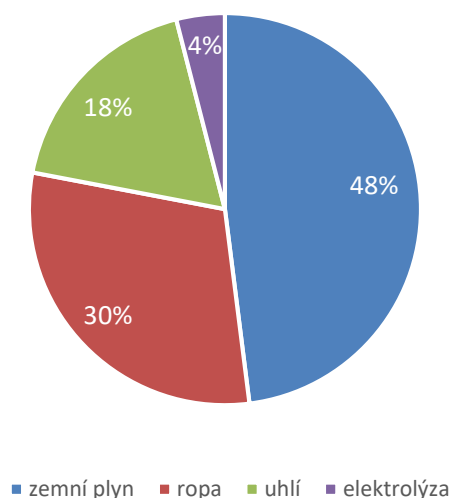
Hlavní nevýhodu vidí Hromádko (2012) nestabilní produkci plynu. Pro anaerobní fermentační procesy je ideální teplota 40°C. V zimních měsících je proto nutné část vyrobeného plynu použít na vyhřívání fermentoru. Z tohoto důvodu je v zimě, kdy je elektrická a tepelná energie zapotřebí nejvíc, bioplynu nedostatek, zatímco v létě je ho přebytek.

Bioplyn dosahuje podle Hromádka (2012) po vyčištění stejných parametrů jako zemní plyn. Většina evropských zemí jej proto využívá pro přímé spalování. Ojedinelé používání v dopravě zaznamenává Hromádka ve Švédsku, Švýcarsku, Francii a na Islandu. Odůvodňuje to tím, že má bioplyn velký vliv na životnost motoru, která rychle klesá se špatnou kvalitou čištění bioplynu. Samotné čištění bioplynu je navíc velmi nákladné.

1.3.5 Vodík

Hromádka (2012) uvádí, že byl vodík dříve považován za jedinou možnou náhradu za uhlovodíková paliva pro pístové spalovací motory. V současné době jsou však patrné značné nevýhody vodíku. Jelikož se vodík v přírodě nevyskytuje a je nutné jej vyrobit, řadí mezi hlavní nevýhody problémy s výrobou, ale také se skladováním vodíku ve vozidle.

Většina světové produkce vodíku pochází podle Hromádka (2012) z fosilních paliv, což je největší problém. Nesplňuje kvůli tomu základní požadavek na využívání obnovitelných zdrojů energie. Hromádka dodává, že lze vodík vyrábět i za pomoci energie z obnovitelných zdrojů. Tento podíl je však v současné době velmi nízký, což dokazuje obrázek 2.



Obrázek 2 Zdroje výroby vodíku (Hromádka, 2012)

1.3.6 Bionafta

Bažata (2013) představuje bionaftu jako alternativní palivo ke klasické motorové naftě, které je v Evropské unii i v České republice definováno jako FAME, což jsou metylestery mastných kyselin. Pokud se bionafta vyrábí výhradně z řepkového oleje, který je považován za nejvhodnější surovinu k její výrobě, pak se označuje jako MEŘO.

Bažata (2013) dále uvádí, že se pro výrobu bionafty používají i jiné vstupní suroviny. Jako příklad uvádí sójový, slunečnicový a palmový olej v kombinaci s použitými potravinářskými oleji a živočišnými tuky. Tyto suroviny jsou souhrnně označovány jako tzv. „inteligentní směsi“.

Vysloužilová (2015) uvádí, že je bionafta ekologické palivo rostlinného původu. Vyrábí se z oleje pocházejícího z tzv. energetických plodin. Za hlavní vstupní surovinu považuje rovněž řepkový olej a dodává, že z jednoho hektaru řepky lze získat až 1200 litrů oleje.

Vysloužilová (2015) také poukazuje na to, že při spalování v motoru bionafta lépe hoří. Díky tomu snižuje kouřivost naftového motoru, emise polévatého prachu (PM₁₀), síry, CO₂ a polyaromatických uhlovodíků (PAU).

Pergler (2016) upozorňuje, že se po 1. 1. 2016 přestala kupovat čistá a vysokoprocentní biopaliva. Od začátku roku 2016 vzrostla jejich cena kvůli vyššímu zdanění a v současné době nejsou schopná cenově konkurovat běžným pohonným hmotám, které naopak postupně s klesající cenou ropy zlevňují.

Pergler (2016) uvádí, že se cena biopaliv zvýšila po schválení novely zákona o spotřebních daních. Jako příklad předkládá čistou bionaftu, jejíž sazba se zvýšila z nuly na 4,59 Kč/l. U směsné motorové nafty sazba stoupla ze 7,665 Kč/l na 9,265 Kč/l.

Weiss (2014) vidí výhody bionafty v obnovitelnosti, vynikající biologické odbouratelnosti, nízkém obsahu emisí, nižším opotřebením motoru díky vysoké mazací schopnosti. Zdůrazňuje také schopnost vyrábět bionaftu z vlastních zdrojů státu, čímž by se pak stal méně závislým na importu ropy.

Mezi nevýhody naopak Weiss (2014) řadí ekonomicky náročnou výrobu, vznik koroze palivového systému při kontaktu s vodou a zanášení palivového filtru organickými usazeninami, které bionafta uvolňuje. Další nevýhodu vidí také v nižším výkonu bionafty, který je zhruba o pět procent nižší než u klasické motorové nafty. K dalším nedostatkům řadí horší oxidační stabilitu a vyšší viskozitu.

1.3.7 Rostlinné oleje

Rostlinné oleje mají podle Vysloužilové (2015) výrazně odlišné vlastnosti od motorové nafty. Pro vznětové motory je možné oleje využít dvěma základními způsoby, a to buď upravit rostlinný olej transesterifikací nebo hydrogenací na bionaftu přímo použitelnou pro naftové motory, nebo přizpůsobit naftové motory a jejich palivové příslušenství vlastnostem rostlinného oleje.

Vysloužilová (2015) zmiňuje, že rostlinné oleje jsou v současnosti používané především ve formě směsi motorové nafty s metylestery mastných kyselin rostlinných olejů. V komparaci s motorovou naftou mají vysokou viskozitu, která neumožňuje dobré rozprášení oleje vstříkovaného do spalovacího motoru, vysokou teplotu vzplanutí, vysokou teplotu tání, nízké cetanové číslo, vyšší měrnou hmotnost, nižší výhřevnost, malou oxidační stabilitu a snadno polymerují.

Zásadní nevýhodu vidí Vysloužilová (2015) v nutnosti upravit motor. Až poté je vozidlo schopné spalovat běžný rostlinný olej. Je dokonce možné jezdit i na použitý olej, který se používá například v kuchyni, je potřeba jej ale vyčistit od usazenin a odfiltrvat z něj vodu. Na výkon motoru a spotřebu má tato skutečnost pouze minimální vliv.

1.3.8 Bioethanol

Vysloužilová (2015) uvádí, že se bioethanol (biolíh) vyrábí alkoholovým kvašením z biomasy. Stejným procesem vzniká alkohol i při výrobě piva z ječného sladu. K výrobě bioethanolu jsou zapotřebí rostliny s větším množstvím škrobu a sacharidů. Příkladem je kukuřice, obilí nebo brambory.

Vysloužilová (2015) mezi největší přednosti ve srovnání s benzínem řadí nižší náklady na jeho výrobu, snížení emisí CO₂ a vyšší oktanové číslo. Z jednoho hektaru obilí je možné získat zhruba 1600 litrů bioethanolu. Pro provoz vozidla na bioethanol je nutné speciálně upravit motor. Ten poté dosahuje vyššího výkonu, ovšem i vyšší spotřeby paliva.

1.3.9 Elektrický proud

Hromádko (2012) uvádí jako jeden ze způsobů alternativního pohonu elektrická vozidla. Nabízejí četné výhody, jelikož nezpůsobují žádné škodlivé emise, jsou tichá, elektromotor má vysokou účinnost a nepotřebuje převodovku. Značnou nevýhodu však představuje zásobník energie, který je příliš těžký, drahý a má nedostatečnou životnost.

Jako alternativu zásobníku energie vidí Hromádko (2012) palivový článek. Díky této technice je možné vyrobit vozidlo s nulovými emisemi, s poměrně vysokou účinností a bez závislosti na fosilních palivech. Palivový článek dodává neomezenou energii, avšak pouze dokud je účastná chemická substance přiváděná zvenjšku. Vozidlo s palivovými články může v krátké době natankovat např. vodík, methanol nebo zemní plyn. To postačí na mnoho hodin jízdy podobně jako to umožňuje spalovací motor. Účinnost zařízení je v tomto případě téměř dvojnásobná oproti účinnosti spalovacího motoru. Emise oxidu dusíku nebo oxidu uhelnatého potom odpadají zcela, oxid uhličitý je emitován pouze v případě, že se jedná o uhlovodíkové palivo.

Vysloužilová (2015) uvádí, že automobily s elektrickým pohonem používají k pohonu elektromotor. Ten napájí akumulátory, případně kombinace akumulátorů s palivovými články. K úspoře energie dochází tzv. rekuperací. Jedná se o jev, kdy je při brzdění poháněn generátor elektřiny, který dobíjí akumulátor.

Akumulátory podle Vysloužilové (2015) nedokáží na jednotku hmotnosti vyrobit takové množství energie jako nafta. Značnou nevýhodu představuje hmotnost akumulátoru. Aby elektromobil ujel stejnou vzdálenost jako při čtyřicetilitrové nádrži benzínu, musela by být hmotnost akumulátoru 450 až 1000 kilogramů. Z toho důvodu dosahují elektromobily menšího výkonu a kratšího dojezdu.

2 ANALÝZA STÁVAJÍCÍHO VOZOVÉHO PARKU S OHLEDEM NA POUŽÍVANÉ POHONNÉ HMOTY VE SPOLEČNOSTI PSOTA TRANSPORT S.R.O.

2.1 Historie společnosti

Společnost Psota Transport s.r.o. spadá pod Psota Holding, který dále sdružuje i Autocentrum Psota s.r.o., Znojenská dopravní společnost – Psota s.r.o., Znojbus s.r.o., P.P.L. Autocentrum s.r.o., Psota group s.r.o., STK Znojmo s.r.o. a Učňovské středisko Psota s.r.o.

Historie Psota Holding sahá až do roku 1990, kdy Karel Psota st. po zakoupení jednoho nákladního vozu značky Avia založil společnost Autoexpres, která provozovala nákladní dopravu pro tehdejší EJF Jevišovice. V témže roce přikoupil první autobus typu Škoda ŠD-11 a začal provozovat taktéž osobní dopravu. O rok později přibyly další dva starší autobusy a byly zavedeny linky do Brna a Prahy. Vozový park rozšířila první návěsová souprava staršího data výroby.

Jeden z prvních zlomů nastal v roce 1992, kdy byla uzavřena smlouva o pravidelné přepravě pro jadernou elektrárnu Dukovany. Následně byl rozšířen vozový park o další čtyři autobusy i byli přijati další zaměstnanci. Došlo také k zahájení regionálních linek Znojmo – Hatě, Znojmo – Miroslav – Moravský Krumlov, a to bez jakýchkoliv dotací. O dva roky později byl zakoupen vůbec první zcela nový tahač Liaz 18.33 TBV. V důsledku rozrůstajícího se vozového parku a nutnosti řešit servisní zázemí se společnost rozhodla přestěhovat se do většího areálu v Dobšicích u Znojma. Zde byla zprovozněna čerpací stanice PHM pro vlastní potřeby společně s myčkou pro autobusy a nákladní automobily. Tento areál plní svoji funkci až do dnešní doby.

Rok 1997 se stal přelomovým díky uzavření spolupráce s významným zahraničním partnerem. Díky této spolupráci se začal vozový park rozšiřovat rychlejším tempem a byla zahájena přeprava zboží podléhající úmluvě ADR. V tomto roce se proto společnost začala specializovat na přepravu mezi Českou republikou, Rakouskem a Polskem.

V roce 2002 byla zahájena obměna vozového parku a jeho další rozšiřování. O rok později bylo ve výběrovém řízení rozhodnuto o přidělení dalších jedenácti regionálních linek v závazku veřejné služby.

Největším milníkem společnosti se stal rok 2010, kdy došlo k výstavbě plnicí stanice na zemní plyn, ale především společnost zvítězila ve výběrovém řízení a začala provozovat městskou autobusovou dopravu ve Znojmě.

2.2 Představení společnosti Psota Transport s.r.o.

Společnost Psota Transport s.r.o. (dále jen Psota) oficiálně vznikla 5. listopadu 2003. Byla založena dvěma společníky, a to panem Karlem Psotou a panem Pavlem Psotou. Oba vlastní padesátiprocentní podíl.

Společnost se začala postupně rozvíjet. K výraznějšímu ekonomickému vzestupu došlo v roce 2009, kdy navýšila investice do vozového parku. Tato tendence se v následujících letech stupňovala. V současné době lze říci, že patří mezi významné české dopravce, a to bez vlivu zahraničních kapitálů. Dlouhodobým cílem společnosti je udržet hospodářskou stabilitu a posilovat ekonomický růst.

Předmětem podnikání je silniční nákladní doprava v oblasti střední Evropy provozovaná vozidly nebo jízdními soupravami přesahujícími 3,5 tuny. K hlavním zákazníkům patří společnosti z oblasti automobilového průmyslu a logistiky. Působnost společnosti Psota je rozšířena zejména na území České republiky, Slovenska, Rakouska, Německa a Polska, sporadicky také zahrnuje země jako Francie, Švýcarsko, Itálie nebo Ukrajina.

Hlavní řídicí centrum je ve Znojmě, své pobočky má společnost i v Kolíně, v Hodoníně a nově také v Jihlavě.

Přepravované zboží je během přepravy pojištěno na deset milionu korun a všechna vozidla jsou nepřetržitě sledována přes GPS systémy s online vazbou na nonstop dispečink a zákazníka. Dispečeři společnosti Psota využívají GPS systémy O2 Car Control, Fleet Visor Iveco a Scania Fleet Management 200.

2.3 Vozový park

Svým zákazníkům nabízí společnost Psota vnitrostátní a mezinárodní nákladní dopravu nákladními automobily s plachtovými návěšovými soupravami.

Z celkového počtu osmdesáti devíti dopravních prostředků společnosti určených k provozování nákladní dopravy je třicet dva vozů značky Scania typu R 450. Deset vozidel představuje Mercedes-Benz Actros a zbylých čtyřicet sedm je Iveco Stralis Hi-way.

V současném vozovém parku je nestarší vozidlo z roku 2008, kdy společnost zakoupila devět kusů značky Iveco. O rok později se tento počet navýšil o dalších šestnáct, rok poté následovalo další rozšíření o tento typ nákladního automobilu, a to o pět kusů. Po dvou letech došlo k další významné obnově vozového parku, kdy společnost nakoupila třicet dva vozidel Scania a deset značky Mercedes-Benz.

Proces obnovy vozového parku lze přehledně vidět v tabulce 1, která obsahuje informace o typu automobilu, roku pořízení, počtu zakoupených kusů a emisních normách.

Tabulka 1 Vozový park včetně emisních norem

Typ automobilu	Počet	Rok pořízení	Emisní norma
Mercedes-Benz Actros	10	2016	Euro VI
Scania R 450	32	2016	Euro VI
Iveco Stralis Hi-way	5	2014	Euro V
	11	2013	Euro V
	16	2012	Euro V
	6	2011	Euro V
	9	2008	Euro V

Zdroj: Psota Transport s.r.o. – interní data

V tabulce 2 lze v přehledu vidět celkový počet ujetých kilometrů vozidly společnosti Psota za jednotlivé měsíce. V roce 2015 najely automobily společnosti každý měsíc průměrně téměř osm set osmdesát tisíc kilometrů, o rok později osm set sedmdesát dva tisíc. Při celkovém počtu osmdesáti devíti nákladních automobilů tak dosahuje průměrný počet ujetých kilometrů na jedno vozidlo k hranici deseti tisíc kilometrů měsíčně.

Tabulka 2 Počet najetých kilometrů

v km	leden	únor	březen	duben	květen	červen
2015	866 578	902 647	981 739	875 498	814 881	947 555
2016	889 297	899 639	943 239	902 306	909 597	929 359
	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
2015	962 710	670 831	970 864	937 542	926 591	695 626
2016	730 175	799 928	880 811	949 324	930 125	701 235

Zdroj: Psota Transport s.r.o. – interní data

2.4 Srovnání tržeb

Psota je z ekonomického hlediska stabilní společnost. Z tabulky 3 lze vyčíst, že dosahuje vyjma roku 2016 každoročního nárůstu tržeb. To dokazuje neustálý růst společnosti. Za poslední pět let došlo k nárůstu tržeb o více než sto čtrnáct milionů korun. Průměrný meziroční nárůst tržeb dosahuje téměř dvaceti tří milionu korun.

Tabulka 3 Srovnání ročních tržeb za provedenou přepravu v letech 2011-2016

v Kč	Roční tržby
2011	134 988 070
2012	173 987 717
2013	220 740 853
2014	252 542 658
2015	262 915 256
2016	249 367 371

Zdroj: Psota Transport s.r.o. – interní data

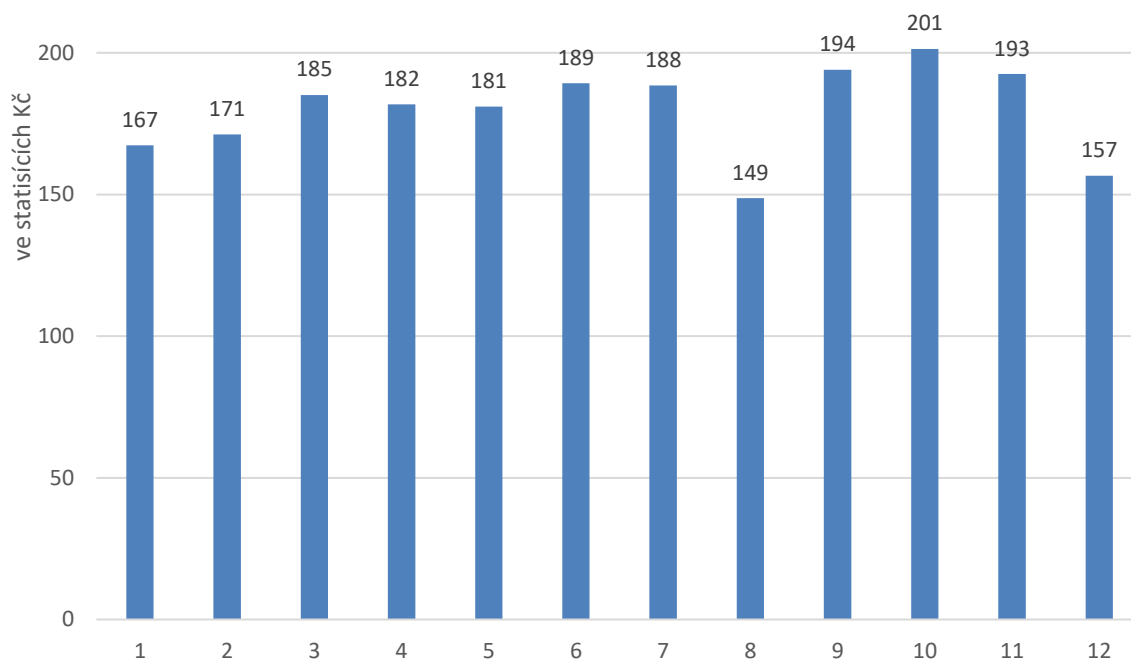
Srovnání tržeb je důležité pro určení období, ve kterém by bylo optimální přistoupit na přestavbu vybraných vozidel na alternativní pohon. Je nutné vybrat měsíc, ve kterém dosahuje Psota nejnižších průměrných tržeb, aby došlo k co nejmenšímu ušlému zisku.

Tabulka 4 Srovnání měsíčních tržeb za provedenou přepravu v letech 2011–2016

v Kč	leden	únor	březen	duben	květen	červen
2011	9 503 488	10 455 007	12 293 362	9 759 248	11 719 562	11 597 286
2012	12 626 310	11 352 628	12 982 905	14 339 780	15 299 163	16 326 206
2013	16 366 483	15 937 980	16 989 242	18 892 823	19 157 729	18 810 084
2014	20 359 795	20 806 156	22 195 950	22 244 110	21 267 972	21 895 503
2015	21 735 619	22 695 594	24 398 637	22 386 266	20 161 024	23 473 812
2016	19 821 907	21 451 317	22 210 306	21 494 000	21 018 708	21 456 983
	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
2011	10 496 644	10 522 785	12 080 148	12 846 789	12 958 408	10 755 343
2012	16 711 902	13 528 253	15 725 021	16 717 062	16 521 737	11 856 750
2013	20 457 581	14 607 995	20 025 689	21 759 315	21 260 855	16 475 077
2014	23 861 303	16 136 085	22 921 243	22 925 708	20 996 917	16 931 916
2015	24 350 556	16 343 951	23 710 984	23 051 014	21 640 800	18 966 999
2016	17 218 142	18 103 647	21 975 091	23 512 315	22 126 032	18 978 923

Zdroj: Psota Transport s.r.o. – interní data

Jestliže se zprůměrují tržby za každý měsíc zvlášť z období od roku 2011 do 2016 z tabulky 4, tak bude z grafického znázornění na obrázku 3 patrné, že největších tržeb dosahuje společnost v říjnu. Vysoké tržby přesahující hranici devatenácti milionů korun jsou zaznamenány také v září a v listopadu. Naopak nejnižší tržby jsou jednoznačně v srpnu a v zimních měsících.



Obrázek 3 Grafické znázornění průměrných měsíčních tržeb v letech 2011 až 2016 (Psota Transport s.r.o. – interní data)

Z prezentovaných dat na obrázku 3 a v tabulce 4 je tedy patrné, ve kterých měsících by bylo nejvhodnější přistoupit na přestavbu vybraných vozidel na některé z alternativních paliv, aby došlo k co nejnižšímu ušlému zisku. V měsíci prosinci jsou tržby nízké díky vánočním svátkům, kdy je pozastaven provoz. Ideálním měsícem je tedy srpen, kdy se omezená výroba stálých zákazníků Psoty odráží na nízkých tržbách způsobených slabým vytížením vozidel.

Po vydělení dat o měsíčních tržbách z tabulky 4 počtem najetých kilometrů v jednotlivých měsících v tabulce 2 se získá přepočet tržeb na jeden ujetý kilometr.

Tabulka 5 Tržby na jeden kilometr

Kč/km	leden	únor	březen	duben	květen	červen
2015	25,08	25,14	24,85	25,52	24,74	24,77
2016	22,29	23,86	23,54	23,82	23,11	23,09
Kč/km	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
2015	25,29	24,36	24,42	24,59	23,36	27,26
2016	23,62	22,63	24,95	24,77	23,79	27,06

Zdroj: Psota Transport s.r.o. – interní data

Tato kalkulace shrnutá v tabulce 5 potvrzuje předešlé tvrzení, že nejméně výdělečnými měsíci jsou srpen, dále leden a listopad.

2.5 Spotřeba

Vozidla společnosti Psota dosahují průměrné spotřeby kolem třiceti litrů na sto ujetých kilometrů hranice. Přehled průměrné spotřeby jednotlivých vozidel společnosti poskytuje tabulka 6.

Tabulka 6 Průměrná spotřeba jednotlivých vozidel společnosti Psota

Vozidlo	Průměrná spotřeba
Mercedes-Benz Actros	28 [l/100 km]
Scania R 450	30 [l/100 km]
Iveco Stralis Hi-way	30 [l/100 km]

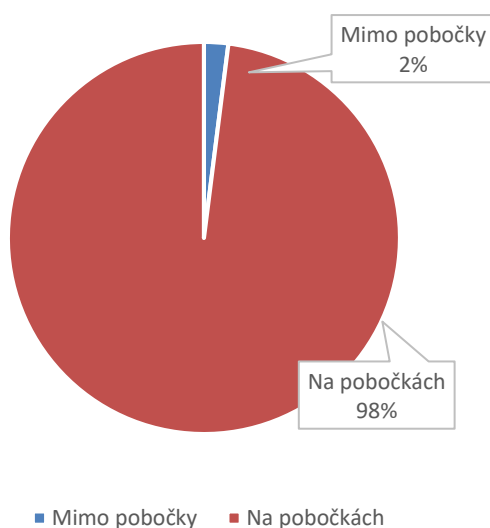
Zdroj: Psota Transport s.r.o. – interní data

2.6 Systém tankování

Společnost Psota vlastní čtyři pobočky v České republice, které disponují čerpací stanicí pro vlastní potřeby. Mezi ně patří hlavní sídlo společnosti ve Znojmě, dále v Kolíně, Hodoníně a od začátku roku 2017 také v Jihlavě.

Ve snaze maximálně využívat možnost tankovat ve vlastních pobočkách jsou řidiči vedeni po trasách v jejich blízkosti. Využíváním čerpacích stanic ve vlastních pobočkách společnost výrazně snižuje svoje náklady.

Na obrázku 4 lze přehledně vidět podíl tankování vozidel společnosti Psota na svých pobočkách. Jejich dobré rozmístění umožňuje řidičům nákladních automobilů společnosti tankovat pouze ze dvou procent mimo areál společnosti.

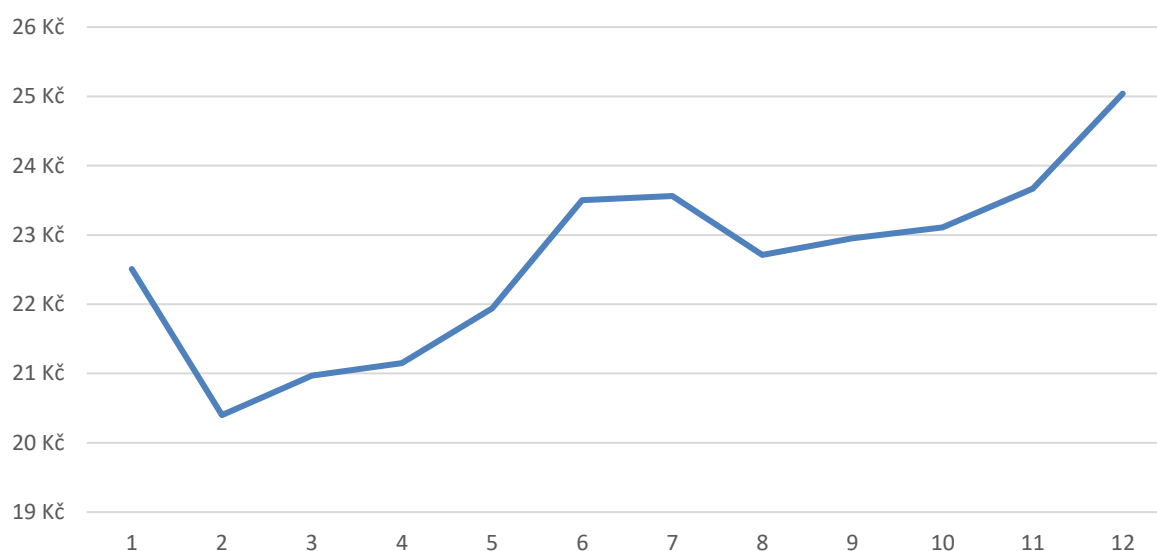


Obrázek 4 Podíl tankování na pobočkách v roce 2016 (Psota Transport s.r.o. – interní data)

Společnost Psota začátkem roku 2016 přistoupila ke změně paliva. Dosavadní používání směsné motorové nafty, kterou společnost do té doby nakupovala, skončilo v květnu 2015 v důsledku prudkého zvýšení její ceny způsobené vyšším zdaněním. Poté již nebyla schopna konkurovat ostatním pohonným hmotám. Došlo tak k přechodu společnosti na běžnou motorovou naftu, která se stala výhodnější.

Nákup pohonných hmot na zmiňované čtyři pobočky společnosti probíhá pravidelně každý týden na základě výběru z předložených nabídek od dodavatelů. Vedení společnosti poté rozhodne, která z nich je cenově a kvalitativně nejvýhodnější.

Obrázek 5 ukazuje vývoj nákupní ceny v jednotlivých měsících v roce 2016. Lze z něj vyčíst, že cena nafty, kterou společnost Psota nakupovala kolísala. Nejprve měla klesající tendenci, načež vzrostla oproti začátku sledovaného období téměř o tři koruny. Průměrná cena za uplynulý rok činila 22,53 Kč.



Obrázek 5 Vývoj ceny nakupované nafty společností Psota Transport s.r.o. (Psota Transport s.r.o. - interní data)

2.7 Dosavadní zkušenosti s alternativními palivy

Společnost Psota Transport s.r.o. nemá kromě dřívějšího používání směsné motorové nafty s alternativními palivy žádnou zkušenost. Sesterská Znojemská dopravní společnost – Psota s.r.o., která je rovněž členem holdingu Psota, však provozuje od roku 2005 ekologické autobusy jezdící na CNG. Z toho důvodu byla vystavěna v areálu společnosti na Dobšické ve Znojmě plnicí stanice na zemní plyn CNG.

3 NÁVRHY NA VYUŽITÍ ALTERNATIVNÍCH PALIV VE SPOLEČNOSTI PSOTA TRANSPORT S.R.O.

Klíčovým faktorem pro zvažování přechodu na alternativní paliva je u nákladní silniční dopravy průměrná vytiženost. Ta se u vozidel společnosti Psota pohybuje průměrně kolem deseti tisíc kilometrů. Za těchto okolností se odborníci z praxe, s nimiž byla problematika konzultována, přiklánějí k zavedení systému Diesel gas, neboť kompletní přestavba s přechodem z naftového pohonu na striktně plynový by byla značně neefektivní. Automobily by musely po krátkých intervalech doplňovat palivo, protože by se rapidně snížila maximální ujetá vzdálenost na jedno natankování a rovněž by docházelo k velkým časovým prodlevám.

3.1 Představení systému Diesel gas

Jedná se o systém používání dvou paliv různých vlastností najednou. V Austrálii, Kanadě a Severní Americe se v těžké dopravě běžně používá. V Evropě je ale považován za novinku. Dopravcům, kteří provozují vozidla na naftu, umožňuje díky kombinaci s levnějším plynovým palivem – LPG nebo CNG – nalézt alternativní cestu ke snižování jejich nákladů. Novotný (2013) uvádí, že jednou z prvních společností v České republice, která se rozhodla tento systém nainstalovat, byl jihomoravský dopravce Grande s.r.o. „*Díky tomuto systému se nejen snížily náklady na provoz daného vozidla, ale zároveň se zvýšil i jeho výkon. Například při jízdě do kopce již není potřeba řadit nižší rychlostní stupně i při plném naložení,*“ uvedl pro server Hospodářské noviny jednatel společnosti Grande Pavel Holemý.

Gasinsight (2017b, c, d, e) vidí výhody Diesel gas v:

- ekologii provozu – snížení škodlivých látek ve výfukových plynech,
- ekonomice provozu – úspora pohonných hmot,
- nižších emisích CO₂,
- výkonu motoru.

Königsson (2014) konstatuje v současnosti velký zájem o alternativní pohonné hmoty. Z tohoto důvodu vidí Diesel gas jako zajímavý koncept alternativního pohonu. Uvádí dva základní důvody, a sice tendenci snížit dopad dopravy na životní prostředí a potřebu kompenzovat klesající zásoby ropy.

3.1.1 Diesel gas LPG

V případě klasické přestavby benzínových motorů na alternativní pohon LPG dochází pouze k přepnutí z původního benzínového motoru na alternativní pohon LPG. Jedná se tedy o stoprocentní záměnu paliv. U systému Diesel gas motor ale naopak pracuje stále na naftu

a LPG je pouze přidáváno do nasávaného vzduchu v určitém okamžiku. Gasinlight (2017a) uvádí, že při přidávání LPG do směsi zpracovávané motorem dochází k rychlejšímu zapálení směsi, která dokonaleji prohoří a tím účinněji využívá energii paliva. Poměr mixování obou paliv je u každého motoru trochu jiný a jeho hodnota se výrazně mění v závislosti na okamžitém pracovním režimu motoru. Průměrná hodnota poměru je třicet procent LPG a sedmdesát procent nafty. Přidávaný plyn do směsi tedy nepůsobí pouze jako levnější náhrada původního paliva – nafty, ale zároveň také jako katalyzátor dokonalejšího hoření směsi.

Gasinsight (2017a) dále popisuje skladování plynu, které je řešeno stejně jako u benzinových vozidel přestavěných na LPG, čili zkapalněný v tlakové nádobě. Odtud se v kapalně formě dopraví trubkou do reduktoru, kde dochází ke změně skupenství z kapaliny na plyn.

Společnost Flaga (2013) přináší rozhovor se svým manažerem logistiky pro Česko a Slovensko Janem Slimáčkem, který uvádí, že vozidlo díky nahrazení drahé nafty třiceti procenty levnějšího plynu může dopravci ročně ušetřit sto až sto třicet tisíc korun ročně. V případě, že má velký vozový park, tak mohou úspory dosáhnout až několika milionů korun. Diesel gas je dle něj vhodný pro všechny typy naftových motorů. Kvůli vysoké ceně za montáž jej využívají především dopravní a logistické firmy. Samotná cena přestavby se liší dle druhu vozidla, pohybuje se však v rozmezí mezi sedmdesáti až sto padesáti tisíci korun. V závislosti na počtu ujetých kilometrů se ovšem investice může vrátit během půl až jednoho roku.

Pana (2016) vidí největší výhody Diesel gas LPG ve snadné realizaci, nižší produkci emisí, příznivému vlivu na účinnost motoru a zvýšení jeho výkonu. Zároveň vozidlo dosahuje nižších nákladů na spotřebu pohonných hmot.

3.1.2 Diesel gas CNG

Systém Diesel gas CNG je založen na podobném principu jako systém Diesel gas LPG. Jediným znatelným rozdílem ve výsledku je podle společnosti Gasinsight fakt, že Diesel gas CNG má mnohem větší užitnou hodnotu z hlediska výše úspor PHM a množství vyprodukovaných emisí. Je schopen vyprodukovat úsporu ve výši třicet procent oproti běžnému pohonu na motorovou naftu.

Podle Gasinsight (2017g) je plyn CNG přidáván do nasávaného vzduchu, který proudí sacím potrubím motoru. Díky tomuto obohacení vznikne v kombinaci se vstříkovanou dávkou nafty spalovací směs, jejíž vlastnosti jsou mnohem lepší než vlastnosti samotné nafty. Jedná se zejména o rychlejší zapálení a dokonalejší prohoření směsi. V závislosti na poměru CNG a nafty se mění i parametry chodu motoru, které se projevují znatelným nárůstem točivého

momentu zejména v nízkých otáčkách. Dochází také k měkčímu a klidnějšímu chodu, a to díky vysokému oktanovému číslu CNG (až 130okt). Vzhledem k příznivým vlastnostem CNG, jako jsou antidetonační vlastnosti a široký rozsah hoření směsi s vysokým přebytkem vzduchu, je možné do naftového motoru přidávat vysoké procento CNG (běžně padesát procent, v některých případech však až sedmdesát procent) a tím nahradit spalovanou naftu. Velmi zjednodušeně proto spočívá princip úspory v tom, že přidáním dalšího paliva do motorem nasávaného vzduchu stačí méně nafty, aby motor měl stejný výkon. Při duálním pohonu tedy stačí méně šlapat na plynový pedál, aby vozidlo jelo stejnou rychlostí jako na pouhou naftu. Do válce je tím pádem vstřikována menší dávka nafty, která je doplněna levnějším CNG.

Königsson (2014) považuje Diesel gas CNG za atraktivní systém pohonu vozidla. Díky velkému procentu CNG přidávaného k motorové naftě dokáže výrazně snížit náklady vozidla. Zároveň také výrazným způsobem snižuje produkci emisí. Za největší nevýhodu ale naopak považuje krátký maximální dojezd na jedno natankování.

3.2 Výběr vhodných vozidel pro přestavbu

Nejdůležitějším parametrem pro výběr vhodných vozidel pro přestavbu na systém Diesel gas je stáří vozidel. Vzhledem k tomu, že Psota vyřazuje vozidla zhruba po šesti letech používání, tak by nebylo výhodné uvažovat o přestavbě vozidel se starším datem výroby.

Při výběru vhodných vozidel se bude vycházet z tabulky 7, kde jsou vozidla přehledně uvedena podle jejich počtu, roku pořízení a průměrné spotřeby.

Tabulka 7 Rozdělení vozidel společnosti Psota podle stáří a spotřeby

Typ automobilu	Počet	Rok pořízení	Spotřeba
Mercedes-Benz Actros	10	2016	28 [l/100 km]
Scania R 450	32	2016	30 [l/100 km]
Iveco Stralis Hi-way	5	2014	30 [l/100 km]
	11	2013	30 [l/100 km]
	16	2012	30 [l/100 km]
	6	2011	30 [l/100 km]
	9	2008	30 [l/100 km]

Zdroj: autor

Vzhledem k tomu, že společnost Psota vyřazuje vozidla starší šesti let, lze vyjmout z výběru vozy Iveco Stralis Hi-way (dále jen Iveco) z roku 2008, poté Iveco z roku 2011. Ostatní Iveca z roku 2012 až 2014 jsou již za více než polovinou své doby používání, proto budou z výběru taktéž odstraněna. Jako ideální vozidla vhodná pro přestavbu na systém Diesel

gas se jeví deset kusů Mercedes-Benz Actros (dále jen Mercedes-Benz) a třicet dva kusů Scania R 450 (dále jen Scania). Celkem tak bude uvažováno čtyřicet dva vozidel, u kterých by byla vhodná přestavba.

3.3 Volba vhodného systému

Ze dvou navrhovaných systémů pohonu je třeba vybrat ten nejvhodnější a nejvýhodnější pro společnost Psota. Správce vozového parku ve společnosti Psota pan Karel Psota ml. určil jako hlavní kritéria maximální dojezd vozidla na jedno natankování, náklady na pohonné hmoty na sto ujetých kilometrů, cena přestavby, dostupnost zaváděného alternativního paliva a vývoj jeho ceny.

3.3.1 Cena přestavby

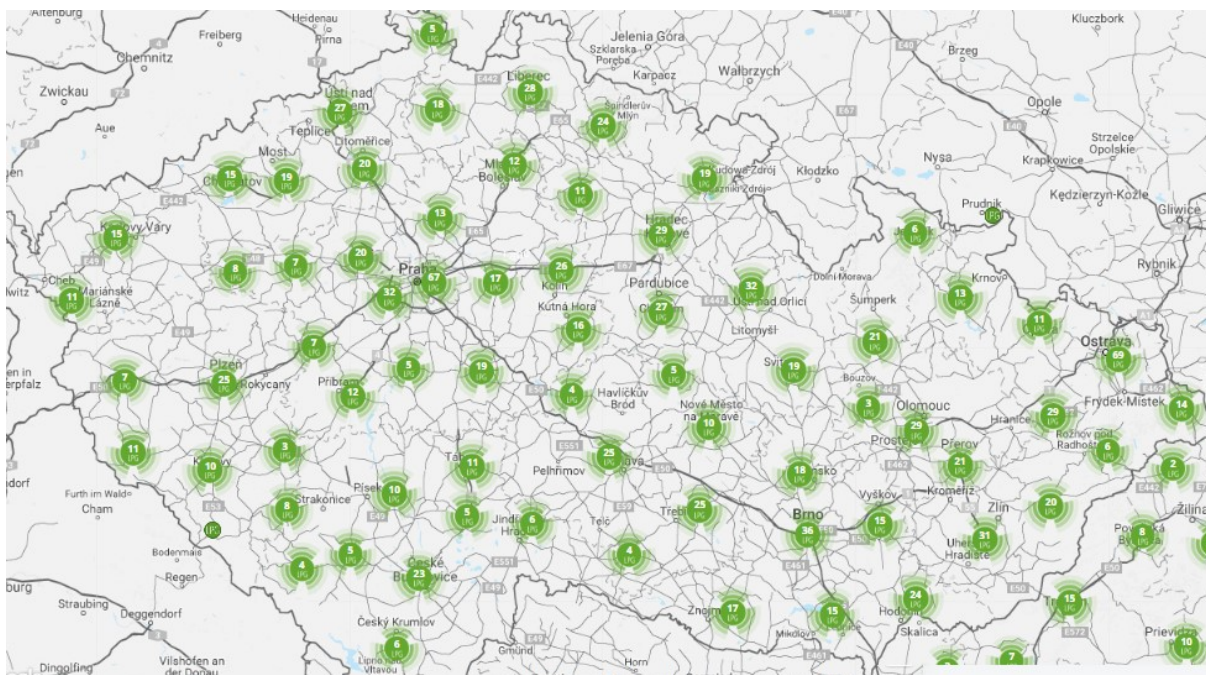
Cena přestavby je jedním z faktorů, které budou ovlivňovat finální rozhodnutí o výhodnosti či nevýhodnosti předloženého návrhu. Důvodem je velký podíl na době návratnosti investice. Samotnou cenu přestavby jednoho vozidla na systém Diesel gas LPG určila společnost Gasinsight ve výši 88 000 Kč bez DPH a cenu přestavby jednoho vozidla na systém Diesel gas CNG, která je 180 000 Kč bez DPH, a to včetně všech povinných kontrol a testů.

3.3.2 Dostupnost LPG a CNG

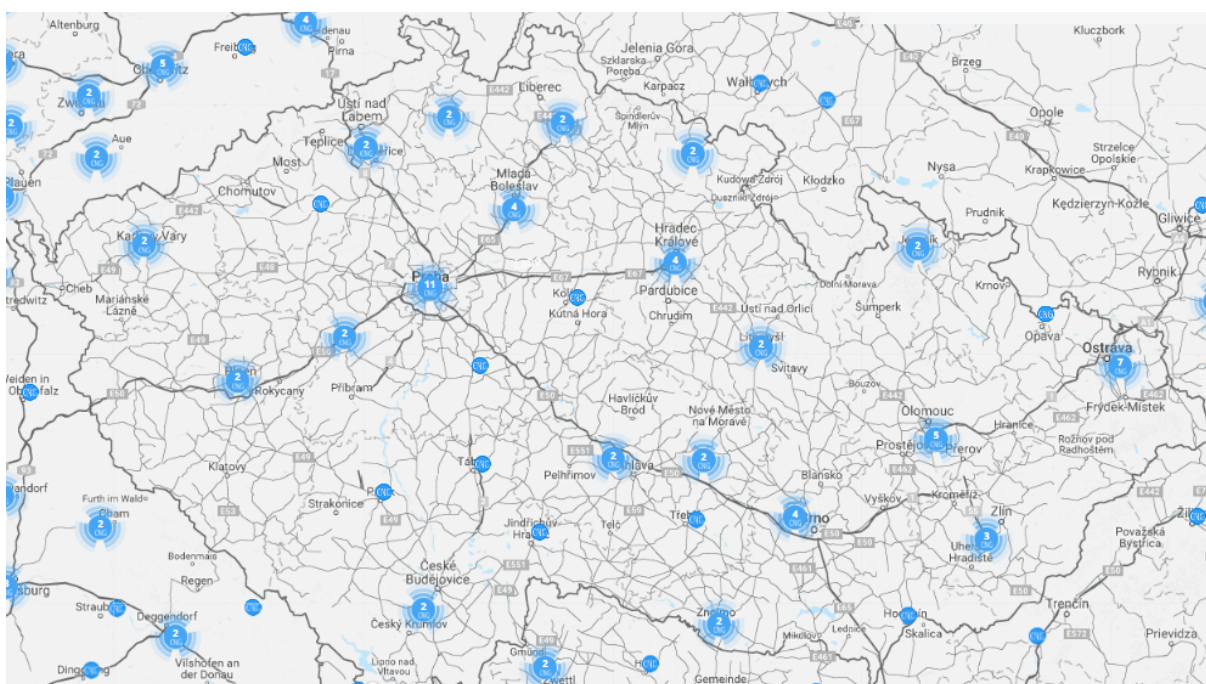
Dostupnost uvažovaných alternativních paliv je jedním ze základních faktorů ovlivňujících výhodnost, či nevýhodnost zavedení systému Diesel gas.

Z obrázků 6 a 7 je patrné, kolik čerpacích stanic LPG a CNG se nachází na území České republiky. Jde jasně vidět, že mnohem více čerpacích stanic je na LPG. Počet veřejných čerpacích stanic na LPG bylo k 30. 6. 2016 podle Duška a Štěpána (2016, s. 5) osm set devadesát devět, zatímco veřejně dostupných čerpacích stanic CNG pouze sto jedenáct. Rozdíl sedm set osmdesát osm je opravdu markantní.

Vzhledem k předmětu podnikání společnosti Psota, kterým je mezinárodní silniční doprava, je nutné brát v potaz i další země, kde se vozidla společnosti vyskytují. Jak již bylo uvedeno, kromě České republiky jsou automobily společnosti nejčastěji také v Rakousku, Slovensku, Polsku a Německu. V Německu, Polsku a Slovensku poté v blízkosti hranic s Českou republikou.

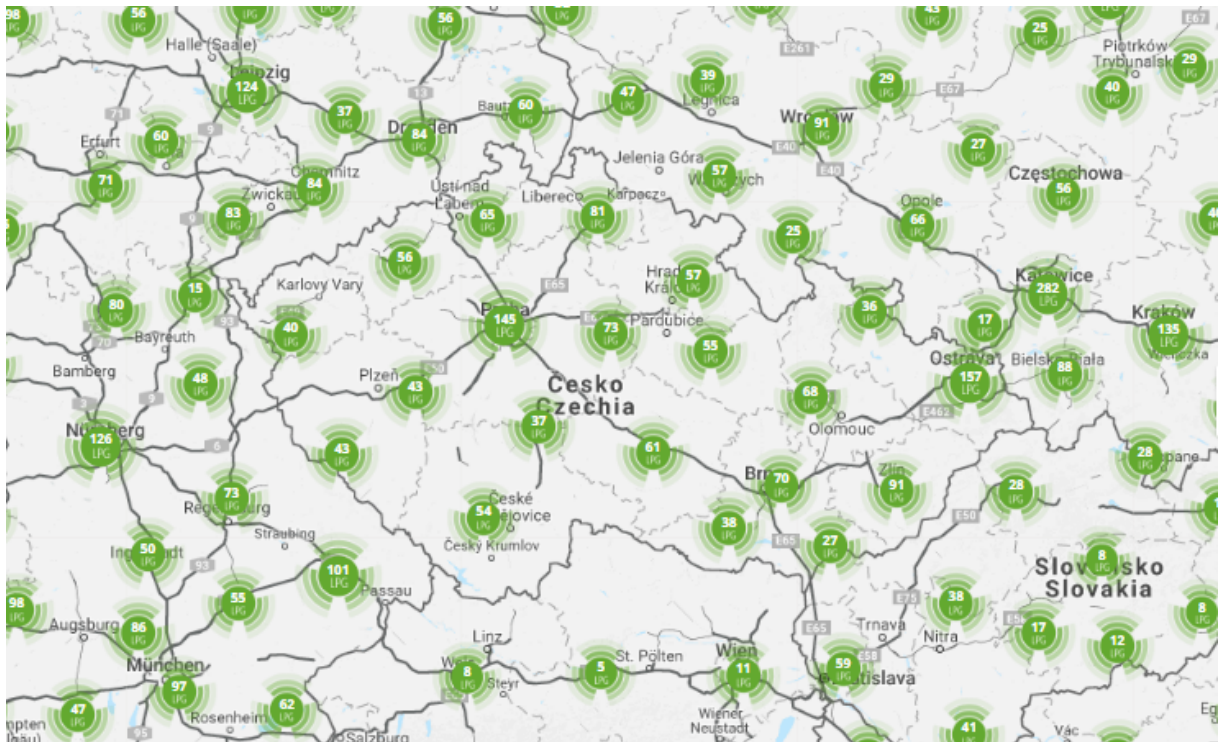


Obrázek 6 Dostupnost LPG stanic v ČR (Autoklinika Holčík, 2017b)

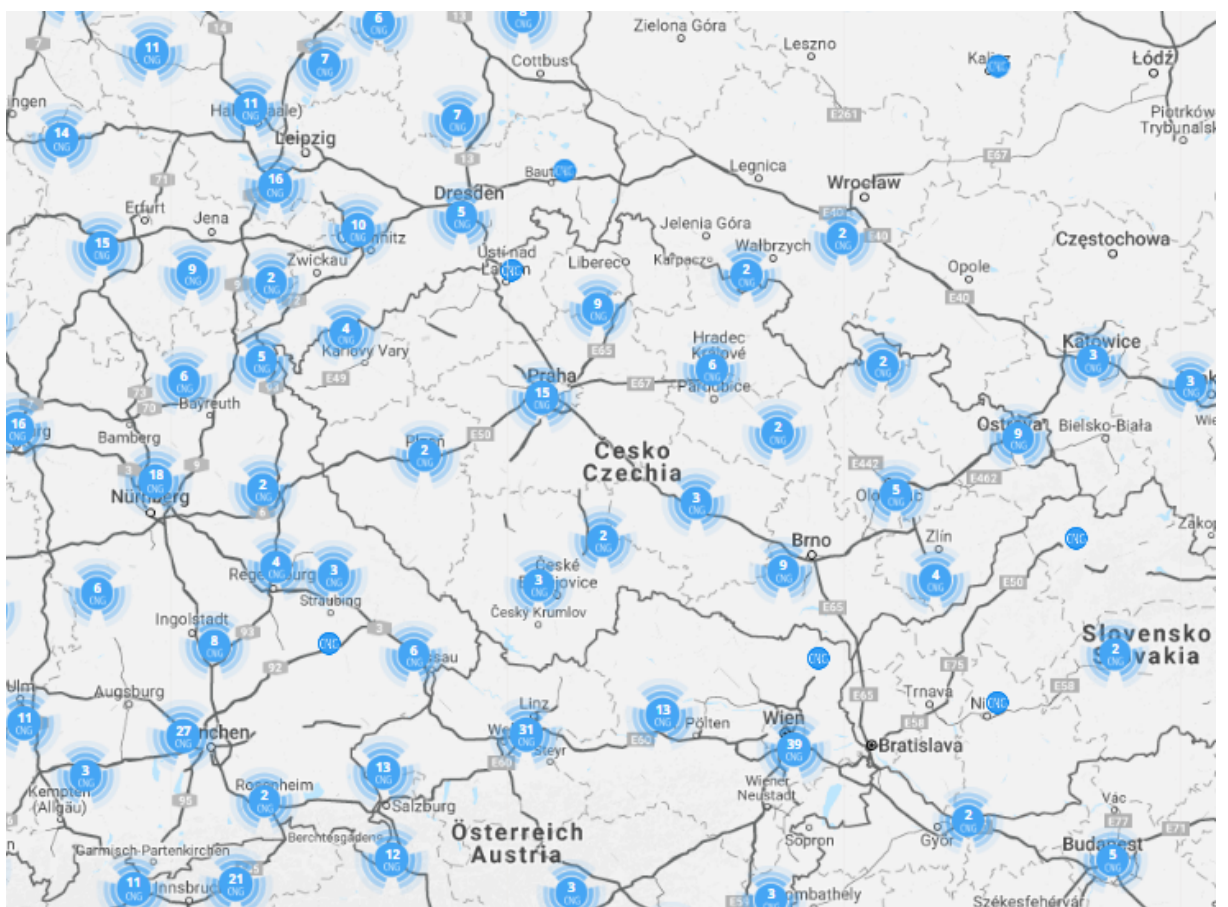


Obrázek 7 Dostupnost CNG stanic v ČR (Autoklinika Holčík, 2017a)

Na obrázcích 8 a 9 lze vidět, v jakém počtu se čerpací stanice LPG a CNG v těchto oblastech vyskytují. Lze z toho vyčíst, že i v sousedních zemích České republiky panuje převaha čerpacích stanic LPG, kterých je poměrně velké množství. Oproti tomu čerpacích stanic CNG je poskrovnu. Pro příklad v Polsku a na Slovensku jich je opravdu málo. V Německu a Rakousku je počet o něco vyšší, ani tam však stejných čísel jako LPG nedosahuje.



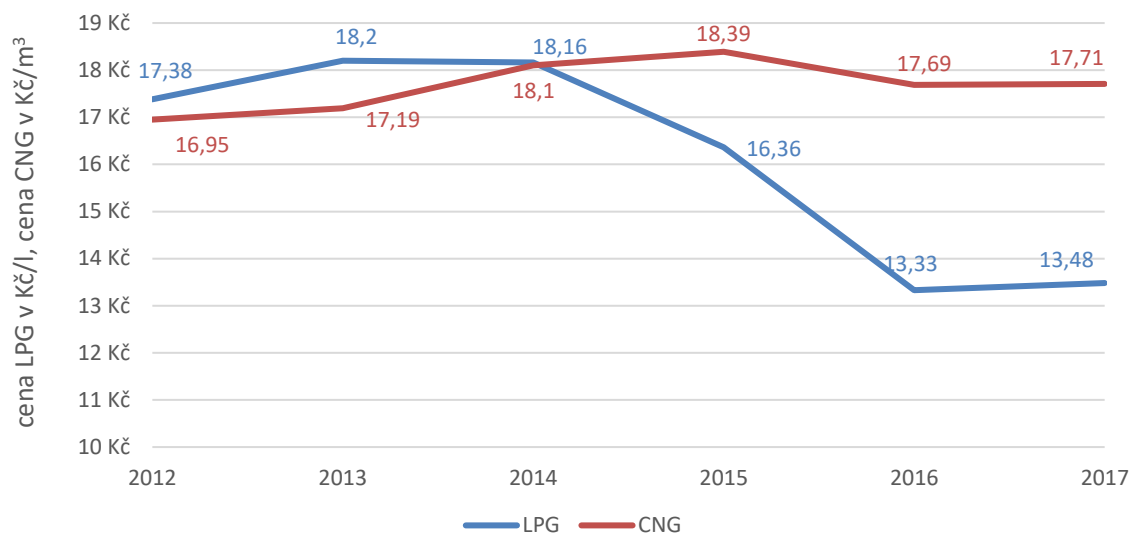
Obrázek 8 Dostupnost LPG stanic ve vybraném území (Autoklinika Holčík, 2017b)



Obrázek 9 Dostupnost CNG stanic ve vybraném území (Autoklinika Holčík, 2017a)

3.3.3 Vývoj cen uvažovaných paliv

Důležitým faktorem při volbě ideálního systému Diesel gas je rovněž cena vybraných alternativních paliv. V následující pasáži proto bude porovnáván její vývoj za několik posledních let včetně detailního posouzení ceny za loňský rok.



Obrázek 10 Porovnání vývoje cen LPG a CNG (Veřejná databáze ČSÚ, 2016, Český plynárenský svaz, 2017)

Na obrázku 10 jde vidět vývoj cen zkoumaných alternativních pohonných hmot za posledních pět let doplněných o hodnotu ze začátku letošního roku. Lze jasně pozorovat, že cena LPG šla od roku 2014 po dvě roční období strmě dolů. Během posledního roku poté nepatrně vzrostla. Naproti tomu CNG si udržuje poměrně stabilní cenu a žádné větší výkyvy ceny nevykazuje.

3.3.4 Náklady na pohonné hmoty

Jedním z nejdůležitějších požadavků společnosti Psota pro zavedení navrhovaného systému jsou nižší náklady na pohonné hmoty oproti běžnému naftovému pohonu. To lze porovnávat při výpočtu nákladů na pohonné hmoty na sto ujetých kilometrů. Při výpočtu nákladů po zavedení systému Diesel gas bude brána v úvahu průměrná cena uvažovaných alternativních paliv za rok 2016 z obrázku 10. Za cenu nafty budeme považovat průměrnou nákupní cenu společnosti Psota taktéž v roce 2016.

Tabulka 8 Průměrné ceny pohonných hmot v roce 2016

Nafta	LPG	CNG
22,53 Kč/l	13,33 Kč/l	17,69 Kč/m³

Zdroj: Veřejná databáze ČSÚ, 2016, Český plynárenský svaz, 2017, Psota Transport s.r.o. – interní data

Jan Adámek ze společnosti Gasperformance, odborník na přestavbu vozidel, zdůrazňuje, že je nutné vzít při výpočtu v potaz i fakt, že se LPG spotřebuje o něco více, aby vozidlo dosáhlo stejného výkonu. Uvedl, že z praxe to bývá nejčastěji o deset procent více.

Podobná situace je i u CNG. V kilogramech má sice CNG větší obsah energie než nafta, v tom případě by tedy bylo potřeba méně CNG pro dosažení stejného výkonu jako u nafty, nutné je ale CNG převést z kilogramů na metry krychlové.

Konkurenční společnost Gasinsight, která se přestavbou rovněž zabývá, potvrdila tento fakt i nutné množství alternativního paliva k nahrazení jednoho litru nafty. Zároveň dodává, že přesná hodnota je u každého vozidla individuální, jelikož záleží na emisním systému vozidla, typu řízení motoru, jeho výkonu a režimu provozování.

Eco Power Energy (2016) uvádí, že zatímco konvenční paliva včetně LPG jsou uváděna v litrech, cena CNG je za kilogram, případně v metrech krychlových. Vzhledem k tomu, že byla v předchozích částech práce uváděna cena CNG v metrech krychlových, je nutné uvést, kolik metrů krychlových CNG představuje jeden kilogram. Jeden kilogram CNG je zhruba 1,4 metrů krychlových.

Tabulka 9 Množství paliva potřebného k nahrazení jedno litru nafty

Palivo	Množství potřebné k nahrazení jednoho litru nafty
CNG	1,08 m ³
LPG	1,1 l

Zdroj: autor

Výpočet nákladů na pohonné hmoty po zavedení Diesel gas LPG

Zavedení systému Diesel gas LPG s sebou přináší mísicí poměr sedmdesát procent nafty a třicet procent LPG. Tento poměr se proto bude muset promítnout do vzorce, který poslouží k výpočtu nákladů na pohonné hmoty na sto ujetých kilometrů.

$$N = 0,7 \cdot C \cdot P_n + 0,3 \cdot C \cdot W_{lpg} \cdot P_{lpg} \text{ [Kč/100 km]} \quad (1)$$

kde: N... náklady na PHM na 100 ujetých km po zavedení systému [Kč/100 km]

C... spotřeba nafty na 100 km [l/100 km]

P_n ... cena nafty za 1 litr [Kč/l]

P_{lpg} ... cena LPG za 1 litr [Kč/l]

W_{lpg} ... počet LPG k dosažení stejného výkonu jako jeden litr nafty [l]

Mercedes-Benz:

$$N = 0,7 \cdot 28 \cdot 22,53 + 0,3 \cdot 28 \cdot 1,1 \cdot 13,33$$

$$N \doteq 565 \text{ Kč}/100 \text{ km}$$

Pro vozidlo Mercedes-Benz představují náklady na pohonné hmoty po zavedení systému Diesel gas LPG 565 Kč na sto ujetých kilometrů. Při uváděné spotřebě 28 l/100 km a ceně 22,53 Kč za 1 l nafty jsou před zavedením systému Diesel gas náklady na sto ujetých kilometrů 630,90 Kč.

Scania:

$$N = 0,7 \cdot 30 \cdot 22,53 + 0,3 \cdot 30 \cdot 1,1 \cdot 13,33$$

$$N \doteq 605 \text{ Kč}/100 \text{ km}$$

Pokud by došlo k zavedení systému Diesel gas LPG u vozidla Scania, dosáhly by náklady na sto ujetých kilometrů výše 605 Kč. Před provedením přestavby jsou náklady při uváděné spotřebě 30 l/100 km ve výši 675,90 Kč.

Výpočet nákladů na pohonné hmoty po zavedení Diesel gas CNG

Jak již bylo popsáno v předešlých částech – zavedení systému Diesel gas CNG funguje na principu padesáti procent nafty doplněných padesáti procenty CNG. Tento poměr proto bude uvažován i v následujících vzorcích.

$$N = 0,5 \cdot C \cdot P_n + 0,5 \cdot C \cdot W_{cng} \cdot P_{cng} \text{ [Kč}/100 \text{ km]} \quad (2)$$

kde: N ... náklady na PHM na 100 ujetých km po zavedení systému [Kč/100 km]

C ... spotřeba nafty na 100 km [l/100 km]

P_n ... cena nafty za 1 litr [Kč/l]

P_{cng} ... cena CNG za 1 m³ [Kč/m³]

W_{cng} ... počet CNG k dosažení stejného výkonu jako jeden litr nafty [m³]

Mercedes-Benz:

$$N = 0,5 \cdot 28 \cdot 22,53 + 0,5 \cdot 28 \cdot 1,08 \cdot 17,69$$

$$N \doteq 582,90 \text{ Kč}/100 \text{ km}$$

Pro vozidlo Mercedes-Benz představují náklady na pohonné hmoty po zavedení systému Diesel gas CNG 582,90 Kč na sto ujetých kilometrů. Při uváděné spotřebě

28 l/100 km a ceně 22,53 Kč za 1 l nafty by před zavedením systému Diesel gas CNG byly náklady na sto ujetých kilometrů 630,90 Kč.

Scania:

$$N = 0,5 \cdot 30 \cdot 22,53 + 0,5 \cdot 30 \cdot 1,08 \cdot 17,69$$

$$N \doteq 624,50 \text{ Kč}/100 \text{ km}$$

U vozidla Scania by byly náklady na sto ujetých kilometrů ve výši 624,50 Kč. Před provedením přestavby by byly náklady při uváděné spotřebě 30 l/100 km ve výši 675,90 Kč.

3.3.5 Dojezd na jedno natankování

Vzhledem k tomu, že Psota provozuje dálkovou silniční dopravu, je nutné, aby vozidla měla velký maximální dojezd. Pokud by muselo docházet k častému zastavování, aby vozidlo mohlo natankovat, rapidně by se snížila výhodnost instalovaného systému Diesel gas díky velkým časovým ztrátám.

Tabulka 10 Spotřeba pohonných hmot na 100 km

Vozidlo	Systém	Nafta [l/100 km]	LPG [l/100 km]	CNG [m ³ /100 km]
Scania	Diesel gas LPG	21	9,9	-
	Diesel gas CNG	15	-	16,2
Mercedes-Benz	Diesel gas LPG	19,6	9,24	-
	Diesel gas CNG	14	-	15,12

Zdroj: autor

Vzhledem k rozdílným obsahům energie v alternativních palivech bude pro výpočet dojezdu Mercedesu-Benz uvažována spotřeba motorové nafty z tabulky 10, a to ve výši 19,6 l/100 km a spotřeba LPG ve výši 9,24 l/100 km, respektive 15,12 m³/100 km CNG. U Scanie bude hodnota spotřeby motorové nafty 21 l/100 km, spotřeba LPG 9,9 l/100 km a CNG 16,2 m³/100 km.

Maximální dojezd se systémem Diesel gas LPG

Jak bylo popsáno v úvodu třetí části této práce, průměrný poměr nafty a LPG je u systému Diesel gas LPG sedmdesát procent nafty a třicet procent LPG. Z tohoto údaje budou vycházet i následující výpočty maximálního dojezdu. Dalším důležitým faktorem je velikost nádrže na LPG. Po konzultaci s odborníky společnosti Gasinsight došlo k rozhodnutí zvolit nádrž s objemem instalované nádrže LPG 250 litrů, neboť větší nádrže se nevyrábí a menší by rapidně snížily maximální dojezd na jedno natankování. Je však nutné vzít v potaz i fakt, že se nádrž díky nutné rezervě pro správné fungování plní pouze 210 litry plynu.

Kvůli malému prostoru pro instalaci nádrže na LPG je potřeba snížit objem nádrže na naftu. Původní celkový objem naftové nádrže 1200 litrů, který byl tvořen dvěma nádržemi o velikostech 800 litrů a 400 l, se tedy sníží na 800 litrů demontováním druhé nádrže. Maximální dojezd se poté bude počítat u každého paliva zvlášť. Požadovaným maximálním dojezdem poté bude nejnižší výsledek.

Výpočet maximálního dojezdu za použití Diesel gas LPG pro nádrž s naftou

$$d_n = \frac{V_n}{C_n} \cdot 100 \text{ [km]} \quad (3)$$

kde: d_n ... dojezd na naftu [km]

V_n ... objem nádrže na naftu [l]

C_n ... spotřeba nafty [l/100 km]

Mercedes-Benz:

$$d_n = \frac{800}{19,6} \cdot 100 \text{ [km]}$$

$$d_n = 4082 \text{ [km]}$$

Scania:

$$d_n = \frac{800}{21} \cdot 100 \text{ [km]}$$

$$d_n = 3810 \text{ [km]}$$

Provedením výpočtu podle vzorce 3 se získají hodnoty maximálního dojezdu za použití systému Diesel gas LPG pro nádrž s naftou pro vozidlo Mercedes-Benz ve výši 4082 km a pro vozidlo Scania 3810 km.

Výpočet maximálního dojezdu za použití Diesel gas LPG pro nádrž s LPG

$$d_{lpg} = \frac{V_{lpg}}{C_{lpg}} \cdot 100 \text{ [km]} \quad (4)$$

kde: d_{lpg} ... dojezd na LPG [km]

V_{lpg} ... objem nádrže na LPG [l]

C_{lpg} ... spotřeba LPG [l/100 km]

Mercedes-Benz:

$$d_{lpg} = \frac{210}{9,24} \cdot 100 \text{ [km]}$$

$$d_{lpg} = 2272 \text{ [km]}$$

Scania:

$$d_{lpg} = \frac{210}{9,9} \cdot 100 \text{ [km]}$$

$$d_{lpg} = 2121 \text{ [km]}$$

Dosažením do vzorce 4 se získá maximální dojezd vozidla Mercedes-Benz za použití systému Diesel gas LPG pro nádrž s LPG 2272 km. Scania bude mít maximální dojezd 2121 km.

Stanovení maximálního dojezdu pro vybrané typy vozidel

Na základě provedených výpočtů podle vzorců 3 a 4 za maximální dojezd na jedno natankování bude považována nižší hodnota. To je pro Mercedes-Benz 2272 km a pro Scanii 2121 km.

Maximální dojezd se systémem Diesel gas CNG

Nádrže CNG se vždy skládají do baterií. Při přestavbě vozidel na systém Diesel gas CNG by tedy došlo k instalaci čtyř láhví o celkovém objemu 525 litrů, do kterých však lze celkově natankovat pouze 85 kilogramů, což představuje 119 m³. Aby mohly být láhve nainstalovány, je potřeba jim uvolnit prostor. Toho lze dosáhnout odebráním větší naftové nádrže, čili té 800 litrové, a ponecháním pouze té menší 400 litrové.

Nejčastější poměr míšení nafty a CNG u systému Diesel gas CNG je 1:1, resp. padesát procent nafty a padesát procent CNG. Pro výpočet maximálního dojezdu Mercedesu-Benz tedy bude uvažována spotřeba nafty a CNG z tabulky 11. Postup výpočtu maximálního dojezdu poté bude stejný jako u Diesel gas LPG, ale s využitím vzorců 5 a 6.

Výpočet maximálního dojezdu za použití Diesel gas CNG pro nádrž s naftou

$$d_n = \frac{V_n}{C_n} \cdot 100 \text{ [km]} \quad (5)$$

kde: d_n ... dojezd na naftu [km]

V_n ... objem nádrže na naftu [l]

C_n ... spotřeba nafty [l/100 km]

Mercedes-Benz:

$$d_n = \frac{400}{14} \cdot 100 \text{ [km]}$$

$$d_n = 2857 \text{ [km]}$$

Scania:

$$d_n = \frac{400}{15} \cdot 100 \text{ [km]}$$

$$d_n = 2667 \text{ [km]}$$

S využitím vzorce 5 lze stanovit maximální dojezd vozidla Mercedes-Benz za použití systému Diesel gas CNG pro nádrž s naftou na 2857 km a pro vozidlo Scania 2667 km.

Výpočet maximálního dojezdu za použití Diesel gas CNG pro nádrž s CNG

$$d_{cng} = \frac{V_{cng}}{C_{cng}} \cdot 100 \text{ [km]} \quad (6)$$

kde: d_{cng} ...dojezd na CNG [km]

V_{cng} ...objem nádrže na CNG [m³]

C_{cng} ...spotřeba CNG [m³/100 km]

Mercedes-Benz:

$$d_n = \frac{119}{15,12} \cdot 100 \text{ [km]}$$

$$d_{cng} = 787 \text{ [km]}$$

Scania:

$$d_{lpg} = \frac{119}{16,2} \cdot 100 \text{ [km]}$$

$$d_{lpg} = 735 \text{ [km]}$$

S použitím vzorce 6 lze stanovit maximální dojezd vozidla Mercedes-Benz za použití systému Diesel gas CNG pro nádrž s CNG na 787 km a pro vozidla Scania na 735 km.

Stanovení maximálního dojezdu pro vybrané typy vozidel

Na základě provedených výpočtů podle vzorců 5 a 6 za maximální dojezd na jedno natankování bude považována nižší hodnota. To je pro Mercedes-Benz 787 km a pro Scanii 735 km.

3.3.6 Shrnutí kritérií

Shrnutá kritéria, která si vedení společnosti Psota určilo pro volbu navrhovaného systému Diesel gas, jsou patrná z tabulky 11. U maximálního dojezdu na jedno natankování a u nákladů na pohonného hmoty na sto ujetých kilometrů jsou kritéria rozdělena u jednotlivých systémů také podle uvažovaných vozidel, protože se liší jejich hodnoty průměrné spotřeby na sto ujetých kilometrů. Dostupnost uvažovaných alternativních paliv vyjádřená počte čerpacích stanic je uvedena pouze na území České republiky.

Tabulka 11 Shrnutí kritérií pro výběr navrhovaného systému

	Diesel gas LPG	Diesel gas CNG
Maximální dojezd na jedno natankování [Km]	Scania: 2121 Mercedes-Benz: 2272	Scania: 735 Mercedes-Benz: 787
Náklady na pohonné hmoty na 100 km [Kč/100 km]	Scania: 605 Mercedes-Benz: 565	Scania: 624,50 Mercedes-Benz: 582,90
Cena přestavby [Kč]	88000	180000
Dostupnost alternativních paliv [počet č.s. v ČR]	899	111
Vývoj cen alternativních paliv	Klesající	Stabilní

Zdroj: autor

3.3.7 Multikriteriální analýza

Pro výběr vhodného systému přestavby a pro zvážení jeho výhodnosti vzhledem k současnému stavu bude použita multikriteriální analytická metoda váženého součtu – WSA. Tato metoda vypočítává tzv. funkce užitku pro každou variantu porovnávaných systémů. Funkční hodnoty leží v intervalu od 0 do 1. Čím je hodnota vyšší, tím je posuzovaná varianta výhodnější. Do výpočtů bude zahrnut i současný systém pohonu vozidel ve společnosti Psota.

Za rozhodující kritéria při výběru systému byla stanovena správcem vozového parku ve společnosti Psota cena přestavby, maximální dojezd na jedno natankování, náklady na pohonné hmoty na sto ujetých kilometrů a dostupnost paliv. Při postupu metody váženého součtu je důležité vzít v potaz, že některá kritéria jsou maximalizační, zatímco jiná zase minimalizační.

Dalším důležitým faktorem při sestavování multikriteriální analýzy je také váha kritérií. Ta byla rovněž stanovena správcem vozového parku ve společnosti Psota a je uvedena v následující tabulce 12.

Tabulka 12 Kritéria a váhy

Kritérium	Dojezd		Náklady na PHM/100 km		Cena přestavby	Dostupnost
Váha kritéria	0,3		0,4		0,2	0,1
max/min	max		min		min	max
Současný pohon	4286	4000	630,84	675,9	0	3819
Diesel gas LPG	2272	2121	565	605	88000	899
Diesel gas CNG	787	735	582,9	624,5	180000	111
	MB	Scania	MB	Scania		

Zdroj: autor

Aplikace metody váženého součtu – WSA

Prvním krokem je vytvoření kriteriální matice Y (s prvky y_{ij}). Podle Brožové [b.r.] poté dojde k transformaci minimalizačních kritérií na maximalizační. To se provádí odečtením jednotlivých prvků ve sloupcích minimalizačních kritérií od maximálního prvku ve sloupci. Díky tomu se pro každou variantu zjistí ohodnocení, o kolik je podle příslušného kritéria lepší než nejhorsí varianta.

Mercedes-Benz:

$$Y_{MB} = \begin{matrix} d \\ lpg \\ cng \end{matrix} \begin{bmatrix} 4286 & 630,84 & 0 & 3819 \\ 2272 & 565 & 88000 & 899 \\ 787 & 582,9 & 180000 & 111 \end{bmatrix}$$

Přepočtem se získá následující matice:

$$Y'_{MB} = \begin{matrix} d \\ lpg \\ cng \end{matrix} \begin{bmatrix} 4286 & 0 & 180000 & 3819 \\ 2272 & 65,84 & 92000 & 899 \\ 787 & 47,94 & 0 & 111 \end{bmatrix}$$

V následujícím kroku bude určena ideální varianta H a bazální varianta D , a to určením maximální H hodnoty a minimální D hodnoty z každého sloupce j :

$$H = (4286; 65,84; 180000; 3819)$$

$$D = (787; 0; 0; 111)$$

Brožová jako další postup navrhuje vytvořit normalizovanou kriteriální matici R , jejíž prvky získáme pomocí vzorce 7.

$$R_{ij} = \frac{Y'_{ij} - D_j}{H_j - D_j} \quad (7)$$

Dosazením do vzorce vyjde matice R :

$$R_{MB} = \begin{matrix} d \\ lpg \\ cng \end{matrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0,42 & 1 & 0,51 & 0,21 \\ 0 & 0,73 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Dalším krokem bude výpočet hodnoty užitku pro jednotlivé varianty pomocí vzorce 8.

$$u = \sum_{j=1}^k v_j \cdot r_{ij} \quad (8)$$

kde:

u ... hodnota užitku

v_j ... váha kritéria

r_{ij} ... jednotlivé prvky

Výsledné hodnoty užitku jsou uvedeny v následující tabulce 13.

Tabulka 13 Hodnoty užitku pro zkoumané systémy pohonu u vozidel Mercedes-Benz

Pohon	Užitek
Nafta	0,6
Diesel gas LPG	0,65
Diesel gas CNG	0,3

Zdroj: autor

Jako nejvýhodnější systém pohonu lze navrhnout pro vozidla Mercedes-Benz společnosti Psota systém Diesel gas LPG, u kterého byl zjištěn multikriteriální analýzou s použitím metody váženého součtu největší užitek. Stejným postupem se vyhodnotí rovněž ideální systém pro vybraná vozidla značky Scania.

Scania:

$$Y_S = \begin{matrix} d \\ lpg \\ cng \end{matrix} \begin{bmatrix} 4000 & 675,9 & 0 & 3819 \\ 2121 & 605 & 88000 & 899 \\ 735 & 624,5 & 180000 & 111 \end{bmatrix}$$

Přepočtem minimalizačních kritérií se získá následující matice:

$$Y'_S = \begin{matrix} d \\ lpg \\ cng \end{matrix} \begin{bmatrix} 4000 & 0 & 180000 & 3819 \\ 2121 & 70,9 & 92000 & 899 \\ 735 & 51,4 & 0 & 111 \end{bmatrix}$$

V následujícím kroku se určí ideální varianta H a bazální varianta D:

$$H = (4000; 70,9; 180000; 3819)$$

$$D = (735; 0; 0; 111)$$

Dosažením do vzorce 7 získáme normalizovanou kritériální matici R:

$$R_S = \begin{matrix} d \\ lpg \\ cng \end{matrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0,42 & 1 & 0,51 & 0,21 \\ 0 & 0,72 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Dalším krokem je výpočet hodnoty užitku pro jednotlivé varianty pomocí vzorce 8.

Výsledné hodnoty užitku jsou uvedeny v tabulce 14.

Tabulka 14 Hodnoty užitku pro zkoumané systémy pohonu u vozidel Scania

Pohon	Užitek
Nafta	0,6
Diesel gas LPG	0,65
Diesel gas CNG	0,29

Zdroj: autor

Z tabulky 14 je patrné, že rovněž pro vozidla Scania společnosti Psota je nejvýhodnějším systémem Diesel gas LPG.

3.4 Vyhodnocení navrhovaného řešení

V závěrečné pasáži bude provedeno ekonomické zhodnocení navrhovaného zavedení alternativního pohonu Diesel gas LPG, které podle multikriteriální analýzy představuje největší užitek. Bude vypočítána měsíční úspora, doba návratnosti investice a celková roční úspora v případě přestavby všech vybraných vozidel.

3.4.1 Měsíční úspora

Pro výpočet měsíční úspory je nutné nejprve spočítat výši stávajících nákladů pomocí vzorce 9. Jak již bylo uvedeno v předchozích pasážích, vozidla společnosti průměrně ujedou za jeden měsíc deset tisíc kilometrů, což bude ve vzorci bráno v potaz. Poté se spočítají měsíční náklady po zavedení systému Diesel gas LPG pomocí vzorce 10, které se následně odečtou od stávajících nákladů spočítaných vzorcem 9. Výsledkem bude měsíční úspora jednoho vozidla.

Výpočet stávajících měsíčních nákladů

$$N_n = P_n \cdot C \cdot \frac{S_m}{100} \text{ [Kč]} \quad (9)$$

kde:

N_n ... měsíční náklady jednoho vozidla se současným systémem pohonu [Kč]

P_n ... průměrná cena nakupované nafty za 2016 společností Psota [Kč/l]

C ... spotřeba nafty [l/100 km]

s_m ... průměrný počet ujetých kilometrů vozidly Psota za měsíc [km]

Výpočet měsíčních nákladů po zavedení systému Diesel gas LPG

$$N_{lpg_{MB}} = \left(0,7 \cdot C \cdot P_n + 0,3 \cdot C \cdot W_{lpg} \cdot P_{lpg} \right) \cdot \frac{S_m}{100} \text{ [Kč]} \quad (10)$$

kde:

N_{lpg} ... měsíční náklady jednoho vozidla po zavedení systému Diesel gas LPG [Kč]

P_n ... průměrná cena nakupované nafty za 2016 společností Psota [Kč/l]

P_{lpg} ... průměrná cena LPG za rok 2016 [Kč/l]

C ... průměrná spotřeba nafty na 100 km [l/100 km]

s_m ... průměrný počet ujetých kilometrů vozidly Psota za měsíc [km]

W_{lpg} ... počet LPG k dosažení stejného výkonu jako jeden litr nafty [l]

Po dosazení do vzorců 9 a 10 byly vypočteny současné měsíční náklady jednoho vozidla a případné měsíční náklady po zavedení systému Diesel gas LPG. Byly zpracovány obě

posuzované varianty, a to s vozidly Mercedes-Benz i s vozidly Scania. Všechny výsledky včetně měsíční úspory obsahuje tabulka 15.

Tabulka 15 Náklady na jednotlivý systém pohonu a měsíční úspora

Vozidlo	Nafta	Diesel gas LPG	Měsíční úspora
Mercedes-Benz	63 084 Kč	56 476 Kč	6 608 Kč
Scania	67 590 Kč	60 510 Kč	7 080 Kč

Zdroj: autor

Z tabulky 15 vyplývá, že u vozidla Scania, které má vyšší spotřebu paliva, je měsíční úspora vyšší a mírně přesahuje částku sedm tisíc korun, zatímco u vozidla Mercedes-Benz se k této hodnotě přibližuje. Vyjádřeno v procentech, měsíční úspora vzhledem ke stávajícímu pohonu u obou typů vozidel přesáhne deset procent.

3.4.2 Návratnost investice

Doba návratnosti investice bude počítána opět u Mercedesů-Benz a Scanií zvlášť. K výpočtu bude použit vzorec 11.

$$tn = \frac{P_p}{S} [\text{měsíce}] \quad (11)$$

kde:

tn ... doba návratnosti investice [měsíce]

P_p ... cena přestavby [Kč]

S ... měsíční úspora [Kč]

Tabulka 16 Doba návratnosti

Vozidlo	Cena přestavby	Doba návratnosti
Mercedes-Benz	88 000 Kč	14 měsíců
Scania	88 000 Kč	13 měsíců

Zdroj: autor

V tabulce 16 je vypočítaná doba návratnosti investice u jednotlivých značek aut společnosti Psota uvažovaných pro přestavbu. Hodnoty byly zaokrouhleny na celé měsíce. Scania má díky vyšší měsíční úspoře dobu návratnosti částky vynaložené na přestavbu o jeden měsíc nižší.

3.4.3 Celkové shrnutí

Z celkového počtu osmdesáti devíti nákladních automobilů ve vlastnictví společnosti Psota bylo k možné přestavbě na systém Diesel gas LPG vybráno čtyřicet dva. Deset vozidel

bylo typu Mercedes-Benz Actros, zbylých třicet dva tvořila Scania R 450. V následující tabulce 17 bude provedeno celkové shrnutí všech vozidel, která stanoví celkovou roční úsporu po splacení investice do přestavby na systém Diesel gas LPG.

Tabulka 17 Celkové shrnutí po splacení investice

Vozidlo	Počet	Měsíční úspora	Roční úspora
Mercedes-Benz	10	66 080 Kč	792 960 Kč
Scania	32	226 560 Kč	2 718 720 Kč
Celkem	42	292 640 Kč	3 511 680 Kč

Zdroj: autor

Tabulka 17 ukazuje celkovou roční úsporu po splacení investice do přestavby vozidel ve výši přesahující tři a půl milionů korun.

Údaje o ročním zisku považuje společnost za citlivé a nesděluje je. K dispozici je pouze výroční zpráva udávající výši zisku před zdaněním v roce 2013 ve výši 20 148 000 Kč. Roční úspora dosažená investicí do přestavby na systém Diesel gas LPG ve výši 3 511 680 Kč by mohla zisk společnosti výrazně navýšit.

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce reaguje na současnou situaci klesajících zásob fosilních paliv a celospolečenskou potřebu snižovat znečištění životního prostředí na naší planetě, ke kterému významnou měrou přispívá doprava.

Cílem této bakalářské práce je najít vhodné řešení pro společnost Psota Transport s.r.o., která se snaží reagovat na situaci kolem paliv na bázi ropy, především na neustálé výkyvy ceny a avízanou ropnou krizi, stejně tak na změny v legislativě týkající se životního prostředí. Tyto otázky jsou v obecné rovině společné pro všechny společnosti s podobným předmětem podnikání.

Při hledání vhodného řešení byl na základě dostupné odborné literatury zpracován přehled využití možností alternativních paliv v dopravě.

V další fázi byla představena společnost Psota Transport s.r.o. provozující dálkovou silniční dopravu. Zvláštní pozornost byla věnována vozovému parku, spotřebě, systému tankování a tržbám, protože se jedná o klíčové údaje nezbytné pro zpracování praktické části.

Stěžejní pasáží je část zaměřující se na společnost Psota Transport s.r.o. a její možnosti při přechodu vozového parku na alternativní palivo. Byl proveden výběr vhodných vozidel pro přestavbu. V bakalářské práci byly prováděny výpočty stanovených kritérií, na jejichž základě byly posouzeny různé možnosti s ohledem na požadavky společnosti.

Zvažovány byly především parametry systému Diesel gas LPG a Diesel gas CNG, které byly zároveň porovnávány se stávajícím palivem. Za použití multikriteriální analýzy byl stanoven jako nejvýhodnější systém Diesel gas LPG, který vykazuje nejvyšší hodnotu užitku. Vzhledem k systému Diesel gas CNG nabízí vyšší hodnotu maximálního dojezdu na jedno natankování, což je pro společnost provozující dálkovou nákladní dopravu zásadní. Ve srovnání se stávajícím naftovým pohonem představuje finanční úsporu. Nezanedbatelným faktorem je také stabilní vývoj cen LPG ve srovnání s neustále kolísajícími cenami nafty.

Výše úspory u přestavěných vozidel bude ovlivněna cenami pohonných hmot a počtem ujetých kilometrů. Doba návratnosti investice do přestavby se pohybuje v rozmezí třinácti až čtrnácti měsíců. Zavedením systému Diesel gas LPG ve společnosti Psota Transport s.r.o. by bylo dosaženo značné roční úspory finančních prostředků, která přesahuje tři a půl milionů korun.

POUŽITÁ LITERATURA

AUTOKLINIKA HOŠTÍK, 2017, a. CNG do dieselových motorov. *Dieselgas* [online]. [cit. 2017-01-26]. Dostupné z: <http://www.dieselgas.sk/cng/>

AUTOKLINIKA HOŠTÍK, 2017, b. LPG do dieselových motorov. *Dieselgas* [online]. [cit. 2017-01-26]. Dostupné z: <http://www.dieselgas.sk/lpg/>

BAŽATA, Miroslav, 2013. Bionafta a směsná motorová nafta. *Biom* [online]. [cit. 2017-05-22]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/bionafta-a-smesna-motorova-nafta>

BROŽOVÁ, b.r. Vícekriteriální analýza variant. *Pef.czu* [online]. [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: http://pef.czu.cz/~BROZOVA/CASESTUDY/vav_pp_41.html

ČESKÝ PLYNÁRENSKÝ SVAZ, 2017. Graf vývoje průměrných ročních cen. *Cng4you* [online]. [cit. 2017-01-21] Dostupné z: <http://www.cng4you.cz/kolik-to-stoji/vyvoj-cen-cng-v-cr-a-dalsich-paliv.html>

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2016. Ceny pohonných hmot od roku 2001. [online]. [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/ceny-pohonnych-hmot-od-roku>

DUŠEK, Luděk a Petr Štěpán, 2016. Zpráva o aktualizaci a stavu Evidence čerpacích stanic pohonných hmot v ČR k 30. 6. 2016. [online]. [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/assets/dokumenty/55899/64170/657558/priloha001.pdf>

ECO POWER ENERGY, 2016. Produkt. *Ecope* [online]. [cit. 2017-04-11]. Dostupné z: <http://ecope.cz/cng/produkt/>

FLAGA, 2013. Jak šetřit se systémem Dieselgas. *Flaga* [online]. [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://www.flaga.cz/cz/o-nas/novinky/209-jak-setrit-se-systemem-dieselgas>

GASINSIGHT, 2017, a. Co je Dieselgas? *Diesel-gas* [online]. [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://www.diesel-gas.cz/funkce-dieselgas/>

GASINSIGHT, 2017, b. Ekologie provozu Dieselgas. *Diesel-gas* [online]. [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://www.diesel-gas.cz/ekologie-provozu-dieselgas/>

GASINSIGHT, 2017, c. Úspora PHM s Dieselgas LPG. *Diesel-gas* [online]. [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://www.diesel-gas.cz/uspورا-phm-diesel-gas/>

GASINSIGHT, 2017, d. Emise CO₂ s Dieselgas LPG jsou znatelně nižší. *Diesel-gas* [online]. [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://www.diesel-gas.cz/nizsi-emise-diesel-gas/>

GASINSIGHT, 2017, e. Výkon motoru s duálním pohonem Dieselgas LPG. *Diesel-gas* [online]. [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://www.diesel-gas.cz/vykon-motoru-dieselgas/>

GASINSIGHT, 2017, f. Schéma auta. *Diesel-gas* [online]. [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://www.diesel-gas.cz/wp-content/uploads/2014/06/Schema-auta.jpg>

GASPERFORMANCE. Co je dieselgas? *Dieselgasperformance* [online]. [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://dieselgasperformance.cz/lpg/>

- HROMÁDKO, Jan, 2012. *Speciální spalovací motory a alternativní pohony*. Praha: Grada. 158 s. ISBN 978-80-247-4455-1
- KÖNIGSSON, Fredrik, 2014. *On Combustion in the CNG-Diesel Dual Fuel Engine*. Stockholm: Department of Machine Design. ISBN 978-91-7595-243-7
- KURZYCZ, 2017. Ropa Brent – aktuální a historické ceny. *Kurzy* [online]. [cit. 2017-05-22]. Dostupné z: <http://www.kurzy.cz/komodity/ropa-brent-graf-vyvoje-ceny/>
- MATĚJOVSKÝ, Vladimír, 2005. *Automobilová paliva*. Praha: Grada. ISBN 80-247-0350-5
- NOVOTNÝ, Radek, 2013. Dopravce Grande zkouší nový systém Diesलगas. *Hospodářské noviny* [online]. [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://archiv.ihned.cz/c1-61289070-dopravce-grande-zkousi-system-diesलगas>
- PANA, Constantin, 2016. Dual fuel diesel engine operation using LPG. *Department of Thermotechnics, Engines, Thermal Equipments and Refrigeration Instalations, „Politehnica“ University, Bucharest, Romania*. [online]. [cit. 2017-05-27]. DOI: 10.1088/1757-899X/147/1/012122. Dostupné z: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/147/1/012122/pdf>
- PERGLER, Tomáš, 2016. Prodej biopaliv se zhroutil. Jsou dražší než benzin a nafta. *Echo24* [online]. [cit. 2017-05-22]. Dostupné z: <http://echo24.cz/a/iauzi/prodej-biopaliv-se-zhroutil-jsou-drazsi-nez-benzin-a-nafta>
- PETROLEUM, 2017. Výkladový slovník. Alternativní paliva. *Petroleum* [online]. [cit. 2017-05-28]. Dostupné z: <http://www.petroleum.cz/slovník.aspx?pid=121>
- PSOTA TRANSPORT S.R.O., 2017. *Interní data společnosti Psota Transport s.r.o.* Znojmo: Psota Transport s.r.o.
- ŠEBOR, Gustav, Milan Pospíšil, Jan Žákovec, 2006. *Technicko – ekonomická analýza vhodných alternativních paliv v dopravě* [online], Praha: VŠCHT, 2006. [cit. 2017-05-22]. Dostupné z: http://www.mdcr.cz/cs/Strategie/Zivotni_prostredi/Alternativni_paliva.html
- VLK, František, 2004. *Alternativní pohony motorových vozidel*. Brno: František Vlk. ISBN 80-239-1602-5
- VYSLOUŽILOVÁ, Daniela, 2015. Energetická a surovinová náročnost v dopravě. Praha: Centrum pro studium vysokého školství, v.v.i. 49 s. ISBN 978-80-86302-73-7
- WEISS, Viktorie a Jaroslava Svobodová, 2014. *Biopaliva – jejich výhody a nevýhody*. [online], Ústí n. L., Věda pro život, život pro vědu, 2014. [cit. 2017-05-22]. Dostupné z: http://www.csvs.cz/projekty/2014_veda_pro_zivot/KA3_prilohy/prezentace-k-prednaskam/10_Viktorie%20Weiss,%20Jaroslava%20Svobodova_Biopaliva.PDF

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Vozový park včetně emisních norem	23
Tabulka 2 Počet najetých kilometrů	23
Tabulka 3 Srovnání ročních tržeb za provedenou přepravu v letech 2011-2016	24
Tabulka 4 Srovnání měsíčních tržeb za provedenou přepravu v letech 2011–2016	24
Tabulka 5 Tržby na jeden kilometr	25
Tabulka 6 Průměrná spotřeba jednotlivých vozidel společnosti Psota	26
Tabulka 7 Rozdělení vozidel společnosti Psota podle stáří a spotřeby	30
Tabulka 8 Průměrné ceny pohonných hmot v roce 2016	34
Tabulka 9 Množství paliva potřebného k nahrazení jedno litru nafty	35
Tabulka 10 Spotřeba pohonných hmot na 100 km	37
Tabulka 11 Shrnutí kritérií pro výběr navrhovaného systému	41
Tabulka 12 Kritéria a váhy	41
Tabulka 13 Hodnoty užitku pro zkoumané systémy pohonu u vozidel Mercedes-Benz	43
Tabulka 14 Hodnoty užitku pro zkoumané systémy pohonu u vozidel Scania	43
Tabulka 15 Náklady na jednotlivý systém pohonu a měsíční úspora	45
Tabulka 16 Doba návratnosti	45
Tabulka 17 Celkové shrnutí po splacení investice	46

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Vývoj ceny ropy Brent za posledních deset let.....	11
Obrázek 2 Zdroje výroby vodíku	17
Obrázek 3 Grafické znázornění průměrných měsíčních tržeb v letech 2011 až 2016	25
Obrázek 4 Podíl tankování na pobočkách v roce 2016	26
Obrázek 5 Vývoj ceny nakupované nafty společností Psota Transport s.r.o.	27
Obrázek 6 Dostupnost LPG stanic v ČR	32
Obrázek 7 Dostupnost CNG stanic v ČR	32
Obrázek 8 Dostupnost LPG stanic ve vybraném území	33
Obrázek 9 Dostupnost CNG stanic ve vybraném území	33
Obrázek 10 Porovnání vývoje cen LPG a CNG	34

SEZNAM ZKRATEK

PSOTA	Psota Transport s.r.o
MERCEDES-BENZ	Mercedes-Benz Actros
SCANIA	Scania R 450
IVECO	Iveco Stralis Hi-way