

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra statistiky**



**Bakalářská práce**

**Analýza využití biopaliv v kamionové dopravě ve  
vybrané společnosti**

**Bc. František Dolský**

**© 2016 ČZU v Praze**

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

František Dolský

Provoz a ekonomika

Název práce

**Analýza využití biopaliv v kamionové dopravě ve vybrané společnosti**

Název anglicky

**Analysis of a biofuel use in a truck transport in a selected company**

---

### Cíle práce

Cílem práce je zhodnotit využití bionafty jako paliva v kamionové dopravě ve vybrané společnosti.

### Metodika

Těžiště práce bude spočívat především ve vyhodnocování spotřeby paliva a nákladů na údržbu vozového parku ve vybrané společnosti. K řešení bude využito metod testování statistických hypotéz a korelační analýzy.

## Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

## Klíčová slova

Kamionová doprava, biopaliva, náklady, spotřeba, statistická analýza

---

## Doporučené zdroje informací

BART, J. C. J. – PALMERI, N. – CAVALLARO, S. *Biodiesel Science and Technology: From Soil to Oil*. Woodhead Publishing Limited and CRC Press, 2010. ISBN 978-1-84569-591-0.

DUCHOŇ, B. *Ekonomika dopravy*. Praha: ČVUT, Dopravní fakulta, 1999. ISBN 80-01-02014-2.

HEBÁK, P. *Statistické myšlení a nástroje analýzy dat*. Praha: Informatorium, 2013. ISBN 978-80-7333-105-4.

HINDLS, R. – SEGER, J. – HRONOVÁ, S. *Statistika pro ekonomy*. Praha: Professional publishing, 2006. ISBN 80-86419-99-1.

KÁBA, B. – SVATOŠOVÁ, L. *Statistické nástroje ekonomického výzkumu*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2012. ISBN 978-80-7380-359-9.

POKORNÝ, Z. *Bionafta : ekologické alternativní palivo do vznětových motorů*. V Praze: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1998. ISBN 80-7105-173-.

RÁBL, V. – BLAŽEK, J. – VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE. *Základy zpracování a využití ropy*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2006. ISBN 80-7080-619-2.

---

## Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – PEF

## Vedoucí práce

Ing. Tomáš Hlavsa, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra statistiky

---

Elektronicky schváleno dne 27. 10. 2015

**prof. Ing. Libuše Svatošová, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 10. 11. 2015

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 11. 03. 2016

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Analýza využití biopaliv v kamionové dopravě ve vybrané společnosti" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14. března 2016

---

### **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Tomáši Hlavsovi, Ph.D. za rady, které mi při zpracování této práce uděloval. Dále chci poděkovat panu Janu Holemému, manažerovi dopravy společnosti O. K. Trans Praha, s.r.o., který mi poskytoval řadu praktických rad a poznatků v oblasti využívání bionafty v kamionové dopravě. V oblasti podpory biopaliv nejen v rámci ČR, ale také v rámci celé EU, mi poskytl velké množství důležitých rad Ing. Karel Trapl, Ph.D., toho času ministerský rada na Oddělení OZE a environmentálních strategií na Ministerstvu zemědělství ČR.

# **Analýza využití biopaliv v kamionové dopravě ve vybrané společnosti**

## **Souhrn**

Tato bakalářská práce se zabývá využíváním bionafty jako paliva v kamionové dopravě ve srovnání s naftou. Práce obsahuje teoretickou část, která popisuje především současný stav kamionové dopravy na území České republiky, dále se zabývá současnou a historickou politikou podpory biopaliv včetně dopadu na státní rozpočet. Jsou zde popsána i nejvyužívanější biopaliva, zejména bionafta, která je předmětem porovnání s naftou v této práci. Je zde také popsán trh s biopalivy v České republice. Praktická část obsahuje popis konkrétní dopravní společnosti, zejména jejího vozového parku. Dále jsou zde shrnuty výsledky měření spotřeby bionafty a náklady na opravu a údržbu palivového systému kamionů. Tato data jsou podrobena nástrojům matematické statistiky a výsledky jsou v práci zhodnoceny.

**Klíčová slova:** biopaliva, bionafta, FAME, kamionová doprava, testování statistických hypotéz, spotřeba pohonných hmot, podpora biopaliv

# **Analysis of a biofuel use in a truck transport in a selected company**

## **Summary**

This bachelor's thesis is concerned with the comparison between the utilization of biodiesel and diesel as fuel in truck transportation. The thesis contains a theoretical part, which describes primarily the current state of truck transportation in the Czech Republic. It further inquires into current and historic politics of biofuel support, including its impact on state budget. Also described are the most used biofuels, specifically biodiesel, whose comparison with diesel is the main subject of the thesis. The Czech market with biofuels is also discussed. The practical part includes a description of a specific transport company, particularly its vehicle fleet. The results of measurements of biodiesel consumption are further summarized, alongside with the expenses associated with repairs and maintenance of the fuel systems of trucks. This data is analyzed using the tools of mathematical statistics, and the results are evaluated in the thesis.

**Keywords:** biofuels, biodiesel, FAME, truck transport, statistic hypothesis testing, fuel consumption, biofuels subvention

## Obsah

1	Úvod.....	9
2	Cíl práce a metodika .....	10
2.1	Cíl práce .....	10
2.2	Metodika práce.....	11
2.2.1	Popisná statistika.....	12
2.2.2	Základní charakteristické statistiky .....	13
2.2.2	Testování statistických hypotéz .....	15
3	Teoretická východiska .....	17
3.1	Silniční nákladní doprava v České republice .....	17
3.2	Biopaliva a alternativní paliva .....	19
3.3	Legislativa v oblasti biopaliv .....	25
3.3.1	Legislativa v rámci ČR .....	25
3.3.1	Legislativa v rámci EU .....	28
3.4	Podpora v ČR v oblasti biopaliv .....	30
3.5	Český trh s biopalivy.....	32
4	Analytická část.....	36
4.1	Vývoj dopravní společnosti O. K. Trans Praha, s.r.o.....	36
4.2	Využívání biopaliv .....	37
4.3	Popis vozového parku .....	39
4.4	Sběr dat pro vyhodnocení.....	41
4.4.1	Sběr dat pro sledování spotřeby vozidel .....	41
4.4.2	Sběr dat pro sledování nákladů na opravu a údržbu palivového ústrojí .....	43
4.5	Zpracování výzkumných otázek .....	43
4.5.1	Spotřeba tahačů v závislosti na PHM .....	44
4.5.2	Náklady na údržbu palivového ústrojí v závislosti na PHM .....	48
4.6	Porovnání nákladů nafta versus bionafta .....	52
5	Zhodnocení výsledků.....	53
6	Závěr .....	54
7	Seznam použitých zdrojů.....	56
8	Přílohy.....	59



# 1 Úvod

Problematikou externalit v dopravě se lidstvo zabývá už relativně dlouhou dobu a snaží se i stále více tyto náklady internalizovat. Mezi nejvýznamnější externality patří kromě hluku, kongescí, dopravních nehod či fragmentace krajiny patří jednoznačně i emise nejen skleníkových plynů, které mohou vést ke zhoršení kvality života či dokonce ke zdravotním komplikacím (Duchoň, 1999). Rostoucí trend v oblasti celkových dopravních a přepravních výkonů v rámci silniční dopravy tedy vede k růstu negativních externalit v dopravě, což vyúsťuje k tomu, že jak česká legislativa, tak také evropská, která tu českou samozřejmě ovlivňuje, přichází s návrhy, jak dopady negativních externalit snižovat.

Jedním z významných přístupů, jehož cílem je snížení emisí v dopravě, je politika podpory biopaliv, která se postupem času samozřejmě stále vyvíjí. Tato politika závisí mimo jiné i na vývoji technologií, které jsou využívány k výrobě biopaliv, ale také na výzkumech řady odborníků, kteří se této oblasti dlouhodobě věnují a přicházejí s novými výstupy a studii. Dalším aspektem, který vede k opuštění od fosilních paliv například k biopalivům či jiným zdrojům pohonu vozidel, je snaha snižování závislosti na neobnovitelných zdrojích energie.

S tím, jak se vyvíjí politika podpory biopaliv, ale také vývoj cen fosilních paliv, je úzce spjata samozřejmě i poptávka po biopalivech a jejich podíl na celkové spotřebě v oblasti pohonných hmot. Zásadním ukazatelem, který rozhoduje o celkové spotřebě biopaliv zejména v silniční nákladní dopravě, je pak rozdíl mezi konečnou cenou fosilního paliva a biopaliva, samozřejmě se zohledněním spotřební daně, která u konečné ceny paliva hraje významnou roli. Při volbě paliva, na které budou daná motorová vozidla jezdit, je třeba zohlednit všechny výhody a nevýhody, které s sebou provoz na bionaftu nese ve srovnání s provozem na motorovou naftu.

## 2 Cíl práce a metodika

V této části práce je podrobně rozepsán cíl bakalářské práce včetně všech dílčích cílů, které se na dosažení tohoto cíle významně podílí. Dále je zde popsána metodika, která předkládá přístup k řešení práce, definuje použité metody, které byly nezbytné pro dosažení cíle práce, zhodnocení výsledků a formulaci závěru.

### 2.1 Cíl práce

Hlavním cílem práce je zhodnotit využívání bionafty jako paliva v kamionové dopravě v konkrétní společnosti zabývající se silniční nákladní dopravou a porovnat jej s využíváním motorové nafty. Toto vyhodnocení probíhá na souboru nákladních automobilů splňujících emisní třídu Euro 5, která je v rámci vozového parku společnosti velmi hojně zastoupena. Na základě naměřených dat mapujících jak spotřebu bionafty ve srovnání se spotřebou motorové nafty, tak ale i změnu nákladů na opravy a údržbu spojených s využíváním bionafty, kdy jde především o výměnu palivových filtrů, u nichž dochází k častějšímu zanášení, pak vyhodnotit dopad bionafty na provoz společnosti ve srovnání s motorovou naftou.

Dílčími cíli, které vedou k dosažení výše zmíněného hlavního cíle, pak je na základě dat získaných z autorizovaného servisu dané společnosti zjistit, zda se náklady na opravy a údržbu palivového ústrojí tahačů, které s sebou nese provoz na bionaftu ve srovnání s provozem na naftu, statisticky významně liší. Dalším dílčím cílem je provedení důkladného rozboru nejen stávající, ale i předcházející politiky podpory bionafty, zejména jde o daňové zatížení biopaliv spotřební daní, případně úleva od této daně až do současnosti. V neposlední řadě pak jde o popsání trhu s bionaftou ze strany největších výrobců v rámci ČR. Naplnění všech těchto vytyčených dílčích cílů pak vede k dosažení hlavního cíle této bakalářské práce. Pro splnění některých těchto dílčích cílů bylo třeba zodpovědět následující dvě naformulované výzkumné otázky:

- *Liší se průměrná spotřeba u tahačů v závislosti na typu pohonných hmot?*
- *Liší se náklady na opravu a údržbu palivového ústrojí tahačů v závislosti na typu pohonných hmot?*

## 2.2 Metodika práce

Obsah teoretické části této bakalářské práce byl vypracován zejména na základě znalostí z pracovního prostředí firmy podnikající v oblasti silniční nákladní dopravy, dále z odborných publikací a článků věnovaných zejména problematice biopaliv a matematické statistice. Tato část obsahuje mimo jiné i vývoj politiky podpory v oblasti zejména bionafty na národní úrovni, zároveň legislativy a není zde opomenut ani trh s nejvyužívanějšími biopalivy na národní úrovni, kdy jsou sledováni největší výrobci biopaliv včetně objemu jejich výroby.

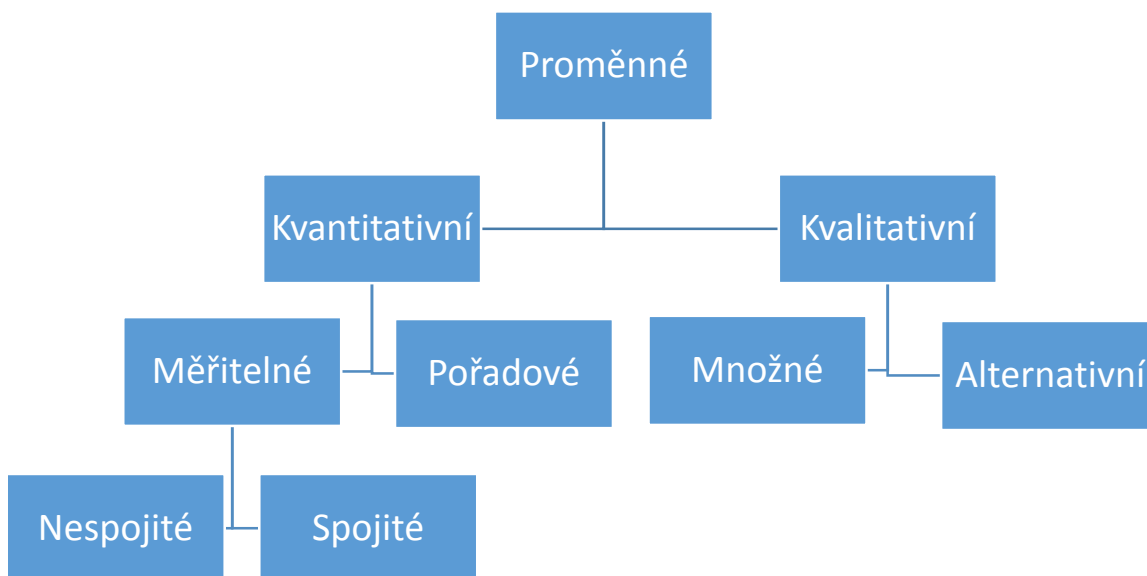
Dalším nezbytným prvkem práce je praktická část, ve které je nejprve proveden popis konkrétní dopravní společnosti, jejího vozového parku a dalších základních údajů nutných pro vypracování této bakalářské práce, dále muselo dojít ke sběru dat z prostředí firmy. V silniční nákladní dopravě musí být při sběru dat zohledňována celá řada parametrů tak, aby data byla srovnatelná, použitelná, měla správnou vypovídající hodnotu a nebyla zatížena chybovostí a nežádoucími okolními vlivy. Na základě domluvy s manažerem dopravy dané společnosti bylo ujednáno, že sběr dat proběhne na určitém počtu kamionů daného typu, přičemž soupravu bude řídit jeden konkrétní řidič, protože vliv řídicích schopností každého jedince může být ze získaných praktických zkušeností velmi výrazný na výši průměrné spotřeby paliva a tématem této práce není tento vliv dále zkoumat. Tato souprava jede vždy stejnou trasu, jejíž vzdálenost byla 998 kilometrů, zejména z toho důvodu, že lišící se sklonové a směrové poměry mohou hrát při sledování spotřeby velmi výrazný vliv. Dále byla zabezpečena také přibližně stejná hmotnost soupravy díky tomu, že se jezdily na této trase přepravy pro jednoho konkrétního zákazníka, přičemž se jednalo vždy o shodné či velmi podobné zboží.

Na základě naměřených dat je v práci vytvořena přehledná datová matice a zároveň jsou tato data přehledně znázorněna ve formě vhodných sloupcových či výsečových grafů za pomoci softwaru MS Office Excel 2013. Dále je v rámci praktické části provedeno testování hypotéz za pomoci softwaru Statistica 12, která je pro matematickou statistiku velmi vhodným softwarovým řešením. Vzhledem k tomu, že jsou v práci použity nástroje jak popisné, tak ale i matematické statistiky, budou tyto typy popsány níže.

### 2. 2. 1 Popisná statistika

V případě zjišťování a sumarizování informací často používáme nástroje popisné statistiky. Následně se takto získané a zpracované informace zpracovávají například do přehledných grafů či tabulek, pro které se dále počítají jejich číselné charakteristiky, mezi které patří například průměr, rozptyl a další. Zde dále zavádíme základní pojem veličina, jinak také statistický znak či proměnná. V práci dále bude používán pojem proměnná, který se v poslední době využívá stále častěji. Na Obrázek 1 níže je znázorněno přehledné schéma, jak se proměnné dále člení. (Hindls, 2006).

**OBRÁZEK 1 – ČLENĚNÍ STATISTICKÉ PROMĚNNÉ**



*Zdroj: (Hindls, 2006), vlastní zpracování*

Při popisu jednotlivých částí výše uvedeného schématu na Obrázek 1 jsou pro tuto práci důležité především kvantitativní proměnné, což jsou proměnné, jejichž hodnota lze vyjádřit číselně, zde lze jmenovat například spotřebu vozidel či náklady na opravu. Naopak kvalitativní proměnné jsou takové proměnné, jejichž hodnota lze vyjádřit slovně, jedná například o místo pobytu či barvu objektu. V případě, že kvalitativní proměnná nabývá pouze dvou hodnot, jedná se o proměnnou alternativní (např. pohlaví), pokud nabývá více hodnot, jedná se o proměnnou množnou (např. dosažené vzdělání). Naopak kvantitativní proměnné mohou být buď měřitelné, jinak také metrické, kdy lze jejich hodnoty porovnávat např. poměrově či rozdílově, případně pořadové, jinak také ordinální, jejichž porovnání se

provádí pořadím těchto jednotek. Měřitelné proměnné se ještě dále dělí na tzv. nespojitě (diskrétní), které nabývají konečného množství hodnot (např. počet obyvatel) a spojité, které nabývají nekonečného množství hodnot (např. doba čekání ve frontě). (Hindls, 2006).

### 2. 2. 2 Základní charakteristické statistiky

Pro vypracování této práce bylo potřebné využít některých nástrojů charakteristické statistiky. Mezi tyto nástroje patří zejména charakteristiky polohy, charakteristiky variability a kvantilové charakteristiky. Tyto nástroje se užívají za účelem zvýšení přehlednosti získaných dat tak, aby je bylo možno dále snadněji zpracovávat a interpretovat. Získání těchto přehlednějších ukazatelů s určitou přesností pak vede k charakterizování základních rysů zkoumaného souboru. (Hebák, 2013).

#### Charakteristiky polohy

Jedná se o množinu nástrojů základní charakteristické statistiky, která určitým způsobem představuje hodnotu, okolo níž se soustřeďují hodnoty statistického souboru. Mezi tyto charakteristiky patří především prostý aritmetický průměr a vážený průměr. Jedná se o nejpoužívanější nástroje charakterizující polohu, nicméně v některých případech nejsou tyto charakteristiky vhodné a výhodnější je poté použít jiné charakteristiky polohy, mezi něž patří například modus či median. Jde zejména o statistické soubory, u nichž je relativně vysoká variabilita či se v nich vyskytují hodnoty, které by mohly prostý aritmetický průměr zatížit vysokou chybovostí. (Kába, 2012).

**Prostý aritmetický průměr  $\bar{x}$**  je dle Káby (2012) jednoznačně jednou z nejdůležitější a zároveň nejpočetnější charakteristikou polohy. U získaných hodnot  $x_1, x_2, \dots, x_n$  je pak prostý aritmetický průměr dán vztahem (1):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

**Vážený průměr  $\bar{x}$**  je dle Káby (2012) obdobou prostého aritmetického průměru, kdy k získání této charakteristiky je třeba využít již seřazená data, která jsou vyjádřena svou četností, která je pak při výpočtu váženého průměru, dá se říci, váhou. Vážený průměr lze získat na základě vztahu (2):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i n_i}{n} \quad (2)$$

**Modus**  $\hat{x}$  je hodnota znaku, která se ve statistickém souboru vyskytuje nejčastěji, tzn. má nejvyšší četnost. Tato charakteristika ignoruje extrémní hodnoty statistického znaku a od ostatních zde uvedených charakteristik polohy se liší tím, že tuto nejtýpčtější hodnotu lze získávat i u nekvantifikovatelných dat. (Káby, 2012).

**Medián**  $\tilde{x}$  je dle Káby (2012) definován jako prostřední hodnota při vzestupném seřazení řady dat pozorování. Medián má oproti aritmetickému průměru hlavní výhodu v tom, že stejně jako modus ignoruje extrémní hodnoty, které výsledek mohou značně zkreslovat. Při získávání mediánu mohou nastat dva případy, tím jednodušším je případ, kdy je rozsah statistického souboru  $n$  lichý. Pak je mediánem hodnota, která se nachází na pozici podle vztahu (3). V případě, že je rozsah souboru  $n$  sudý, medián je roven prostému aritmetickému průměru dvou prostředních hodnot, tedy dle vztahu (4):

$$\tilde{x} = x_{\frac{n+1}{2}} \quad (3)$$

$$\tilde{x} = \frac{\frac{x_n + x_{n+1}}{2}}{2} \quad (4)$$

### Charakteristiky variability

Dle Marka (2007) se jedná o hodnoty, které sledují proměnlivost kvantitativního statistického znaku. V případě nízké variability lze předpokládat, že okolní vlivy, které tuto variabilitu znaku způsobují, nejsou příliš významné. V případě vysoké variability však vlivy způsobující tuto variabilitu je nutné pokládat za významné. Často se charakteristiky variability rozdělují na absolutní a relativní, přičemž se častěji využívají ty absolutní, které sledují absolutní rozdíly hodnot znaků od střední hodnoty či vzájemně od sebe. V případě relativní variability se pak tyto charakteristiky získávají díky absolutní míry v poměru ke střední hodnotě statistického znaku. Níže jsou popsány pouze nejdůležitější a nejvyužívanější charakteristiky variability statistického souboru.

**Variační rozpětí**  $R$  je dle Káby (2012) nejjednodušším absolutním vyjádřením variability souboru. Je dáno rozdílem maximální a minimální hodnoty sledovaného statistického znaku  $R$ , určuje se tedy dle vzorce (5). Jedná se spíše o orientační charakteristiku statistického souboru, která zohledňuje pouze extrémní hodnoty souboru a je tedy velmi nepřesná.

$$R = R_{max} - R_{min} \quad (5)$$

**Rozptyl**  $s^2$  je dle Marka (2007) základní mírou variability. Pro rozptyl existují dvě formy a sice prostá a vážená v závislosti na tom, zda jsou při výpočtu využity četnosti či nikoliv, častěji je určována prostá forma rozptylu, která je dána vztahem (6).

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} \quad (6)$$

**Směrodatná odchylka**  $s$  je kladnou hodnotou druhé odmocniny rozptylu. Oproti rozptylu má stejnou jednotku, jako statistický znak, který je podroben zkoumání, vzorec pro jeho výpočet je tedy ve tvaru (7).

$$s = \sqrt{s^2} \quad (7)$$

### 2. 2. 2 Testování statistických hypotéz

Jako test statistické hypotézy je dle Neubauera (2012) označován postup, během kterého probíhá na základě náhodného výběru rozhodování buď o platnosti testované, tzv. nulové, hypotézy  $H_0$ , případně hypotézy alternativní  $H_1$ . Toto rozhodnutí se činí na základě statistiky pomocí výpočtu testového kritéria, které je pro testování různých hypotéz odlišné. Samotnou množinu hodnot, kterou může toto testové kritérium nabývat, rozdělujeme na 2 podprostory, a sice na tzv. obor přijetí, který splňuje kritérium pro nulovou hypotézu a na kritický obor, který naopak toto kritérium nesplňuje. V tomto případě nulovou hypotézu zamítáme.

Při testování hypotéz se postupuje v několika krocích. Nejdříve je třeba stanovit nulovou a alternativní hypotézu. Dále je zvolena hladina významnosti  $\alpha$ , přičemž nejčastěji se volí hodnoty 0,05 a 0,01. Čím je tato hodnota nižší, tím je test přísnější. Jedná se o pravděpodobnost, s jakou zamítneme  $H_0$ , ačkoliv by tato nulová hypotéza zamítnuta být neměla, toto chybné rozhodnutí je označováno jako chyba I. druhu. Může však také nastat případ, kdy  $H_0$  nezamítneme, ačkoliv zamítnuta být měla, pak se dopoušíme chyby II. druhu, která je též označována jako síla testu. Tabulka 1 přehledně zobrazuje to, k jakým případům může při testování hypotéz dojít. Po stanovení hladiny významnosti je třeba zvolit samotné testové kritérium a k němu příslušný kritický obor  $K$ , čímž jsou hodnoty testového kritéria, při jejichž nabytí dochází k zamítnutí nulové hypotézy. Dále se určí hodnota testového kritéria a v případě, že nespadá do kritického oboru  $K$ , tak se nulová hypotéza

nezamítá, pokud však do kritického oboru tato hodnota testového kritéria spadá, pak se nulová hypotéza zamítá. (Marek, 2007).

**TABULKA 1 – CHYBNÁ ROZHODNUTÍ PŘI TESTOVÁNÍ HYPOTÉZ**

Rozhodnutí	$H_0$ zamítáme	$H_0$ nezamítáme
<b>Skutečnost</b>		
<b><math>H_0</math> platí</b>	Chyba I. druhu ( $\alpha$ )	Správně ( $1-\alpha$ )
<b><math>H_0</math> neplatí</b>	Správně ( $1-\beta$ )	Chyba I. druhu ( $\beta$ )

*Zdroj: (VFU Brno, 2014), vlastní zpracování*

Při zpracování této práce bylo nutné nejprve ověřit normalitu dat, tzn. zjistit, zda data pocházejí či nepocházejí z normálního rozdělení. Při rozhodování o tom, zda bude hypotéza podrobena parametrickému či neparametrickému testu rozhoduje z velké části právě normalita dat. V případě, že se nejedná o data z normálního rozdělení, je třeba provést testování hypotéz pomocí některého z neparametrických testů. Při ověřování normality dat je stanovena nulová hypotéza, která říká, že výběrový soubor pochází z normálního rozdělení. Alternativní hypotéza pak říká, že výběrový soubor z normálního rozdělení nepochází. Mezi testy pro ověření normality výběrového souboru patří zejména Kolmogorov-Smirnovův test použitý v této práci a dále Shapiro-Wilksův test (Neubauer, 2012).

Parametrické testy jsou testy, které se zabývají parametry rozdělení, ať už jde o jeden či více těchto parametrů. Množina těchto testů je založena na předpokladu, že data pochází z normálního rozdělení a dá se tedy ještě dále rozdělit na testy hypotéz o parametrech jednoho, dvou či více rozdělení. (Hebák, 2013).

V této práci byly hypotézy podrobeny párovému t-testu. Jedná se o test, který je typický pro závislé výběrové soubory. Typicky se může právě jednat například o sledování průměrné spotřeby konkrétního vozidla při provozu na naftu a na bionaftu. Pro provedení hypotézy jsou pak určeny konkrétní páry hodnot  $x_i$  a  $y_i$ , kde  $i = 1, \dots, n$  a označuje velikost výběrového souboru. V případě, že oba výběry, tedy  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  a  $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ , mají stejné střední hodnoty  $\mu_1$  a  $\mu_2$ , lze párový t-test převést na jednovýběrový t-test. (Kába, 2012).



### 3 Teoretická východiska

Obsahem této části jsou jak informace o současném stavu silniční nákladní dopravy v ČR a jeho vývoje, tak ale také legislativa a politika podpory v oblasti biopaliv, přičemž tyto oblasti se dynamicky stále vyvíjí. Další část tvoří popis konkrétních biopaliv s důrazem kladeným především na bionaftu, která je předmětem srovnání s provozem na běžnou motorovou naftu. V neposlední řadě tato část obsahuje aktuální český trh s biopalivy.

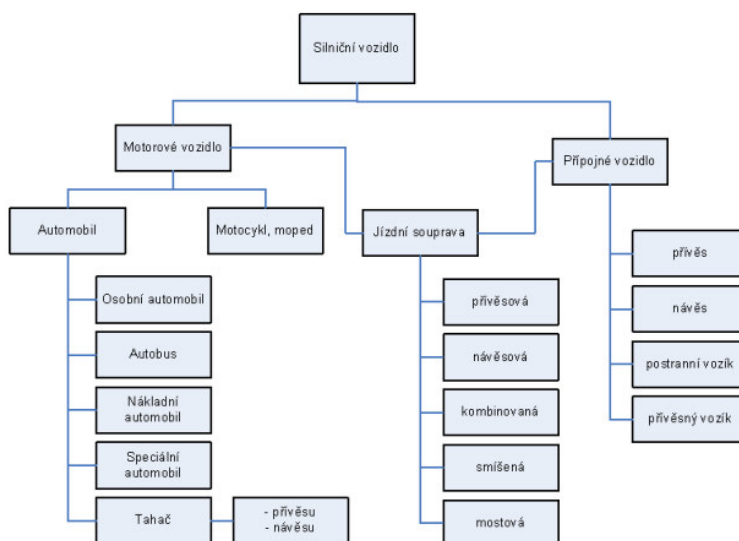
#### 3.1 Silniční nákladní doprava v České republice

Nákladní automobily jsou obecně značeny jako motorová vozidla kategorie N, která mají minimálně 4 kola. Dle zákona č. 56/2001 Sb. O provozu na pozemních komunikacích a Vyhlášky č. 341/2014 Sb. a zároveň Evropské směrnice č. 2007/46/ES, se tyto automobily dále dělí na:

- N1 (vozidla, jejichž hmotnost nepřesahuje 3 500 kg),
- N2 (vozidla, jejichž hmotnost je vyšší než 3 500 kg, ale nepřesahuje 12 000 kg),
- N3 (vozidla, jejichž hmotnost převyšuje 12 000 kg).

Obsahem této práce jsou pak vozidla poslední zmíněné kategorie, tedy N3, konkrétně se pak jedná o silniční tahače. Dělení vozidel je dále zpracováno normou ČSN 30 0024 tak, jak je znázorněno na Obrázek 2 níže.

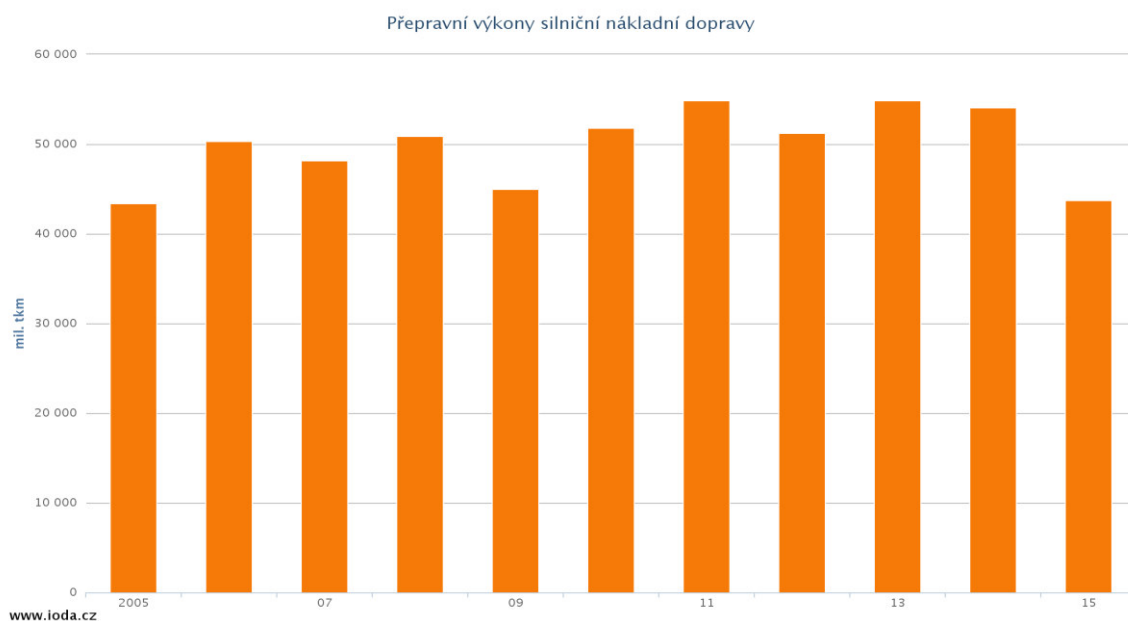
**OBRÁZEK 2 – DĚLENÍ VOZIDEL DLE NORMY ČSN 30 0024**



*Zdroj: (VŠB, 2009)*

Mezi velmi významný ukazatel, který vypovídá o trendu vývoje v silniční nákladní dopravě, patří jednoznačně přepravní výkon českých dopravců. Ten podle Graf 1 poměrně výrazně v roce 2015 oproti letům 2013 a 2014 poklesl na 43 802 milionů tkm.

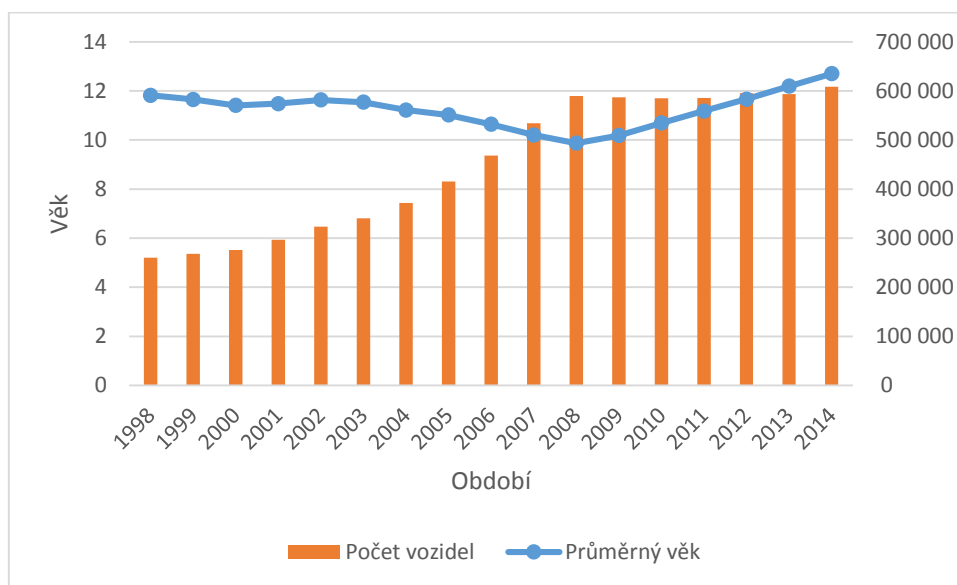
**GRAF 1 – PŘEPRAVNÍ VÝKONY SILNIČNÍ NÁKLADNÍ DOPRAVY**



*Zdroj: (IODA, 2016)*

Dalším zajímavým ukazatelem v silniční nákladní dopravě je počet nákladních automobilů kategorií N1, N2 a N3 registrovaných v ČR a jejich průměrné staří. Tato data jsou zjevná z Graf 2, ze kterého lze snadno vyčíst, že průměrné stáří automobilů kategorie N3 kolísá stále okolo 13 let, přičemž celkový počet těchto vozidel má rostoucí trend, kdy ke konci roku 2014 dosahoval téměř 50 000.

**GRAF 2 – POČET NÁKLADNÍCH VOZIDEL A JEJICH PRŮMĚRNÉ STÁŘÍ**



*Zdroj: (ČSÚ, 2015; IODA, 2016), vlastní zpracování*

### 3.2 Biopaliva a alternativní paliva

Aby bylo možné definovat biopaliva, je třeba nejprve upřesnit primární surovinu, ze které se jednotlivé typy biopaliv získávají, tou je biomasa. Biomasa je charakterizována jako organická hmota ať už živočišného či rostlinného původu, která je biologicky rozložitelná a dále může být využívána ať už pro spalování či jiné zpracování vedoucí k získání nějakého druhu energie. (Jakubes, 2016).

Biopaliva jsou dle Jakubese (2016), velmi obecně a zjednodušeně řečeno, paliva, která jsou přímo či nepřímo vyrobená právě z biomasy. Tento fakt dále rozhoduje o tom, zda se o biopalivo jedná či nikoliv, jako je tomu například u vodíku, který může být za jistých okolností jak biopalivem, tak i palivem alternativním. Zde je velmi důležité podotknout, že existuje hned několik typů biopaliv, jejichž základní dělení dle skupenství je zobrazeno ve schématu na Obrázek 3.

Hlavní myšlenkou, která vedla vůbec k tomu, že se v poslední době začalo o biopalivech znovu uvažovat jakožto o palivu, které by mohlo alespoň částečně nahradit fosilní paliva, bylo právě snižování závislosti na neobnovitelných zdrojích energie (Bart, 2010). Podpora snižování této závislosti byla realizována především prostřednictvím fiskální

politiky jednotlivých států, konkrétně se často jednalo o zvýhodňování spotřební daně u biopaliv ve srovnání s „čistou“ naftou či benzinem. Dalším aspektem bylo zároveň zavedení a úprava povinnosti přimíchávání biosložky, která vycházela přímo z nařízení EU.

**OBRÁZEK 3 – ZÁKLADNÍ DĚLENÍ BIOPALIV**

Tuhá	Kapalná	Plynná
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Palivové dřevo</li> <li>• Sláma</li> <li>• Odpadní dřevo</li> <li>• Biomasa z energetických plodin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bioethanol</li> <li>• Biomethanol</li> <li>• Buthanol</li> <li>• Transesterifikované oleje a tuky (bionafta)</li> <li>• Rostlinný olej</li> <li>• Motorová biopaliva (F-T syntéza)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bioplyn</li> <li>• Vodík</li> <li>• Dřevoplyn</li> </ul>

*Zdroj: (Jakubes, 2016; Bart, 2010), vlastní zpracování*

Kategorie tuhých a plyných biopaliv v další části práce již není popisována, protože není předmětem bakalářské práce, prostor je naopak věnován kapalným biopalivům, zejména pak bionaftě vyrobené transesterifikací rostlinných olejů. Spotřebu kapalných biopaliv v oblasti dopravy v ČR představují zejména dvě základní biopaliva, jedná se o bioethanol a transesterifikované rostlinné oleje, jejichž objem je v Tabulka 2. Ostatní položky mají spíše marginální charakter. Vysoká spotřeba těchto kapalných biopaliv je způsobená zejména povinností jejich přimíchávání do motorové nafty a do benzínu, přičemž legislativa, která tuto povinnost udává, je popsána v další části práce. Jednotlivé položky tabulky jsou popsány níže. Na Graf 3 je dále znázorněna bilance PHM a biopaliv v jednotlivých letech uvedených do volného daňového oběhu určených pro dopravní účely.

**TABULKA 2 – BILANCE PHM A BIOPALIV UVOLNĚNÝCH DO VOLNÉHO DAŇOVÉHO OBĚHU  
URČENÝCH PRO DOPRAVNÍ ÚČELY**

Produkt	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Benzín</b>	2 348 254 730	2 261 076 493	2 096 999 997	1 967 484 360	1 941 396 403
<b>Nafta</b>	4 375 099 005	4 431 380 079	4 338 623 918	4 375 484 118	4 563 679 900
<b>Směsné PHM</b>	124 132 904	183 203 543	159 635 125	159 295 969	180 042 051
<b>FAME pro pohon motorů</b>	28 198 623	35 507 244	63 137 671	71 159 455	120 094 429
<b>Líh pro přimíchávání</b>	85 671 363	90 581 984	82 672 312	76 858 083	85 489 767
<b>ETBE pro přimíchávání</b>	20 468 756	8 811 684	10 920 067	9 150 013	11 504 786
<b>FAME pro přimíchávání</b>	211 909 550	235 534 167	209 038 494	186 088 845	162 255 592
<b>Syntetická biopaliva pro přimíchávání</b>	0	255 845	1 328 927	1 601 547	1 636 370

*Zdroj: (Celní správa ČR), vlastní zpracování*

V Tabulka 2 je řada produktů, které všeobecně nejsou příliš známé, proto jsou zde detailněji popsány:

**Benzín** je směsí těkavých, hořlavých a kapalných uhlovodíků získaných z ropy, přičemž tyto jsou používány jako palivo pro spalovací motory. Benzín má některá další využití, jako je například rozpouštědlo olejů a tuků. (Encyclopedia Britannica, 2016). V Tabulka 2 je množství litrů uvolněných do volného daňového oběhu určených pouze pro dopravní účely bez příměsí.

**Nafta**, přesněji motorová nafta, je směsí kapalných uhlovodíků, která vzniká tak, že je provedena destilace a rafinace surové ropy za teploty mezi 150 až 370°C (Blažek, 2006). Je důležité zároveň poznamenat, že kvůli problému tuhnutí nafty za nižších teplot existuje více druhů nafty v závislosti na období, respektive na venkovní teplotě. (Oenergetice.cz, 2015). V případě Tabulka 2 se, stejně jako v případě benzínu, jedná o čistou motorovou naftu bez jakýchkoliv příměsí.

**Směsné pohonné hmoty** v Tabulka 2 jsou představovány z více jak 90% objemem směsné motorové nafty, tzv. B30, někdy také označované jako SMN 30. Z méně než 10% se pak jedná především o motorové benzíny s nízkým přídatkem biopaliva (Pokorný, 1998). V případě směsné motorové nafty se jedná o směs motorové nafty a biosložky, která musí být v palivu obsažena alespoň z 30%, obecně může být biosložkou jakákoliv transesterifikovaná

mastná kyselina z rostlinného oleje či živočišného tuku, v českých podmínkách však výrazně dominuje MEŘO (methylester řepkového oleje).

**FAME pro pohon motorů** vychází z anglického Fatty Acid Methyl Esters, což jsou methylestery mastných kyselin. Tento obecnější pojem lze však aproximovat na bionaftu označovanou jako B100, která je v rámci ČR vyráběna transesterifikací řepkového oleje nízkomolekulárním alkoholem (methanol, ethanol) za homogenní katalýzy. V řadě států je řepka nahrazena například sójovým, slunečnicovým či palmovým olejem. (Skopal, 2015). Vzhledem k tomu, že právě toto palivo je předmětem zkoumání v praktické části, jsou v Tabulka 3 níže uvedeny některé základní kvalitativní parametry pro palivo MEŘO a pro motorovou naftu. Rozdíl těchto parametrů by pak z fyzikálního hlediska měl vést například i ke zvýšení spotřeby vozidel, což je ověřováno na základě statistického šetření v praktické části prostřednictvím testování konkrétní hypotézy.

**TABULKA 3 – POROVNÁNÍ UKAZATELŮ MOTOROVÉ NAFTY A MEŘO**

Ukazatel	Jednotka	Motorová nafta		MEŘO	
		Min	Max	Min	Max
Hustota při 15°C	kg/m <sup>3</sup>	820	845	860	900
Bod vzplanutí	°C	55	-	120	-
Obsah vody	mg/kg	-	200	-	500
Obsah síry	mg/kg	-	10	-	10
Cetanové číslo	-	51	-	51	-
Viskozita při 40°C	mm <sup>2</sup> /s	2	4,5	3,5	5
Standardní emise skleníkových plynů	gCO <sub>2eq</sub> /MJ	-	83,8	-	52
Energetický obsah - výhřevnost	MJ/kg	43	-	37	-

*Zdroj: (ČEPRO, 2015), (Úřední věstník Evropské unie, 2013), (Yüksek, 2009), vlastní zpracování*

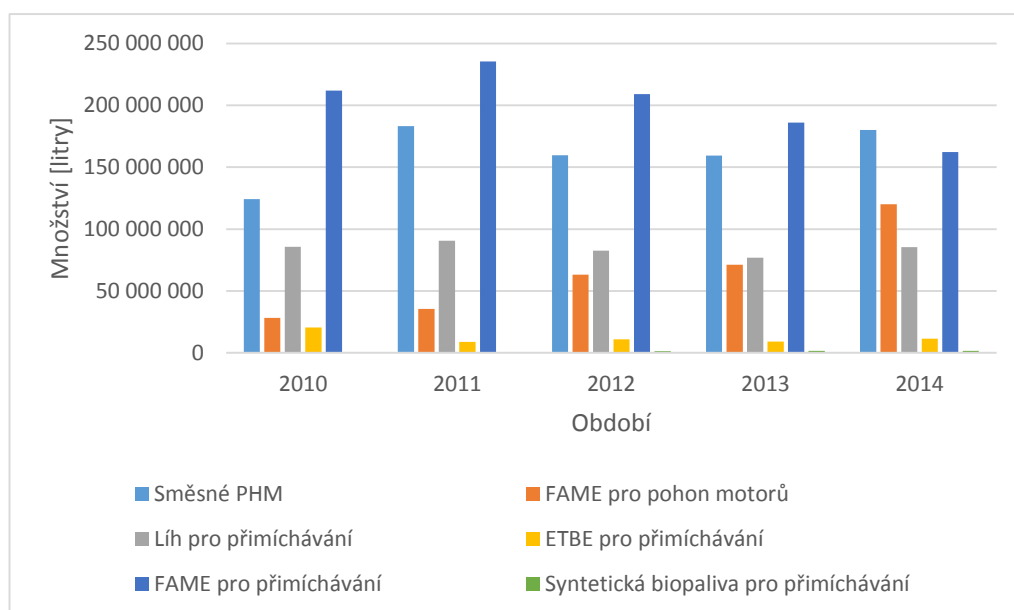
**Lih pro přimíchávání** je lih, který je obsažen buď v motorovém benzínu s nízkým obsahem biosložky, kdy musí být splněna podmínka minimální přimíchané biosložky, případně se jedná o lih, který je obsažen v benzínu s vysokým obsahem biosložky, typicky se jedná o palivo E85, často označováno jako biolih. Lih se může získávat z řady plodin obsahujících cukry, zde jde například o brambory, kukuřici či cukrovou třtinu. Jedná se o směs, která je tvořena z 85% ethanolem a 15% benzínem Natural 95. V průběhu roku se tento poměr může měnit v závislosti na venkovní teplotě, objem lihu však nesmí klesnout pod 70%. (U.S. Department of Energy, 2013).

**ETBE pro přimíchávání**, neboli Ethyl-terc. butyl éter je náhradou za MTBE (Methyl-terc. butyl éter), který se přimíchává do motorového benzínu za účelem zvýšení podílu biosložky. ETBE se vyrábí z ethanolu a izobutenu. Přičemž ethanol se vyrábí stejně, jak byl popsán ve výrobě líhu pro přimíchávání výše. Přimíchání ETBE nepředstavuje takový problém pro kvalitu benzínu, jako při míchání čistého ethanolu, což je způsobeno zejména vysokým oktanovým číslem a nízkou tenzí par. (Petroleum.cz, 2015).

**FAME pro přimíchávání** jsou methylestery mastných kyselin, které se přidávají buď do motorové nafty s nízkým podílem biosložky, což vede ke splnění minimální podmínky o množství přimíchané biosložky, případně jde o FAME, které se přimíchává do směsné motorové nafty, která je popsána výše.

**Syntetická biopaliva pro přimíchávání** je obecně palivo nejčastěji kapalné, někdy také plynné, které se získává ze syntézního plynu a směsi oxidu uhelnatého a vodíku, přičemž syntézní plyn je získáván pomocí zplyňování biomasy. Nejznámější a nejvyužívanější metodou pro získání takového syntetického biopaliva je Fischer - Tropschova syntéza. Jak již data v Tabulka 2 napovídají, jedná se o typ biopaliva, který stále ještě není příliš populární, respektive náklady na jeho výrobu jsou zatím stále relativně vysoké v porovnání s výrobou jiných biopaliv. (U.S. Department of Energy, 2015).

**GRAF 3 – BILANCE PHM A BIOPALIV UVEDENÝCH DO VOLNÉHO DAŇOVÉHO OBĚHU PRO DOPRAVNÍ ÚČELY**



*Zdroj: (Celní správa ČR), vlastní zpracování*

Z Graf 3 lze sledovat určité trendy v oblasti pohonných hmot v ČR. Jedním ze základních faktů je, že v jednotlivých letech stále rostlo množství FAME určené pro pohon motorů, což bylo způsobeno několika faktory, které budou popsány v dalších kapitolách. Dále lze sledovat zvyšující se podíl syntetických biopaliv, který je způsoben nejspíš zlepšujícími se technologiemi či směřováním EU a tím i ČR k biopalivům tzv. 2. generace. Od roku 2011 docházelo k postupnému snižování objemu FAME pro přimíchávání, které bylo z mého pohledu způsobeno tím, že řada distributorů PHM plnila minimální podíl biosložky v naftě tak, že poskytovala FAME pro pohon motorů. Tato možnost však končí novelou zákona č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší, která je platná od 1. ledna 2016 (Bejčková, 2016). Dá se proto předpokládat, že od roku 2016 by měl podíl FAME pro přimíchávání výrazně růst.

Další možností, jak snižovat závislost na ropě v oblasti dopravy, jsou ostatní alternativní paliva. Ta jsou definována ve Směrnici Evropského parlamentu a Rady 2014/94/EU jako paliva či zdroje energie alespoň částečně sloužící k nahrazení zdrojů fosilní ropy při dodávání energie v oblasti dopravy. Ty by zároveň měly přispívat nejen k dekarbonizaci, ale zároveň ke zvýšení environmentální výkonnosti odvětví dopravy. Mezi tato alternativní paliva patří mimo jiné:

- elektřina
- vodík
- biopaliva (dle směrnice 2009/28/ES)
- syntetická a parafinická paliva
- zkapalněný ropný plyn (LPG)
- zemní plyn včetně biomethanu ve své zplyněné i zkapalněné formě, tedy stlačený zemní plyn (CNG) a zkapalněný zemní plyn (LNG).

Velmi důležitým dokumentem v oblasti alternativních paliv v dopravě je pak aktuální schválený Národní akční plán čisté mobility (NAP CM), který byl vládou schválen v listopadu roku 2015. Tento materiál byl vypracován na základě již výše zmíněné směrnice 2014/94/EU. Jeho hlavním tématem je pak výstavba infrastruktury dobíjecích stanic pro elektromobily a plnicích stanic pro LNG a CNG na období 2020 – 2030. Dokument totiž necílí na alternativní paliva, která již fungují na komerční bázi. (Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, 2015).



### 3.3 Legislativa v oblasti biopaliv

Legislativa a s ní úzce spjatá politika podpory biopaliv jsou právě témata, která se zejména v posledních několika málo letech velmi dynamicky v čase vyvíjejí. Legislativa v oblasti biopaliv je vypracovávána a navrhována, co se subjektů týče, zejména nařízeními a politikou Evropské unie, návrhy Ministerstva zemědělství ČR, Ministerstva průmyslu a obchodu ČR, Ministerstva životního prostředí ČR a Ministerstva financí. Vzhledem k povaze jednotlivých nařízení, předpisů a zákonů je vhodné tuto kapitolu rozdělit na dvě podkapitoly, přičemž jednou z nich je legislativa v rámci ČR a druhou kategorií je legislativa vycházející z Evropské unie. Každý legislativní prvek je vždy rozepsán, co je jeho základním obsahem, jaký má vliv na podíl biopaliv na trhu a základní informace o jeho schvalování a data, kdy nabývá účinnosti. Je nutné podotknout, že základní legislativa, která je zde popsána, se často dále odvolává na jiné zákony, nicméně takových zákonů je tolik, že nemá smysl se jimi více zabývat, navíc to není ani předmětem této práce. Nutno zároveň podotknout, že níže zmíněná legislativa přímo ovlivňuje politiku podpory biopaliv.

#### 3.3.1 Legislativa v rámci ČR

Pro oblast biopaliv v ČR jsou zcela zásadní 4 základní dokumenty, které však musí být koncipovány tak, aby splňovaly kritéria, která si pro oblast biopaliv stanovila Evropská unie, a nebyly s nimi v rozporu. Jedná se o následující dokumenty:

- Víceletý program podpory dalšího uplatnění udržitelných biopaliv v dopravě na období 2015 – 2020,
- zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů
- nařízení vlády č. 351/2012 Sb., o kritériích udržitelnosti biopaliv,
- zákon č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních, ve znění pozdějších předpisů. (Evropská komise, 2015).

**Víceletý program podpory dalšího uplatnění udržitelných biopaliv v dopravě na období 2015 – 2020** je dokument, jehož vypracování má v gesci Ministerstvo zemědělství ČR. Jedná se o dokument, který historicky navazuje na Víceletý program podpory dalšího uplatnění udržitelných biopaliv v dopravě na období 2009 – 2015, který byl schválen v roce 2008 na období 6 let, přičemž jeho platnost začínala 1. července 2019 a končila k 30. červnu

2015. Hlavním cílem tohoto dokumentu je nahrazení alespoň 10% spotřebované energie v dopravě energií z obnovitelných zdrojů, kdy se jedná o právě biopaliva, případně elektrickou energii. Dalším neméně důležitým cílem je pak postupné snižování emisí skleníkových plynů na jednotku energie obsaženou v PHM v jejím celém životním cyklu dle evropských směrnic RED a FGD. Snižování emisí skleníkových plynů je nastaveno tak, že do konce roku 2014 by mělo dojít ke snížení o 2%, do konce roku 2017 o 4% a do konce roku 2020 o 6% ve srovnání se základní hodnotou emisí skleníkových plynů u fosilních paliv. Návrh tohoto dokumentu vypracoval Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. a ten byl podstoupen ke schválení Evropskou komisí. Jeho původní návrh však u Evropské komise neprošel z toho důvodu, že podpora biopaliv by byla překompenzovaná. Proto byla ČR nucena původní návrh přepracovat a znovu dát k posouzení Evropské komisí. Nastal zde však problém s tím, že ČR poskytovala neschválenou podporu od 1. července 2015 do 31. prosince 2015 a z toho důvodu se zavázala k tomu, že nedovolenou podporu nahradí sníženou podporou v období od 1. ledna 2016 do 30. června 2017. V praxi to tedy znamená úpravu sazby spotřební daně u jednotlivých typů biopaliv, jež bude podrobněji popsáno v kapitole 3. 4. Tento dokument tedy v podstatě zjednodušeně řečeno slouží k tomu, aby se evropská legislativa projevila v legislativě národní. Obsah schváleného programu se tedy projevuje zejména v zákoně č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v zákoně č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních a v nařízení vlády č. 351/2012 Sb., o kritériích udržitelnosti biopaliv. Na závěr je třeba ještě podotknout, že navržený program prochází nejprve schválením Vládou ČR a následně je třeba, aby ho schválila ještě právě Evropská komise. Tento víceletý program byl komisí schválen v srpnu roku 2015. (Evropská komise, 2015).

**Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší** je jedním ze stěžejních zákonů, který má vliv na využívání biopaliv v dopravě v rámci ČR, zejména pak na podíl biosložky ve fosilním palivu a na výši sankcí při nedodržení podmínek stanovených tímto zákonem. Jedná se o zákon, který vešel v platnost 13. června 2012, přičemž účinnost nabyl 1. září 2012. Stěžejními pro oblast biopaliv jsou pak §19, §20 a §21. Tento zákon prošel celkem třemi novelizacemi, přičemž klíčovou roli pro oblast biopaliv hraje poslední novela, což je předpis č. 382/2015, který ve své třetí části mění zákon č.201/2012 a vešel v účinnost od 1. ledna 2016. V § 19 odst. 1 písm. a) se pojednává o minimálním množství biosložky v motorovém benzínu, které je stanoveno na 4,1% objemových, v § 19 odst. 1 písm. b) se pak pojednává o minimálním množství biosložky v motorové naftě, které je stanoveno na 6% objemových.

Důležitý je fakt, že výše zmíněná novela zákona (předpis č. 382/2015) úplně vypustila §19 odst. 2, který umožňoval plnění povinností dodavatelům PHM dosáhnout i uváděním čistého biopaliva nebo směsného paliva, kdy toho využívali dodavatelé PHM tak, že mohli dodávat i motorovou naftu bez příměsi biosložky, o kterou byl mezi většinou spotřebitelů větší zájem než o naftu s biosložkou. Toto nařízení v podstatě ukončuje možnost prodeje motorové nafty bez příměsi biosložky. Předmětem § 19 odst. 9 je sankce, která plyne z nedodržení podmínek pro minimální podíl biosložky. Množství chybějícího množství biosložky se dále násobí cenou 40 Kč/l. Výše zmíněný předpis č. 382/2015 přidal dodavatelům PHM dle § 19b odst. 1 třikrát ročně prokázat splnění povinnosti dodávaného minimálního množství biopaliv dle § 19 odst. 1 písmen a), b), c). Dalším neméně důležitým obsahem tohoto zákona pro využití biopaliv v ČR je § 20 odst. 1, který uvaluje na dodavatele PHM postupně poskytovat PHM tak, aby byly snižovány emise skleníkových plynů z těchto PHM. Přičemž, jak již bylo zmíněno ve výše uvedeném víceletém programu, musí dojít ke snížení emisí o 2% do konce roku 2014, o 4% do konce roku 2017 a o 6% do konce roku 2020 oproti emisím z fosilních paliv. Zákon zatím neurčuje sankce za nedodržení této podmínky. Nicméně se jedná o nástroj, který by nejspíš měl vést k dalšímu zvýšení minimálního podílu biosložky v PHM. Poslední, velmi významnou pasáží, která se v rámci tohoto zákona týká biopaliv, je § 21 zabývající se udržitelností biopaliv.

**Nařízení vlády č. 351/2012 Sb., o kritériích udržitelnosti biopaliv** je dokumentem, který zapracovává předpisy Evropské unie do české legislativy a stanovuje kritéria, za kterých jsou biopaliva udržitelná. Obsahuje také velmi důležitou tabulku, která vykazuje tzv. Standardní hodnoty úspor emisí skleníkových plynů, což je procentuální vyjádření, kolik se uspoří emisí během úplného životního cyklu PHM. Zajímavým je zde mimo jiné § 2 odst. 3 písm. a), b), c), která pojednávají o tom, jaká musí tato hodnota úspor emisí být v daném období, aby splňovala kritéria udržitelnosti. Do 31. prosince 2016 musí tato úspora činit 35 % (MEŘO má úsporu 38%), od 1. ledna 2017 musí činit 50%, od 1. ledna 2018 pak dokonce 60%. Z tohoto faktu plyne, že nejvyužívanější biopalivo v ČR, tedy MEŘO, už nebude považováno od začátku roku 2017 dle stávající právní úpravy považováno za biopalivo splňující kritéria udržitelnosti a bude tedy nutno vyrábět bionaftu jiným způsobem než doposud. Dle § 4 tohoto zákona je základní hodnota produkce skleníkových plynů pro fosilní PHM 83,8 g CO<sub>2ekv</sub>/MJ. Nutno ještě podotknout, že emise jednotlivých skleníkových plynů

se přepočítávají dle určitých koeficientů na ekvivalentní hodnotu CO<sub>2</sub>. Toto nařízení vešlo v platnost dne 22. října 2012, v účinnosti pak bylo od 1. listopadu 2012.

**Zákon č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních** je zákonem, který je v platnosti již od 24. října 2003, přičemž účinnosti nabyl 1. ledna 2004. Od té doby prošel celou řadou novelizací, přičemž řada z nich se týkala i výše podpory, respektive míry zdanění biopaliv. Výše podpory a její vývoj u jednotlivých biopaliv bude předmětem kapitoly 3. 4. Poslední novelizací prošel zákon v roce 2015 na základě předpisu č. 382/2015 Sb., stejně jako zákon o ochraně ovzduší. Jak bylo zmíněno již výše, tento předpis je v účinnosti od 1. ledna 2016. Předmětem tohoto zákona, co se biopaliv týče, je stanovení spotřební daně biopaliv, případně seznam biopaliv od spotřební daně osvobozených. Vzhledem k rozsáhlosti dokumentu je členěn tento zákon na několik částí, přičemž biopalivům a obecně spotřebním daním z minerálních olejů je věnována třetí část, hlava I. Nejzásadnějšími pro účely této práce jsou pak § 45, který definuje jednotlivé minerální oleje, které jsou předmětem daně z minerálních olejů, dále § 48, který obsahuje jednotlivé sazby spotřební daně, § 49 obsahující produkty osvobozené od spotřební daně, kam spadají z oblasti biopaliv zejména produkty označené jako testované pohonné hmoty, případně biopaliva II. generace, v podstatě tedy biopaliva, na jejichž výrobu nebyly využity potravinářské části biomasy. Další velmi podstatnou pasáží zákona jsou pak § 54 odst. 3 a odst. 4, které upravují nárok plátců na vrácení části spotřební daně dnem jejich uvedení do volného daňového oběhu. Přičemž u produktu E85 je tato vratka ve výši 10 230 Kč/1000 litrů kvasného lihu, v případě směsné nafty B30 pak ve výši 3285 Kč/1000 litrů směsi.

### **3. 3. 1 Legislativa v rámci EU**

Velmi podstatnou roli v oblasti podpory biopaliv samozřejmě hraje evropská legislativa, na základě které je zpracovávána i legislativa národní. V současné chvíli existují dvě stěžejní evropské směrnice, které mají nezanedbatelný vliv na podporu biopaliv v rámci jednotlivých členských států. Těmito směrnicemi jsou následující:

- Směrnice 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů,
- Směrnice 2009/30/ES o specifikaci benzínu, motorové nafty a plynových olejů.

**Směrnice 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů** byla vypracována na základě nových zjištění a vznesení řady kritických připomínek na adresu biopaliv. Tato směrnice má za cíl to, aby výroba biopaliv nezpůsobila ničení biodiverzity, aby stanovila kritéria udržitelnosti. Tato směrnice motivuje členské státy k tomu, aby se podíleli zejména na podpoře biopaliv, které vedou k rozmanitosti půdy, zároveň aby nebyly na výrobu biopaliv využívány potravinářské plodiny. Tato směrnice dále určuje, dle jakých kritérií se má určovat udržitelnost biopaliv, což vede k tomu, že jednotlivé země v rámci EU mohou do plnění plánů stanovených EU započítávat pouze právě udržitelná biopaliva. Jak bylo již uvedeno v zákoně o ochraně ovzduší, od roku 2014 do konce roku 2016 musí být úspora emisí skleníkových plynů alespoň 35%, od 1. ledna 2017 alespoň 50% a od 1. ledna 2018 alespoň 60%. Důležitou součástí směrnice je také vzorec na výpočet emisí skleníkových plynů z výroby a použití paliv a biopaliv v dopravě, které jsou vyjádřeny ekvivalentem gramů CO<sub>2</sub> na jeden MJ paliva. Součástí směrnice jsou také typické úspory emisí skleníkových plynů u jednotlivých způsobů výroby biopaliva, ale také jejich energetický obsah. Tato směrnice byla vytvořena 23. dubna 2009, v Úředním věstníku EU pak byla publikována 5. června 2009, kdy tedy nabyla účinnosti. Tato směrnice zároveň ruší směrnice 2001/77/ES a 2003/30/ES. (Berman Group, 2012).

**Směrnice 2009/30/ES o specifikaci benzínu, motorové nafty a plynových olejů** je dokumentem, na základě kterého se mění směrnice 98/70/ES, která se zabývá mechanismem sledování a snižování emisí skleníkových plynů, dále pak směrnice Rady 1999/32/ES, která specifikuje paliva používaná plavidly vnitrozemské plavby, a která také ruší směrnici 93/12/EHS. Tato směrnice řeší zejména technické parametry motorových paliv, což má za úkol napomáhat zvyšování koncentrace biosložky. Obsah biosložky totiž výrazně může ovlivnit chemicko-fyzikální vlastnosti této směsi, jako je například tlak par, oxidační stabilita či bod vzplanutí. Tato směrnice zároveň upravuje technické normy tak, aby bylo možno vyrábět motorovou naftu s vyšším obsahem biosložky (až 7%) a dokonce směřuje k tomu, aby se vypracoval i standard pro bionaftu s 10% podílem biosložky. Obsahem této směrnice je také metodika výpočtu emisí skleníkových plynů vznikajících během životního cyklu biopaliv, zároveň ale definuje i udržitelná biopaliva. (Berman Group, 2012).

### **3.4 Podpora v ČR v oblasti biopaliv**

Na podporu biopaliv je třeba nahlížet ze dvou pohledů. Tím prvním je pohled dodavatelů PHM, respektive konečných odběratelů. Výše podpory, respektive snížení spotřební daně na jednotlivá biopaliva vede ke snížení konečné ceny, což může vést ke zvýšení spotřeby těchto produktů. Pak je zde však druhý aspekt, tím jsou náklady vynaložené na podporu biopaliv ze státního rozpočtu. Tyto náklady nejsou zanedbatelné a právě jejich výše bude také součástí této kapitoly.

Výše podpory je úzce spojena s platnou evropskou legislativou, která má výrazný vliv na výši podpory v ČR, jak bylo popsáno výše v kapitole 3. 3. Konečná platná podpora na území ČR pro biopaliva včetně výše spotřební daně jak biopaliv, směsí tak i motorové nafty a benzínu, je definována pro dané období v zákoně č. 353/2003 Sb., ve znění pozdějších předpisů. V Tabulka 4 níže jsou uvedeny jednotlivé sazby spotřební daně významnějších paliv a biopaliv v jednotlivých obdobích, kdy došlo k nějaké výraznější změně. Je třeba podotknout, že u jednotlivých produktů se metodika výpočtu podpory liší, kdy v některých případech je přímo snížena spotřební daň, v jiných případech se poskytuje tzv. vratka dodavatelům PHM. Tato vratka je vypočítána na základě množství poskytované biosložky (etanol či FAME). Pro vývoj podpor byl stěžejní kromě zákona o spotřebních daních také zákon č. 292/2009 Sb., který je v účinnosti od 1. října 2009 a nově zavedl nulovou spotřební daň na FAME a zavedl vratku, která ve své podstatě osvobozovala líh obsažený v palivu E85 od spotřební daně. Od 1. ledna 2010 byl pak v účinnosti zákon č. 362/2009 Sb., který zvýšil spotřební daň jak na motorový benzín, tak ale i na motorovou naftu a směsnou naftu SMN 30. Tím, že se zvýšila spotřební daň na benzín, se zvýšila i spotřební daň na palivo E85, zároveň se však zvýšila v souvislosti s tím i vratka, to však neměnilo nic na faktu, že líh obsažený v benzínu byl v podstatě osvobozen od spotřební daně. Posledním důležitým zákonem, který velmi pravděpodobně bude mít v budoucnosti výrazný vliv na spotřebu paliv B100 a B30 je zákon číslo 382/2015 Sb., který je v účinnosti od 1. ledna 2016.

**TABULKA 4 – ZÁKLADNÍ PŘEHLED VÝVOJE PODPORY PALIV A BIOPALIV**

Produkt	Sazba spotřební daně/výše vratky (Kč/l)		
	1. 1. 2004 - 30. 9. 2009	1. 10. 2009 - 31. 12. 2015	1. 1. 2016 - 30. 6. 2017
Motorový benzín bezolovnatý	11,84	11,84 (12,84 od 1. 1. 2010)	12,84
Motorová nafta	9,95	9,95 (10,95 od 1. 1. 2010)	10,95
FAME B100	9,95	0	4,59
SMN B30	6,866	6,866 (7,665 od 1. 1. 2010)	9,265
Ethanol E85	11,84	11,84/vratka na líh 11,84, od 1. 1. 2010 12,84/vratka na líh 12,84	12,84/vratka na líh 10,23

*Zdroj: (Celní správa ČR), vlastní zpracování*

Důležitým aspektem při sledování podpory biopaliv ze strany státu je zároveň sledování nákladů, které jsou spojeny s faktickým snížením sazby spotřební daně. Je zřejmé, že existuje velké množství faktorů, které skutečné celkové náklady zohledňují (růst zaměstnanosti v zemědělství, atd.), ty jsou reálně ale velmi obtížně vyčíslitelné a samo Ministerstvo zemědělství ČR si nechalo zpracovat studii, která se snaží právě faktor zaměstnanosti zohlednit. V této práci jsou však popsány pouze celkové náklady plynoucí z úlevy na spotřebních daních. Ty jsou zobrazeny v Tabulce 5.

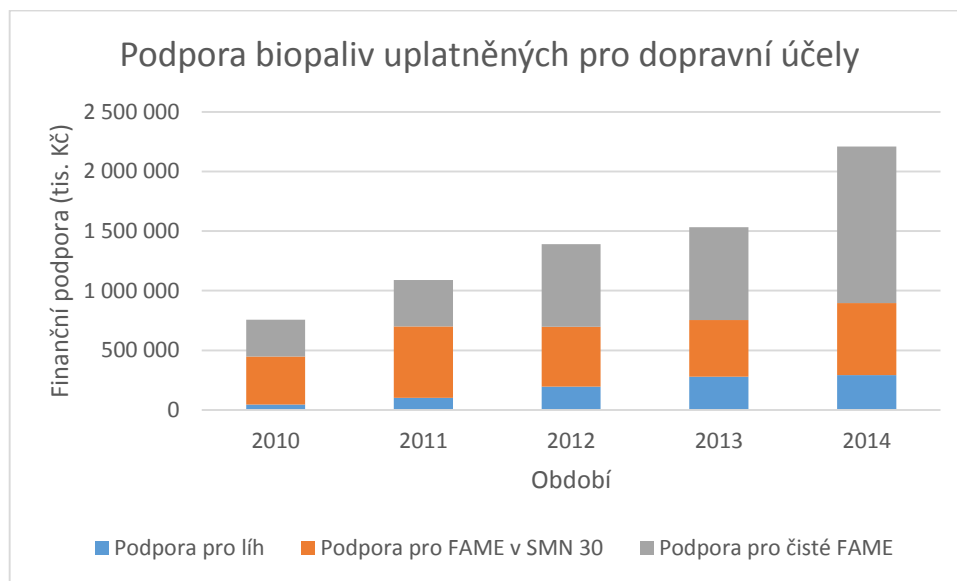
**TABULKA 5 – CELKOVÁ FINANČNÍ PODPORA BIOPALIV V OBDOBÍ 2010 - 2014**

Typ podpory	Finanční podpora biopaliv uplatněných pro dopravní účely (tis. Kč)					
	2010	2011	2012	2013	2014	2010 - 2014
Podpora pro líh	43 964	100 561	194 441	277 638	290 930	<b>907 534</b>
Podpora pro FAME v SMN 30	404 374	599 628	504 232	477 684	605 754	<b>2 591 672</b>
Podpora pro čisté FAME	308 775	388 804	691 357	779 196	1 315 034	<b>3 483 167</b>
<b>Celková podpora</b>	<b>757 113</b>	<b>1 088 994</b>	<b>1 390 030</b>	<b>1 534 518</b>	<b>2 211 718</b>	<b>6 982 373</b>

*Zdroj: (Celní správa ČR), vlastní zpracování*

Už z Tabulky 5 výše je zjevné, že podpora biopaliv pro dopravní účely stále roste v období let 2010 – 2014, přičemž celková podpora v tomto období se vyšplhala téměř na 7 miliard Kč. Rostoucí trend finanční podpory je zjevný též z Grafu 4 níže.

**GRAF 4 – PODPORA BIOPALIV UPLATNĚNÝCH PRO DOPRAVNÍ ÚČELY**



*Zdroj: (Celní správa ČR, 2015), vlastní zpracování*

### 3.5 Český trh s biopalivy

V rámci ČR se vyskytuje několik producentů jak FAME, tak i bioethanolu. Výrobní kapacita těchto producentů se vyvíjela mimo jiné také v závislosti na podpoře ze strany státu, z níž plynula i poptávka po těchto produktech. Údaje pro FAME jsou v Tabulka 6 znázorněny na období od roku 2005 do roku 2014, pro bioethanol pak v Tabulka 7 na období 2008 – 2014, kdy byl evidován Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR jak dovoz, vývoz, tak ale i spotřeba těchto produktů na území ČR. Seznam největších producentů FAME včetně jejich výrobní kapacity a výrobní suroviny je zobrazen v Tabulka 8, v případě bioethanolu pak v Tabulka 9.



**TABULKA 6 – BILANCE PRODUKCE A SPOTŘEBY FAME NA ÚZEMÍ ČR**

	<b>Produkce (t)</b>	<b>Dovoz (t)</b>	<b>Vývoz (t)</b>	<b>Tuzemská spotřeba (t)</b>
<b>2005</b>	126 894	7 811	131 536	3 169
<b>2006</b>	110 152	22 973	110 926	20 228
<b>2007</b>	81 806	8 339	53 572	36 946
<b>2008</b>	76 672	43 657	34 352	88 121
<b>2009</b>	154 923	10 866	29 911	135 572
<b>2010</b>	197 988	21 707	35 232	184 188
<b>2011</b>	210 092	54 294	16 796	245 216
<b>2012</b>	172 729	78 314	6 703	242 267
<b>2013</b>	181 694	85 551	43 216	228 084
<b>2014</b>	219 316	118 278	35 221	300 413

*Zdroj: (Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, 2016), vlastní zpracování*

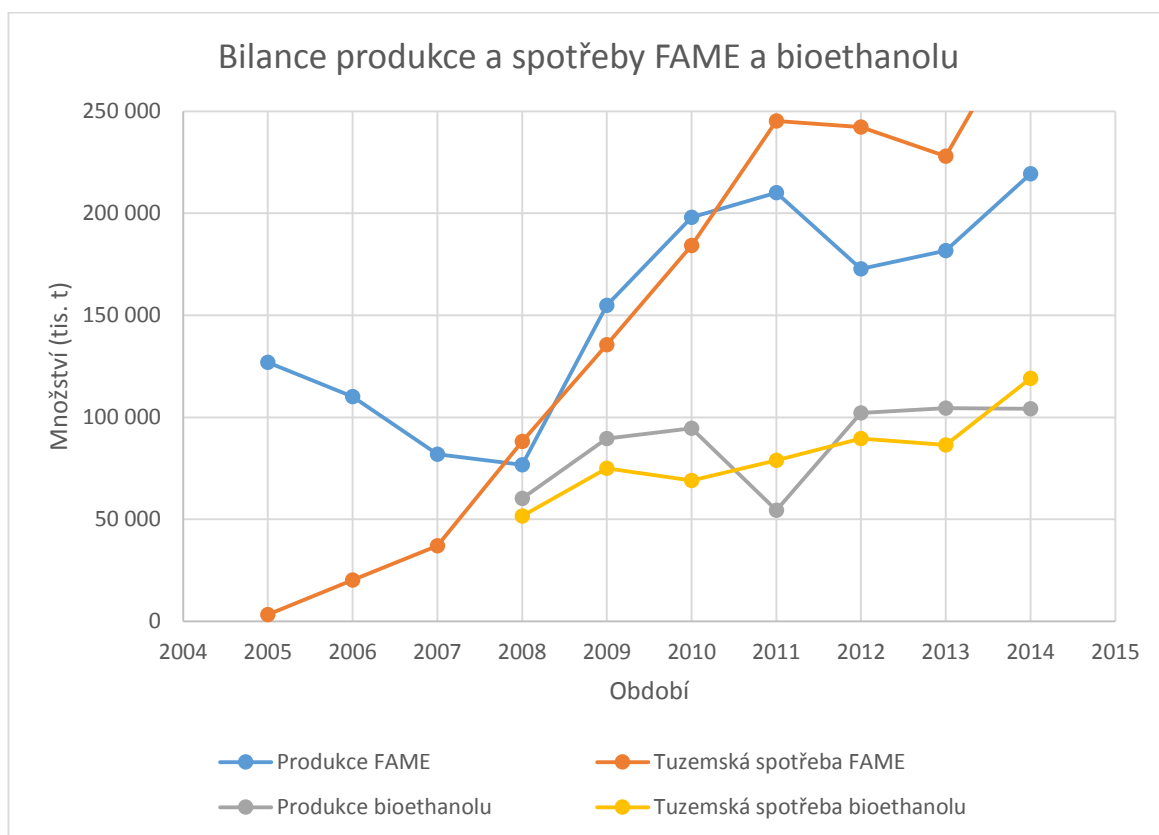
**TABULKA 7 – BILANCE PRODUKCE A SPOTŘEBY BIOETHANOLU NA ÚZEMÍ ČR**

	<b>Produkce (t)</b>	<b>Dovoz (t)</b>	<b>Vývoz (t)</b>	<b>Tuzemská spotřeba (t)</b>
<b>2008</b>	60 236	21 317	31 908	51 634
<b>2009</b>	89 625	32 939	50 953	74 936
<b>2010</b>	94 523	10 361	36 556	69 038
<b>2011</b>	54 412	35 696	7 378	78 961
<b>2012</b>	102 195	5 184	16 644	89 592
<b>2013</b>	104 488	1 980	17 475	86 432
<b>2014</b>	104 112	37 352	22 812	119 042

*Zdroj: (Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, 2016), vlastní zpracování*

Z obou tabulek výše (Tabulka 6, Tabulka 7) je zjevný trend růstu jak tuzemské spotřeby, tak ale i tuzemské produkce. Růst obou těchto položek je nejspíše způsoben nejen podporou biopaliv, ale také rostoucí cenou ropy na burze, ke které v tomto období postupně docházelo. Graficky je bilance produkce i spotřeby jak FAME, tak ale i bioethanolu na území ČR znázorněna na Graf 5.

**GRAF 5 – BILANCE PRODUKCE A SPOTŘEBY FAME A BIOETHANOLU NA ÚZEMÍ ČR**



*Zdroj: (Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, 2016), vlastní zpracování*

Ministerstvo zemědělství ČR každoročně zveřejňuje na svých webových stránkách publikaci Zemědělství, která se přímo věnuje v jedné ze svých částí i biopalivům. K dispozici je v této publikaci i přehled největších producentů biopaliv v rámci ČR. Ke konci roku 2014 pak je přehled největších producentů následující:

**TABULKA 8 – SEZNAM NEJVĚTŠÍCH PRODUCENTŮ FAME V ČR**

	Rok zahájení výroby/	Roční produkční kapacita MEŘO – FAME (t)	Rozhodující použítá surovina
AGROPODNIK, a.s. Jihlava	2004	70 000	řepka olejka
Oleo Chemical, a.s. Liberec	2009	70 000	odpadní rostlinné oleje a živočiš. tuky, řepkový olej
Primagra, a.s. Milín	2007	35 000	řepka olejka
Preol, a.s. Lovosice	2009	120 000	řepka olejka
Kratolia Trade, a.s. Ústí nad Labem	2013	100 000	odpadní rostlinné oleje a živočišné tuky, řepkový olej
Ostatní	-	15 000	řepka olejka
CELKEM	-	410 000	-

*Zdroj: (Ministerstvo zemědělství ČR, 2015)*

**TABULKA 9 – SEZNAM NEJVĚTŠÍCH PRODUCENTŮ BIOETHANOLU V ČR**

Název společnosti	Rok zahájení výroby	Roční produkční kapacita		Základní použitá surovina
		hl	t	
Agroetanol Tereos TTD, a.s. (lihovar Dobruvice)	2006	1 000 000	79 000	cukrová řepa
PLP, a.s. (lihovar Trmice)	2007	1 000 000	79 000	obiloviny, kukuřice
Ethanol Energy, a.s. (lihovar Vrdu)	2007	700 000	55 200	obiloviny, kukuřice
Korfil, a.s. (lihovar Hustopeče)	2008	1 000 000	79 000	obiloviny
<b>CELKEM</b>		<b>3 700 000</b>	<b>292 200</b>	

*Zdroj: (Ministerstvo zemědělství ČR, 2015)*

Z Tabulka 8 je zjevné, že v rámci ČR byly největšími producenty FAME firmy Preol, a.s. a Kratolia Trade, a.s.. Dalšími významnými producenty byly ještě firmy Oleo Chemical, a.s., Primagra, a.s. a AGROPODNIK, a.s.. Naprostá většina FAME pak pocházela z řepky olejky. (Ministerstvo zemědělství ČR, 2015).

V případě bioethanolu patřily mezi největší producenty v roce 2014, jak Tabulka 9 napovídá, zejména firmy Agroetanol Tereos TTD, a.s., PLP, a.s., Ethanol Energy, a.s. a Korfil, a.s.. Základními plodinami vstupujícími do výroby pak byly cukrová řepa, obilí a kukuřice. (Ministerstvo zemědělství ČR, 2015).

## **4 Analytická část**

Obsahem této části bude nejprve popis konkrétní dopravní společnosti, její historie, postupný vývoj v oblasti využívání biopaliv, ale také současný stav popsán strukturou vozového parku. Další částí bude popis průběhu získání dat a jejich interpretace. V analytické části nechybí ani stručné základní vyčíslení ekonomických dopadů na úspory či zvýšené náklady spojené s využíváním tohoto alternativního biopaliva. V neposlední řadě je zde pak obsaženo samotné řešení naformulovaných výzkumných otázek v rámci cíle práce.

### **4.1 Vývoj dopravní společnosti O. K. Trans Praha, s.r.o.**

Firma O. K. Trans Praha, s.r.o. (dále jen firma) byla založena na přelomu osmdesátých a devadesátých let minulého století členy rodin Starostů a Zderadičků. K oficiálnímu zapsání do obchodního rejstříku došlo 21. června 1990. Ve svých začátcích firma disponovala deseti kamiony značky LIAZ, které postupem času obměňovala za tahače značky Volvo. V roce 2005 firma zřídila vlastní autorizovaný servis značky Volvo vzhledem k tomu, že tahače této značky tvořily ve vozovém parku majoritu. Tímto se však vývoj firmy nezastavil, v průběhu let totiž zejména z důvodu pohodlí řidičů, nižší pořizovací ceně tahačů a poměrně bezproblémového provozu na bionaftu přešla firma na vozy značky DAF a autorizovaný servis značky Volvo se transformoval na autorizovaný servis značky DAF. Postupem času ještě došlo ke zmodernizování vlastní čerpací stanice na sídle firmy a k vybudování areálu v Roudnici nad Labem. Zde se vybuďoval mimo jiné další autorizovaný servis značky DAF a vytvořilo se zde zázemí pro řidiče i odstavná plocha pro tahače. Nejčerstvějším a zároveň neméně důležitým krokem ve vývoji firmy pak bylo zřízení pobočky ve španělské Barceloně. Počet tahačů ve vozovém parku se neustále mění, nicméně k 30. listopadu 2015 firma disponovala 342 tahači, přičemž z naprosté většiny šlo o tahače značky DAF, přesné složení vozového parku bude uvedeno níže. Co se týče výtoče PHM měsíčně týče, tak ta se průměrně pohybuje pravidelně okolo 950 000 litrů, přičemž jak měsíční ceny definované váženým průměrem pro jednotlivé druhy PHM, tak ale i konkrétní výtoč jednotlivých produktů v rámci roku 2015 jsou zpracovány níže. Ačkoliv by bylo samozřejmě lepší získat pro přehled delší časovou řadu, data pro starší období bohužel již nebyla k dispozici, avšak pro základní představu, v jakých cenových relacích a v jakých

objemech se pohonné hmoty pohybují, data za rok 2015 postačí. Firma z převážné většiny přeprav provozuje mezinárodní kamionovou dopravu, vnitrostátní doprava se podílí na celkovém dopravním výkonu jen z velmi malé části. Převážnou většinu přeprav realizuje firma ve směru na západ od českých hranic. Dominují zde země jako například Německo, země Beneluxu, ale také Francie, Španělsko, či Velká Británie.

## 4.2 Využívání biopaliv

Je nutno hned na úvod zmínit, že pro firmu je hlavním impulsem, který ji vede či vedl k využívání biopaliv, ať už zpočátku směsné nafty SMN 30, či později převážně čistého MEŘO (B100), nižší cena oproti motorové naftě. Firma si samozřejmě uvědomuje souvislosti, které s využíváním biopaliv jsou úzce spjaty, nicméně právě sledování vlivu paliva na spotřebu a na náklady spojené s výměnou palivových filtrů je předmětem této práce a jejím hlavním cílem. Firma začala nejprve s nákupem směsné nafty okolo poloviny roku 2012, tehdy byla stanovena její spotřební daň ve výši 7,665 Kč/l. Vzhledem k tomu, že s přechodem na tuto směs nebyl téměř žádný problém, firma po krátkém testovacím provozu během roku 2012 plynule přešla přibližně od března 2013 na tankování bionafty B100. V té době to byl poměrně velký risk, protože na toto palivo jezdilo jen velmi málo dopravců, nebyly tedy známy v podstatě žádné zkušenosti s provozem na toto palivo, přitom již tehdy měla firma velmi vysokou výtoč paliva na své čerpací stanici. Zde je nutné ještě podotknout, že z fyzikálně-chemických důvodů není vhodné využívat B100 jako palivo v chladných, zejména v období listopadu – března, kdy firma využívala palivo B30 v závislosti na venkovní teplotě. V současné chvíli však již firma opět nakupuje motorovou naftu vzhledem k okolnostem, ke kterým došlo, jedná se především o zavedení spotřební daně na B100 od 1. ledna 2016 a o neustálý pokles cen ropy, který má v souvislosti se stabilním kurzem amerického dolaru vůči české koruně přímý vliv na snižování ceny nafty a rozdíl mezi cenami těchto produktů je již tak malý, že dle firmy nepokryje náklady na předpokládanou vyšší spotřebu a vyšší náklady na palivové filtry. Tabulka 10 níže představuje celkovou výtoč jednotlivých produktů a nákupní cenu v Kč/l PHM bez DPH. Tato Tabulka 10 neobsahuje další provozní kapaliny, zejména pak produkt AdBlue, protože v daném období nebyl podrobně firmou tento ukazatel sledován. Vývoj výtoče je přehledně zobrazen v Graf 6.

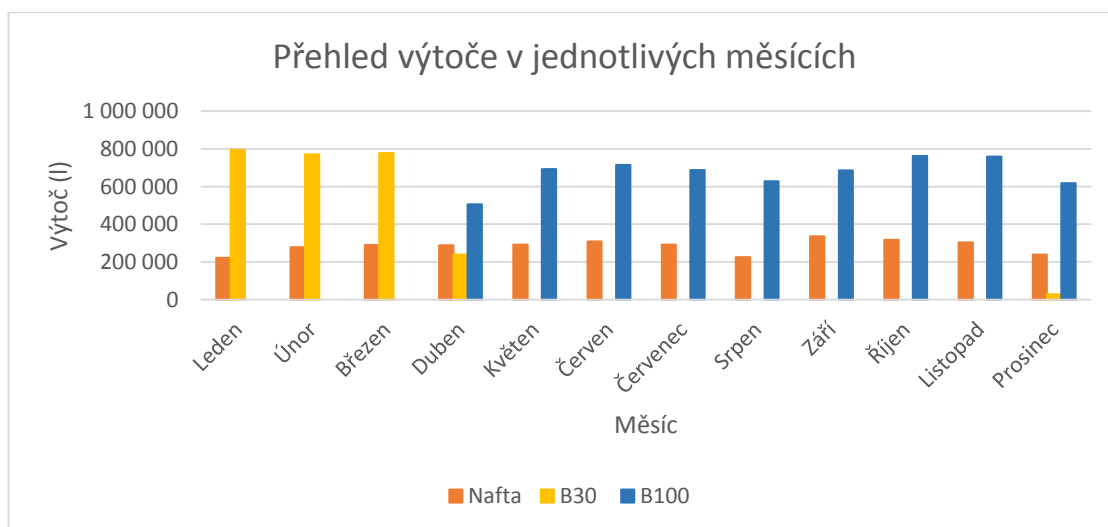
**TABULKA 10 – PŘEHLED VÝTOČE PHM A JEDNOTKOVÉ CENY**

	Nafta (l)	Nafta (Kč/l)	B30 (l)	B30 (Kč/l)	B100 (l)	B100 (Kč/l)
Leden	221 628	24,28	795 356	21,37	0	-
Únor	277 356	24,62	770 333	21,82	0	-
Březen	289 627	24,55	777 151	21,77	0	-
Duben	289 030	24,54	239 565	21,98	505 758	16,80
Květen	291 228	24,76	0	-	692 690	17,72
Červen	309 392	24,57	0	-	714 498	17,82
Červenec	291 453	23,78	0	-	687 972	18,02
Srpen	225 759	22,19	0	-	628 017	18,27
Září	336 142	21,96	0	-	686 138	18,17
Říjen	317 783	21,82	0	-	762 434	17,77
Listopad	302 902	21,83	0	-	759 105	17,81
Prosinec	238 550	20,87	27 469	19,69	618 046	17,73

*Zdroj: firemní data, vlastní zpracování*

Z Tabulka 10 je zjevný určitý trend poklesu ceny nafty, který byl zapříčiněn především poklesem ceny ropy na burze. Během roku se cena za litr nafty snížila o více než 3 Kč/l. V případě cen produktů B30 a B100 nelze vysledovat žádný trend. Ceny těchto produktů se poměrně výrazně odvíjí od toho, jak dodavatelé PHM plní povinnost přimíchávání biosložky. Do konce roku 2015 si totiž řada dodavatelů PHM pomáhala k plnění povinnosti přimíchávání prostřednictvím čisté bionafty (B100), kterou v některých případech dokonce i dotovali.

**GRAF 6 – VÝTOČ PHM V JEDNOTLIVÝCH MĚSÍCÍCH ROKU 2015**



*Zdroj: firemní data, vlastní zpracování*

### 4.3 Popis vozového parku

Jak bylo popsáno již výše, firma disponuje 342 tahači, přičemž mezi výrobci tahačů dominuje značka DAF. Ve vozovém parku se vyskytují tahače různých emisních tříd od EURO 3 až po nejmodernější, respektive nejnovější EURO 6. Zároveň však disponuje firmou tahači od jiných výrobců, než pouze od DAFu, vyskytují se zde tahače značky Iveco, MAN, Renault či Volvo. Přehled všech typů tahačů včetně jejich počtu je v Tabulka 11. Dále Graf 7 znázorňuje počty vozidel a jejich podíl v závislosti na emisní třídě, Graf 8 pak v závislosti na výrobci.

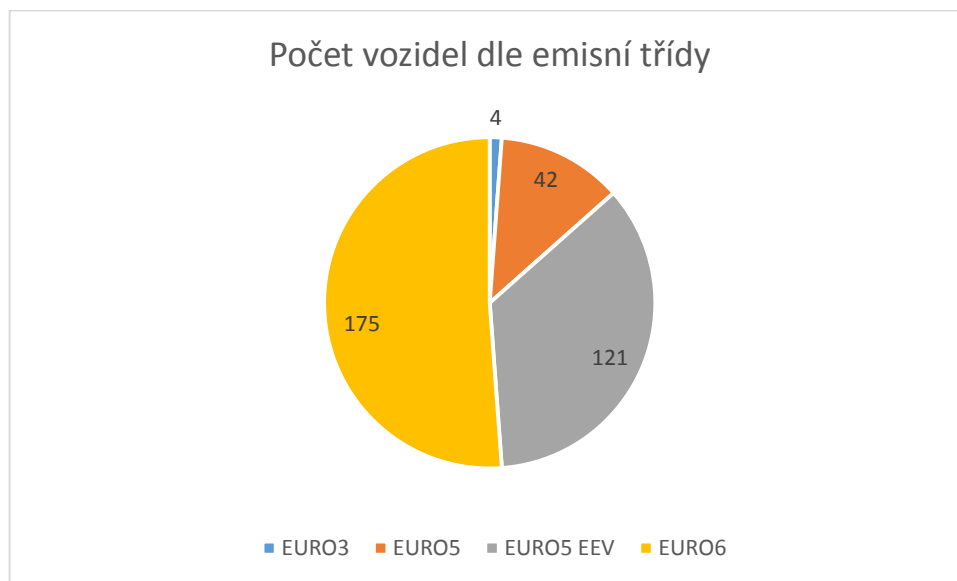
**TABULKA 11 – SEZNAM TYPŮ TAHAČŮ SEŘAZENÝCH SESTUPNĚ DLE POČTU**

Typ	Výrobce	Emisní třída	Počet vozidel
<b>FT XF105</b>	DAF	EURO 5	114
<b>FT XF106</b>	DAF	EURO 6	111
<b>XF 460 FAR E6</b>	DAF	EURO 6	54
<b>XF 460 FAR EEV</b>	DAF	EURO 5 EEV	31
<b>T480 HIGHCAB LOW</b>	Renault	EURO 6	10
<b>TGX 18.480</b>	MAN	EURO 5 EEV	10
<b>XF 460 FAR E5</b>	DAF	EURO 5	6
<b>FH12 420</b>	Volvo	EURO 3	4
<b>LF45EDN2</b>	DAF	EURO 5 EEV	1
<b>M152</b>	Iveco	EURO 5	1

*Zdroj: firemní data, vlastní zpracování*

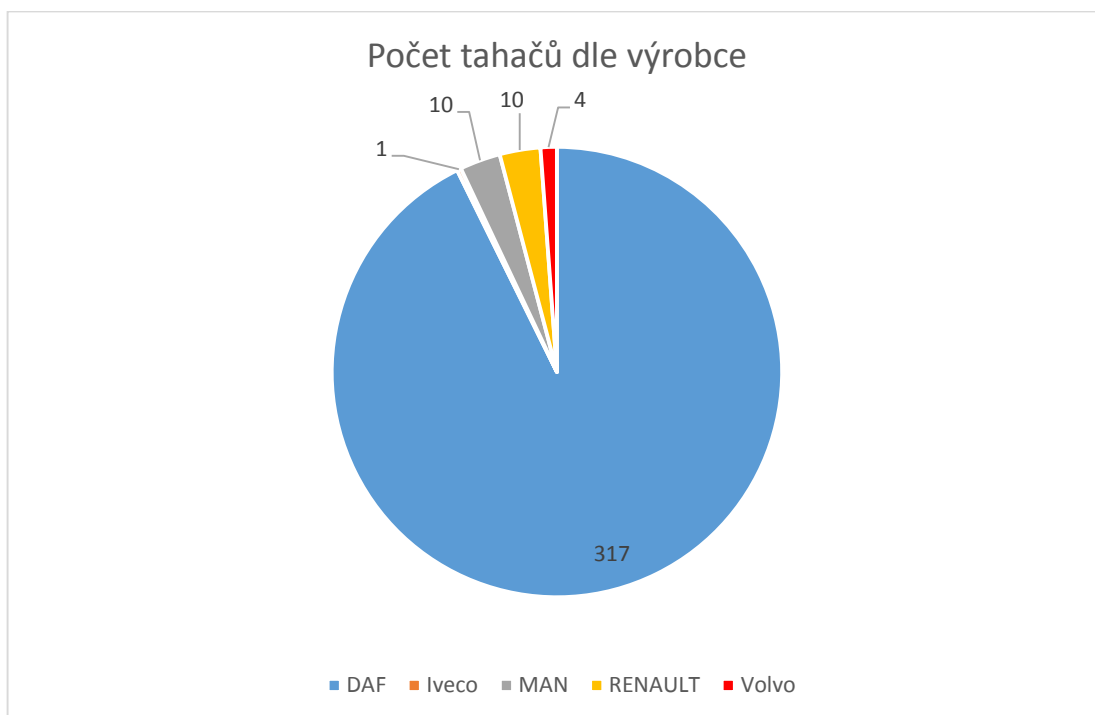
Z Tabulka 11 plyne, že nejvíce je v rámci vozového parku zastoupen typ tahačů DAF FT XF105. Hned po něm se nejvíce ve firmě objevuje tahač DAF FT XF106, přičemž poměr mezi těmito dvěma typy se stále více přiklání k novějšímu modelu FT XF106, což je tahač emisní třídy EURO 6. Zároveň tato tabulka vypovídá také o tom, kolika vozidly jiného výrobce firma disponuje. S počtem deseti vozidel se zde shodně objevují modely tahačů z dílny výrobců MAN a relativně nové tahače od Renaultu, které firma pořídila ve třetím čtvrtletí roku 2015. Graf 7 níže jasně znázorňuje, jak výrazně převládají v rámci firmy vozidla emisních tříd EURO 5 a EURO EEV a zejména pak EURO 6. Graf 8 pak jasně dokresluje výraznou dominanci DAFu jakožto výrobce tahačů.

**GRAF 7 – POČET VOZIDEL V RÁMCI FIRMY DLE EMISNÍ TŘÍDY**



*Zdroj: firemní data, vlastní zpracování*

**GRAF 8 – POČET VOZIDEL V RÁMCI FIRMY DLE JEJICH VÝROBCE**



*Zdroj: firemní data, vlastní zpracování*



## **4. 4 Sběr dat pro vyhodnocení**

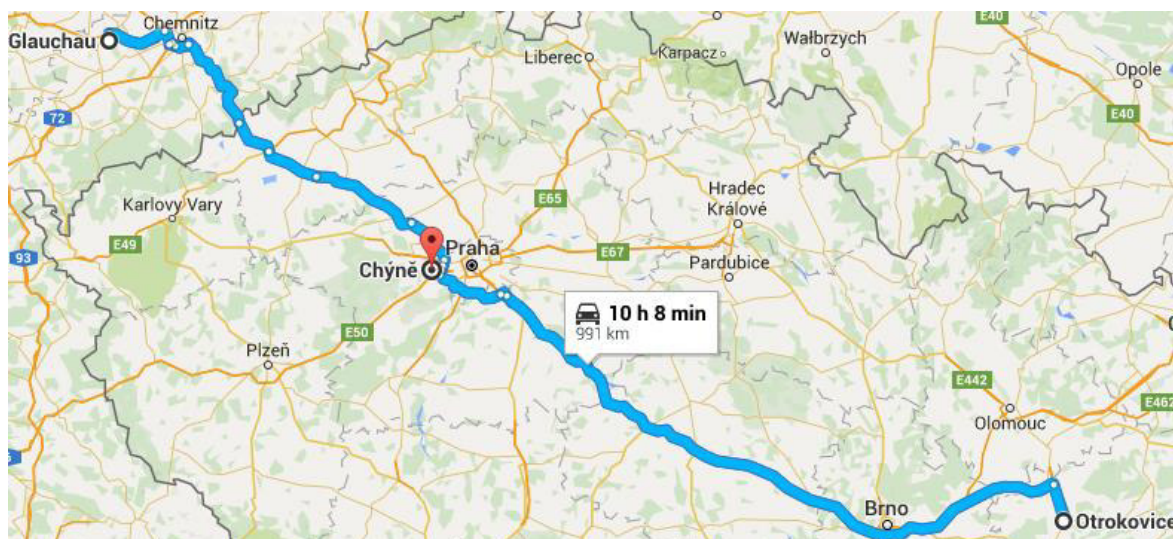
Jak bylo již částečně popsáno v metodice této práce, sběr dat probíhal za určitých podmínek, jejichž účelem bylo, aby data byla porovnatelná. Například při měření spotřeby vozidel totiž záleží na velké řadě faktorů, které však s použitým palivem nesouvisí. Níže je tedy popsán postup, jakým probíhal sběr dat potřebných pro vyhodnocení. V zásadě se jedná o sběr dat ve dvou základních oblastech. Tou první je sledování spotřeby vozidel, tou druhou pak sledování náklady na údržbu a opravu palivového ústrojí vozidel, přičemž tyto oblasti jsou popsány podrobněji níže. Získaná data byla použita pro zodpovězení naformulovaných výzkumných otázek v cíli této práce.

### **4. 4. 1 Sběr dat pro sledování spotřeby vozidel**

Data týkající se spotřeby vozidel v závislosti na palivu byla nezbytná pro vypracování této práce, nicméně jejich získání bylo poměrně problematické, složité a nákladově i relativně náročné. Samotnému sběru dat předcházelo jednání s manažerem dopravy společnosti, kdy došlo k akceptovatelnému kompromisu. Tím bylo sledování spotřeby u výběrového souboru, který se skládal celkem z patnácti kamionů, přičemž se jednalo o vozidla typu DAF FT XF105, jejichž počet byl toho času nejvyšší ze všech kamionů. Po výběru těchto vozidel bylo třeba stanovit podmínky, za jakých bude spotřeba vozidel měřena. Díky tomu, že tato firma jezdí mimo jiné jednu stabilní přepravu, která vede ze sídla firmy z Chýně přes Chomutov a Chemnitz do Glauchau, kdy se vrací stejnou trasou přes Chýni do Otrokovic a odtud zpět do Chýně, bylo možno na těchto přepravách obměňovat tahače a zároveň pohonné hmoty při dodržení stejné či alespoň přibližné hmotnosti nákladu. Mapa trasy, na které proběhl sběr dat, je zobrazena na Obrázek 4 níže. Jak je z tohoto obrázku zřejmé, trasa včetně zajížděky na nakládku a vykládku měřila přibližně 998 km. Kromě stejné trasy a stejné hmotnosti soupravy bylo třeba řešit ještě jeden problém, tím byla výměna paliva mezi jednotlivými měřeními. K té došlo vždy na konci předchozího měření na čerpací stanici v Chýni. Pro snížení chybovosti v Chýni na servise došlo k odčerpání jednoho typu pohonné hmoty, dotankování druhého typu a opětovnému měření. Auta vždy vyjížděla s 600 litry paliva v nádrži. Celkem tedy probíhalo 30 měření pro 15 různých tahačů. Průměrná spotřeba pak pro minimalizaci chyby probíhala výpočtem z celkové spotřeby, nikoliv z dat, která vypisovala FMS sběrnice ve vozidle. Tabulka 12

zobrazuje přehledný soupis všech vozidel a jejich spotřeby biopaliva B100 a motorové nafty včetně procentuálního vyjádření nárůstu spotřeby.

**OBRÁZEK 4 – TRASA, NA KTERÉ PROBÍHAL SBĚR DAT PRO PRŮMĚRNOU SPOTŘEBU**



*Zdroj: (Google Maps, 2016)*

**TABULKA 12 – POROVNÁNÍ PRŮMĚRNÉ SPOTŘEBY**

SPZ Vozidla	Průměrná spotřeba nafta (l)/100 km	Průměrná spotřeba B100 (l)/100 km	Nárůst spotřeby B100 oproti naftě
2SM 2376	28,76	31,25	9%
2SM 2377	27,95	31,12	11%
2SM 2378	29,3	30,75	5%
2SM 2379	26,85	31,02	16%
2SM 2380	30,12	30,82	2%
2SM 2381	29,32	32,15	10%
2SM 2382	27,16	30,17	11%
2SM 2383	28,22	30,92	10%
2SM 2384	26,99	29,95	11%
2SM 2385	28,11	31,34	11%
2SM 2386	27,98	30,12	8%
2SM 2387	26,42	30,09	14%
2SM 2388	27,48	31,02	13%
2SM 2389	28,12	30,05	7%
2SM 2390	29,12	29,98	3%

*Zdroj: firemní data, vlastní zpracování*

#### 4. 4. 2 Sběr dat pro sledování nákladů na opravu a údržbu palivového ústrojí

Na zodpovězení druhé formulované výzkumné otázky bylo třeba sledovat náklady na údržbu a opravu palivového ústrojí v delším časovém období. Bohužel nastal problém, ke kterému došlo kvůli změně informačního systému firmy, ve kterém byly, mimo jiné, evidovány také faktury za servis jednotlivých vozidel. K této změně došlo v průběhu roku 2014, nicméně v oblasti servisu neproběhla dokonale migrace dat, respektive byly v systému k dispozici náklady na servis za rok 2012 a starší, proto bylo třeba tato data dohledávat manuálně z faktur archivovaných přímo na servisu pro jednotlivá vozidla. Konkrétně tyto náklady byly sledovány z toho důvodu, že zkušenost servisu je taková, že bionafta má největší vliv v oblasti údržby vozidel na palivové ústrojí, konkrétně pak na palivové filtry, k jejichž výměně dle servisních techniků při jízdě na bionaftu musí docházet podstatně častěji. Sběr dat byl proveden na výběrovém souboru 30 vozidel, přičemž byly sledovány náklady na údržbu a opravu palivového ústrojí v období při provozu na motorovou naftu (období leden 2011 – březen 2013) a při provozu na bionaftu (duben 2013 – prosinec 2015). Šlo konkrétně opět o vozidla typu DAF FT XF105. Přehled vozidel včetně celkových nákladů na údržbu palivového ústrojí pro jednotlivé typy paliva a průměrných měsíčních nákladů je uveden v Příloha 1.

#### 4. 5 Zpracování výzkumných otázek

V cílech práce jsou naformulované dvě základní otázky, jejichž zodpovězení by mělo hrát významnou roli při rozhodování o tom, jaké pohonné hmoty bude celý vozový park tankovat, přičemž se jedná o následující:

- *Liší se průměrná spotřeba u tahačů v závislosti na typu pohonných hmot?*
- *Liší se náklady na opravu a údržbu palivového ústrojí tahačů v závislosti na typu pohonných hmot?*

Teoretický základ pro zodpovězení těchto otázek byl položen již v metodice práce, kdy tedy nejprve došlo k testování normality rozdělení hodnot proměnných a na základě zjištění pak byla vybrána příslušná metoda pro testování definovaných hypotéz.

#### 4. 5. 1 Spotřeba tahačů v závislosti na PHM

První formulovaná výzkumná otázka spočívá v určení toho, zda mají pohonné hmoty vliv na průměrnou spotřebu tahačů. Vyhodnocení této otázky bylo zpracováno z dat, která byla získána dle kapitoly 4. 4. 1, přičemž tato data jsou uvedena v Tabulka 12. Tato data byla importována následně do softwaru Statistica 12, ve kterém došlo nejprve k vyhodnocení, zda získaná data pochází z normálního rozdělení. To bylo provedeno na základě Kolmogorov-Smirnovova testu, tento test byl proveden pro obě proměnné, tedy pro průměrnou spotřebu nafty v litrech / 100 km, ale také pro průměrnou spotřebu paliva B100 v litrech / 100 km. Výsledky tohoto Kolmogorov-Smirnovova testu jsou zobrazeny v Tabulka 13 a Tabulka 14. Histogramy výsledků jsou pak zobrazeny v Graf 9 a Graf 10. Je třeba podotknout, že pro tento test byla zvolena hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Pro zodpovězení naformulované výzkumné otázky bylo nejprve třeba formulovat nulovou hypotéza  $H_0$ . Tato hypotéza a níže také alternativní hypotéza  $H_1$  mají následující znění:

- $H_0$ : Rozdíl mezi průměrnou spotřebou tahačů v litrech / 100 km při provozu na naftu a na B100 není statisticky významný.
- $H_1$ : Rozdíl mezi průměrnou spotřebou tahačů v litrech / 100 km při provozu na naftu a na B100 je statisticky významný.

Před vyhodnocením těchto hypotéz bylo třeba provést testování normality dat pro obě proměnné, tedy pro výši spotřeby pro naftu i bionaftu tak, aby bylo rozhodnuto o tom, zda dále bude proveden parametrický či neparametrický test. Zde byly formulovány dvě nulové hypotézy  $H_0$  a k nim přiřazeny také alternativní hypotézy  $H_1$ , tyto hypotézy měly následující znění:

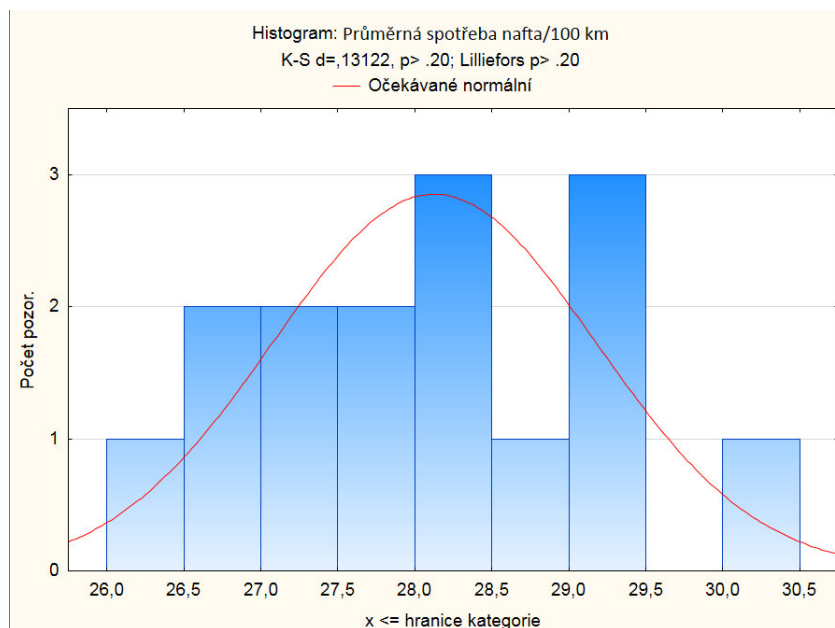
- $H_0$ : Výběrový soubor dat o průměrné spotřebě nafty pochází z normálního rozdělení.
- $H_1$ : Výběrový soubor dat o průměrné spotřebě nafty nepochází z normálního rozdělení.
  
- $H_0$ : Výběrový soubor dat o průměrné spotřebě B100 pochází z normálního rozdělení.
- $H_1$ : Výběrový soubor dat o průměrné spotřebě B100 nepochází z normálního rozdělení.

**TABULKA 13 – KOLMOGOROV-SMIRNOV TEST PRŮMĚRNÉ SPOTŘEBY NAFTY / 100 KM**

Tabulka četností: Průměrná spotřeba nafta/100 km (Tabulka4)						
K-S d=,13122, p> .20; Lilliefors p> .20						
Kategorie	Četnost	Kumulativní četnost	Rel.četn. (platných)	Kumul. % (platných)	Rel.četn. všech	Kumul. % všech
26,00000<x<=26,50000	1	1	6,66667	6,6667	6,66667	6,6667
26,50000<x<=27,00000	2	3	13,33333	20,0000	13,33333	20,0000
27,00000<x<=27,50000	2	5	13,33333	33,3333	13,33333	33,3333
27,50000<x<=28,00000	2	7	13,33333	46,6667	13,33333	46,6667
28,00000<x<=28,50000	3	10	20,00000	66,6667	20,00000	66,6667
28,50000<x<=29,00000	1	11	6,66667	73,3333	6,66667	73,3333
29,00000<x<=29,50000	3	14	20,00000	93,3333	20,00000	93,3333
29,50000<x<=30,00000	0	14	0,00000	93,3333	0,00000	93,3333
30,00000<x<=30,50000	1	15	6,66667	100,0000	6,66667	100,0000
ChD	0	15	0,00000		0,00000	100,0000

*Zdroj: firemní data, vlastní zpracování v programu Statistica 12*

**GRAF 9 – HISTOGRAM KOLMOGOROV-SMIRNOVA TESTU PRO PRŮMĚRNOU SPOTŘEBU NAFTY V LITRECH / 100 KM**



*Zdroj: firemní data, vlastní zpracování v programu Statistica 12*

Ze získaných výsledků tedy potvrzujeme nulovou hypotézu  $H_0$  o normalitě rozdělení dat průměrné spotřeby nafty v litrech / 100 km. To můžeme učinit na základě zjištění jak hodnoty testového kritéria  $d = 0,13122$ , kdy ho můžeme podrobit porovnání s kritickou

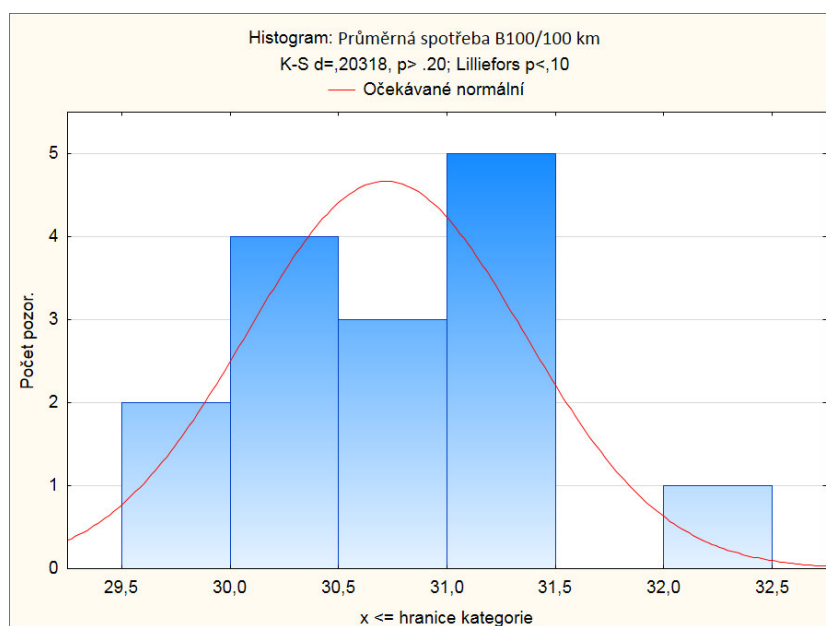
tabulkovou hodnotou, tak ale i toho, že p-hodnota vyjadřující nejnižší hladinu významnosti, na které nulovou hypotézu zamítáme, je vyšší než 0,05.

**TABULKA 14 – KOLMOGOROV-SMIRNOV TEST PRŮMĚRNÉ SPOTŘEBY B100 / 100 KM**

Tabulka četností: Průměrná spotřeba B100/100 km (Tabulka4)						
K-S d=,20318, p> .20; Lilliefors p<,10						
Kategorie	Četnost	Kumulativní četnost	Rel. četn. (platných)	Kumul. % (platných)	Rel. četn. všech	Kumul. % všech
29,50000<x<=30,00000	2	2	13,33333	13,3333	13,33333	13,3333
30,00000<x<=30,50000	4	6	26,66667	40,0000	26,66667	40,0000
30,50000<x<=31,00000	3	9	20,00000	60,0000	20,00000	60,0000
31,00000<x<=31,50000	5	14	33,33333	93,3333	33,33333	93,3333
31,50000<x<=32,00000	0	14	0,00000	93,3333	0,00000	93,3333
32,00000<x<=32,50000	1	15	6,66667	100,0000	6,66667	100,0000
ChD	0	15	0,00000		0,00000	100,0000

*Zdroj: firemní data, vlastní zpracování v programu Statistica 12*

**GRAF 10 – HISTOGRAM KOLMOGOROV-SMIRNOVA TESTU PRO PRŮMĚRNOU SPOTŘEBU B100 V LITRECH / 100 KM**



*Zdroj: firemní data, vlastní zpracování v programu Statistica 12*

Pro splnění podmínek pro parametrický test je nutné, aby data obou proměnných – průměrná spotřeba nafty i bionafty – pocházela z normálního rozdělení. Stejně jako v případě nafty, také při testování toho, zda data pochází z normálního rozdělení, byla potvrzena nulová hypotéza  $H_0$ . Byly totiž získány výsledky, pro testové kritérium  $d = 0,20318$  a  $p$ -

hodnota byla vyšší než 0,2. Na základě toho tedy je potvrzena nulová hypotéza  $H_0$  o normalitě rozdělení dat průměrné spotřeby bionafty v litrech / 100 km.

Po potvrzení hypotézy, že data pochází z normálního rozdělení, byl zpracován parametrický párový t-test pro závislé vzorky, který je popsán v metodice této práce. Cílem tohoto testu bylo otestovat a potvrdit následující nulovou hypotézu, případně potvrdit hypotézu alternativní:

- $H_0$ : Rozdíl mezi průměrnou spotřebou tahačů v litrech / 100 km při provozu na naftu a na B100 není statisticky významný.
- $H_1$ : Rozdíl mezi průměrnou spotřebou tahačů v litrech / 100 km při provozu na naftu a na B100 je statisticky významný.

Výsledky tohoto testu včetně základních popisných charakteristik (průměr, směrodatná odchylka, rozsah výběrového souboru) jsou uvedeny v Tabulka 15. Z této tabulky plyne na základě p-hodnoty, která má hodnotu 0, že nulová hypotéza  $H_0$  se zamítá na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Potvrzujeme tedy alternativní hypotézu  $H_1$ .

**TABULKA 15 – PÁROVÝ T-TEST PRO ZJIŠTĚNÍ ZÁVISLOSTI POUŽITÉHO PALIVA NA PRŮMĚRNÉ SPOTŘEBA V LITRECH / 100 KM**

Proměnná	t-test pro závislé vzorky (Tabulka1.sta) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000							
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p
Průměrná spotřeba nafta/100 km	28,12667	1,049181						
Průměrná spotřeba B100/100 km	30,71667	0,640855	15	-2,59000	1,007366	-9,95768	14	0,000000

*Zdroj: firemní data, vlastní zpracování v programu Statistica 12*



#### 4. 5. 2 Náklady na údržbu palivového ústrojí v závislosti na PHM

Tématem druhé naformulované výzkumné otázky bylo to, zda mají pohonné hmoty vliv na náklady na údržbu či opravu palivového ústrojí v kamionech. K jejímu zodpovězení byla použita data získaná dle kapitoly 4. 4. 2, přičemž tato data jsou uvedena v Příloha 1 této práce. Data byla vložena do softwaru Statistica 12, kdy bylo nejprve, stejně jako v případě sledování vlivu paliva na průměrnou spotřebu vozidel, provedeno otestování toho, zda data pochází z normálního rozdělení, opět pomocí Kolmogorov-Smirnovova testu provedeného na obou proměnných (nákladů na opravu a údržbu při využití nafty a nákladů na opravu a údržbu při využití bionafty). Výsledky tohoto Kolmogorov-Smirnovova testu s hladinou významnosti  $\alpha = 0,05$  jsou zobrazeny v Tabulka 16 a Tabulka 17. Histogramy výsledků jsou pak zobrazeny v Graf 11 a Graf 12.

Pro zodpovězení naformulované výzkumné otázky byla naformulována nulová hypotéza  $H_0$ . Tato hypotéza a níže také alternativní hypotéza  $H_1$  mají následující znění:

- $H_0$ : Rozdíl mezi průměrnými náklady na opravu a údržbu palivového ústrojí tahačů při provozu na naftu a na B100 není statisticky významný.
- $H_1$ : Rozdíl mezi průměrnými náklady na opravu a údržbu palivového ústrojí tahačů při provozu na naftu a na B100 je statisticky významný.

Pro ověření normality dat byly stanoveny následující dvě nulové a k nim odpovídající alternativní hypotézy, které měly následující znění:

- $H_0$ : Výběrový soubor dat o nákladech na opravu a údržbu palivového ústrojí vozidel při provozu na naftu pochází z normálního rozdělení.
- $H_1$ : Výběrový soubor dat o nákladech na opravu a údržbu palivového ústrojí vozidel při provozu na naftu nepochází z normálního rozdělení.
- $H_0$ : Výběrový soubor dat o nákladech na opravu a údržbu palivového ústrojí vozidel při provozu na bionaftu pochází z normálního rozdělení.
- $H_1$ : Výběrový soubor dat o nákladech na opravu a údržbu palivového ústrojí vozidel při provozu na bionaftu nepochází z normálního rozdělení.

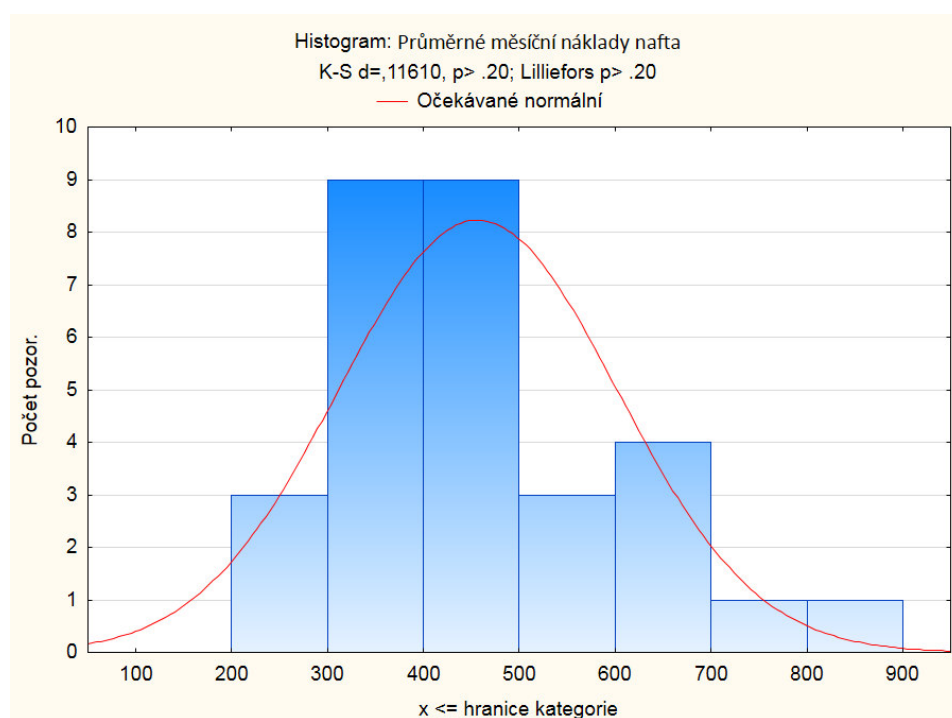


**TABULKA 16 – KOLMOGOROV-SMIRNOV TEST PRŮMĚRNÝCH MĚSÍČNÍCH NÁKLADŮ NA OPRAVU A ÚDRŽBU PALIVOVÉHO ÚSTROJÍ PŘI PROVOZU NA NAFTU**

Tabulka četností: Průměrné měsíční náklady nafta (Tabulka 1)						
K-S d=,11610, p> .20; Lilliefors p> .20						
Kategorie	Četnost	Kumulativní četnost	Rel. četn. (platných)	Kumul. % (platných)	Rel. četn. všech	Kumul. % všech
100,0000 <x <= 200,0000	0	0	0,00000	0,0000	0,00000	0,0000
200,0000 <x <= 300,0000	3	3	10,00000	10,0000	10,00000	10,0000
300,0000 <x <= 400,0000	9	12	30,00000	40,0000	30,00000	40,0000
400,0000 <x <= 500,0000	9	21	30,00000	70,0000	30,00000	70,0000
500,0000 <x <= 600,0000	3	24	10,00000	80,0000	10,00000	80,0000
600,0000 <x <= 700,0000	4	28	13,33333	93,3333	13,33333	93,3333
700,0000 <x <= 800,0000	1	29	3,33333	96,6667	3,33333	96,6667
800,0000 <x <= 900,0000	1	30	3,33333	100,0000	3,33333	100,0000
ChD	0	30	0,00000		0,00000	100,0000

Zdroj: firemní data, vlastní zpracování v programu Statistica 12

**GRAF 11 – HISTOGRAM KOLMOGOROV-SMIRNOVOVA TESTU PRO PRŮMĚRNÉ MĚSÍČNÍ NÁKLADY NA OPRAVU A ÚDRŽBU PALIVOVÉHO ÚSTROJÍ PŘI PROVOZU NA NAFTU**



Zdroj: firemní data, vlastní zpracování v programu Statistica 12

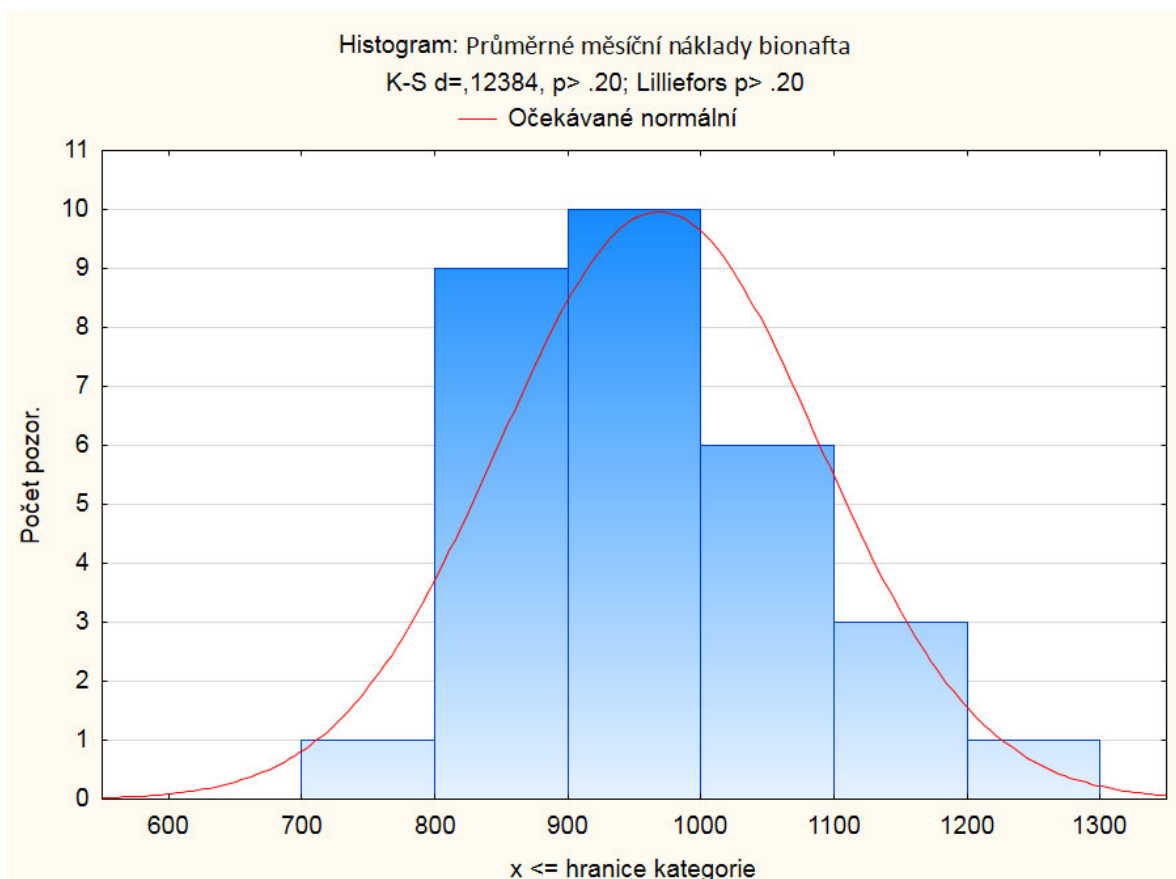
Na základě výše uvedených výsledků je potvrzena nulová hypotéza  $H_0$  o normalitě rozdělení dat. K potvrzení této hypotézy došlo na základě hodnoty testového kritéria  $d = 0,11610$ , přičemž p-hodnota je vyšší než 0,05.

**TABULKA 17 – KOLMOGOROV-SMIRNOV TEST PRŮMĚRNÝCH MĚSÍČNÍCH NÁKLADŮ NA OPRAVU A ÚDRŽBU PALIVOVÉHO ÚSTROJÍ PŘI PROVOZU NA BIONAFTU**

Tabulka četností: Průměrné měsíční náklady bionafta (Tabulka1)						
K-S d=,12384, p> .20; Lilliefors p> .20						
Kategorie	Četnost	Kumulativní četnost	Rel.četn. (platných)	Kumul. % (platných)	Rel.četn. všech	Kumul. % všech
600,000<x<=700,000	0	0	0,00000	0,0000	0,00000	0,0000
700,000<x<=800,000	1	1	3,33333	3,3333	3,33333	3,3333
800,000<x<=900,000	9	10	30,00000	33,3333	30,00000	33,3333
900,000<x<=1000,000	10	20	33,33333	66,6667	33,33333	66,6667
1000,000<x<=1100,000	6	26	20,00000	86,6667	20,00000	86,6667
1100,000<x<=1200,000	3	29	10,00000	96,6667	10,00000	96,6667
1200,000<x<=1300,000	1	30	3,33333	100,0000	3,33333	100,0000
ChD	0	30	0,00000		0,00000	100,0000

*Zdroj: firemní data, vlastní zpracování v programu Statistica 12*

**GRAF 12 – HISTOGRAM KOLMOGOROV-SMIRNOVA TESTU PRO PRŮMĚRNÉ MĚSÍČNÍ NÁKLADY NA OPRAVU A ÚDRŽBU PALIVOVÉHO ÚSTROJÍ PŘI PROVOZU NA BIONAFTU**



*Zdroj: firemní data, vlastní zpracování v programu Statistica 12*

Stejně jako při sledování závislosti průměrné spotřeby vozidel na použitém palivu, také v případě sledování závislosti průměrných měsíčních nákladů na opravu a údržbu palivového ústrojí v závislosti na použitém palivu byl po ověření normality získaných dat zpracován parametrický párový t-test pro dva závislé vzorky. Testovaná byla následující nulová hypotéza a k ní přiřazená hypotéza alternativní:

- $H_0$ : Rozdíl mezi průměrnými měsíčními náklady na opravu a údržbu palivového ústrojí při provozu na naftu a na B100 není statisticky významný.
- $H_1$ : Rozdíl mezi průměrnými měsíčními náklady na opravu a údržbu palivového ústrojí při provozu na naftu a na B100 je statisticky významný.

Výsledky parametrického párového t-testu jsou v Tabulka 18. Součástí těchto výsledků je p-hodnota rovna 0. Z toho plyne, že nulová hypotéza  $H_0$  se zamítá na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Potvrzujeme tedy alternativní hypotézu  $H_1$ .

**TABULKA 18 – PÁROVÝ T-TEST PRO ZJIŠTĚNÍ ZÁVISLOSTI POUŽITÉHO PALIVA NA PRŮMĚRNÝCH MĚSÍČNÍCH NÁKLADECH NA ÚDRŽBU A OPRAVU PALIVOVÉHO ÚSTROJÍ**

Proměnná	t-test pro závislé vzorky (Tabulka1) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$							
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p
Průměrné měsíční náklady nafta	456,6790	145,4217						
Průměrné měsíční náklady bionafta	968,7879	120,1064	30	-512,109	199,8866	-14,0326	29	0,000000

*Zdroj: firemní data, vlastní zpracování v programu Statistica 12*

## 4.6 Porovnání nákladů nafta versus bionafta

Samozřejmě hlavním důvodem, proč firma přešla na alternativní palivo, v tomto případě bionaftu, je minimalizace celkových nákladů, které jsou přímo ovlivněny pohonnými hmotami. K základnímu porovnání nákladů pro naftu a bionaftu byla použita následující data:

- vážený průměr ceny PHM v období duben – prosinec 2015 (data z Tabulka 9)
- průměrná spotřeba PHM / 100 km (data z Tabulka 15)
- průměrné měsíční náklady na údržbu a opravu palivového ústrojí (data z Tabulka 18).

Bylo tedy zpracováno modelové porovnání pro jedno vozidlo na jeden měsíc při najetí 12 000 kilometrů, což je dle údaje dopravce přibližně průměrný měsíční nájezd vozidel. Výsledky jsou uvedeny v Tabulka 18 níže.

**TABULKA 18 – POROVNÁNÍ NÁKLADŮ NA POHONNÉ HMOTY A NA OPRAVU A ÚDRŽBU PALIVOVÉHO ÚSTROJÍ**

	Cena PHM (Kč/l)	Spotřeba PHM (l)	Náklady na PHM (Kč)	Měsíční náklady na údržbu a opravu palivového ústrojí (Kč)	Celkové měsíční náklady (Kč)
<b>nafta</b>	22,96	3375,6	77 503,78	456,68	77 960,46
<b>bionafta</b>	17,82	3686,4	65 691,65	968,79	66 660,44
<b>Rozdíl (nafta – bionafta)</b>	5,14	-310,8	11 812,13	-512,11	<b>11 300,02</b>

*Zdroj: firemní data, vlastní zpracování*

Z Tabulka 18 výše je zjevné, proč se zaměstnavatel rozhodl uchýlit ke kroku tankování bionafty. Navzdory základním negativním dopadům, které z využívání bionafty ve srovnání s naftou plynou, se firmě velmi výrazně toto palivo v roce 2015 vyplatilo. Celková odhadnutá úspora nákladů na základě podrobení dat nástrojům matematické statistiky byla stanovena na 11 300 Kč / měsíc u jednoho vozidla. To bylo však způsobeno jak v té době ještě relativně vysokou cenou ropy na burze, tak ale zejména i politikou podpory biopaliv, která se velmi výrazně od 1. ledna 2016 mění. Tato změna vedla již k přechodu zpět na tankování motorové nafty.

## 5 Zhodnocení výsledků

Na základě zjištěných dat týkajících se průměrné spotřeby a nákladů na palivové ústrojí došlo prostřednictvím statistických metod k zodpovězení základních výzkumných otázek, které byly formulovány v cíli práce. Na první otázku, tedy zda se liší průměrná spotřeba u tahačů v závislosti na typu pohonných hmot, lze tedy konstatovat, že s pomocí nástrojů matematické statistiky byl prokázán negativní dopad na spotřebu vozidel a odpověď na tuto otázku tedy zní ano, na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  byla zamítnuta alternativní statistická hypotéza a naopak tedy byla potvrzena alternativní hypotéza, která říká, že rozdíl mezi průměrnou spotřebou tahačů v litrech / 100 km při provozu na naftu a na B100 je statisticky významný. Ze získaných dat navíc byla stanovená průměrná spotřeba nafty 28,13 l / 100 km a bionafty 30,72 l / 100 km. Na druhou výzkumnou otázku, zda se liší náklady na opravu a údržbu palivového ústrojí tahačů u nafty a bionafty, lze říci, že na základě formulovaných statistických hypotéz a jejich zkoumání byla na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  zamítnuta nulová hypotéza a byla přijata hypotéza alternativní, což znamená, že rozdíl mezi průměrnými měsíčními náklady na opravu a údržbu palivového ústrojí při provozu vozidla na naftu ve srovnání náklady na údržbu a opravu při provozu na bionaftu je statisticky významný. V praxi to pak znamená vyšší průměrné měsíční náklady na výměnu palivových filtrů při provozu na bionaftu oproti stejným nákladům při provozu na naftu.

Mimo odpovědí na stanovené výzkumné otázky v cíli práce bylo součástí praktické části práce ještě také základní vyčíslení a porovnání nákladů na palivo a na opravu a údržbu palivového systému, ve kterém byla popsána i přibližná průměrná úspora na jednom vozidle v roce 2015.

## 6 Závěr

Oblast biopaliv v posledních letech byla a nejspíš v následujících letech stále bude oblastí, která je propírána neustále jak odbornou veřejností, tak ale i médii či politiky. Udržitelný rozvoj je jedním ze stěžejních pilířů všech víceletých programů vydávaných Evropskou komisí. A právě zejména oblast udržitelnosti je jednou z nejdiskutovanějších.

Mezi formulovanými dílčími cíli práce bylo provedení zevrubného popisu jak stávající, tak ale i historicky se vyvíjející podpory bionafty ze strany státu, kdy bylo popsáno zejména daňové zatížení biopaliv spotřební daní, respektive úleva od této daně až do současnosti, kdy výraznou změnou je uvalení spotřební daně na bionaftu B100 ve výši 4,59 Kč/l. Dalším dílčím cílem byl popis současného trhu s nejvyužívanějšími biopalivy v rámci ČR, přičemž v práci byli popsáni největší výrobci biopaliv včetně své výrobní kapacity.

Zároveň byly v cíli práce formulovány dvě základní výzkumné otázky, přičemž jedna se týkala toho, zda se spotřeba PHM u jednotlivých tahačů liší v závislosti na tom, zda se jedná o naftu či bionaftu. K zodpovězení této otázky byla stanovena nulová hypotéza, která byla podrobena po ověření normality dat párovému t-testu, kdy tato nulová hypotéza byla zamítnuta, což ve výsledku znamenalo, že na stanovené hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  se prokázala statisticky významná závislost mezi druhem PHM a průměrnou spotřebou vozidel. Druhá výzkumná otázka se týkala toho, zda se liší náklady na údržbu palivového systému v závislosti na pohonných hmotách. Stejně jako při zkoumání první výzkumné otázky, i zde nejprve byla data podrobena ověření, zda pochází z normálního rozdělení a následně byla podrobena párovému t-testu. I zde se prokázala statisticky významná závislost mezi použitými pohonnými hmotami a výši nákladů na údržbu palivového ústrojí. Ačkoliv v obou případech byl zjištěn negativní dopad na spotřebu i výši nákladů na údržbu palivového ústrojí, přesto výrazně nižší cena bionafty vedla k tomu, že byla pro podnik výhodnější.

K dosažení hlavního cíle práce, tedy zhodnocení využívání bionafty v kamionové dopravě, byla použita data, která byla získávána za podmínek, na nichž jsme se s vedením firmy dohodli. V rámci sledování průměrné spotřeby byl zvolen výběrový soubor, který se skládal z deseti kamionů, u nichž byla sledována spotřeba na téměř 1 000 kilometrové trase, přičemž bylo zjištěno, že průměrná spotřeba tahačů, které využívaly jako palivo naftu, byla 28,13 litrů / 100 km, zatímco u bionafty to bylo 30,72 litrů / 100 km. Dále byly sledovány

náklady na opravu a údržbu palivového ústrojí vozidel v období, kdy vozidla jezdila na naftu, a byla podrobena porovnání s obdobím, kdy vozidla jezdila na bionaftu. V tomto případě bylo vypočítáno zvýšení průměrných měsíčních nákladů na tuto opravu, přičemž při provozu na bionaftu byly tyto průměrné měsíční náklady 968,79 Kč na jedno vozidlo, při provozu na naftu pak náklady byly v podstatě poloviční, konkrétně 456,68 Kč. Nicméně při celkovém porovnání nákladů činily celkové měsíční náklady nafty (PHM a oprava a údržba palivového ústrojí) 77 960 Kč, zatímco u bionafty pouze 66 660 Kč. Celková průměrná úspora nákladů u jednoho vozidla tedy měsíčně činila přibližně 11 300 Kč.

Na základě výše zmíněného lze konstatovat, že se podařilo v této práci splnit všechny vytyčené cíle. Bakalářská práce navíc sloužila jako cenný podklad pro vedení společnosti O. K. Trans Praha, s.r.o. při rozhodování o dalším postupu při výběru pohonných hmot. Vzhledem k vysokým nákladům na PHM, které v oblasti kamionové dopravy představují spolu s náklady na mýto naprosto majoritní objem v porovnání s ostatními náklady, práce má dle mého názoru velký význam pro praktické využití.

## 7 Seznam použitých zdrojů

### Tištěné zdroje

1. BART, Jan C.J.Stefano Cavallaro., Natale PALMERI a Stefano CAVALLARO. 2010. *Biodiesel science and technology: from soil to oil*. Vyd.1. Oxford: Woodhead. ISBN 978-184-5695-910.
2. POKORNÝ, Zdeněk. 1998. *Bionafta - ekologické alternativní palivo do vznětových motorů*. Vyd. 1. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR. Ekonomika (žlutá ř.). ISBN 80-7080-619-2.
3. DUCHOŇ, Bedřich. 1999. *Ekonomika dopravy*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT. ISBN 80-010-2014-2.
4. HEBÁK, Petr. 2013. *Statistické myšlení a nástroje analýzy dat*. Vyd. 1. Praha: Informatorium. ISBN 978-80-7333-105-4.
5. KÁBA, Bohumil a Libuše SVATOŠOVÁ. 2012. *Statistické nástroje ekonomického výzkumu*. Vyd.1. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. ISBN 978-80-7380-359-9.
6. HINDLS, Richard, Stanislava HRONOVÁ a Jan SEGER. 2006. *Statistika pro ekonomy*. 6. vyd. Praha: Professional Publishing. ISBN 80-864-1999-1.
7. MAREK, Luboš. 2007. *Statistika pro ekonomy: aplikace*. 2. vyd. Praha: Professional Publishing. ISBN 978-80-86946-40-5.
8. NEUBAUER, Jiří, Marek SEDLAČÍK a Oldřich KŘÍŽ. 2012. *Základy statistiky: aplikace v technických a ekonomických oborech*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4273-1.
9. BLAŽEK, Josef a Vratislav RÁBL. 2006. *Základy zpracování a využití ropy*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství VŠCHT. ISBN 80-708-0619-2.



## Elektronické zdroje

1. JAKUBES, Jaroslav, Bellingová HELENA a Šváb MICHAL. 2006. *Moderní využití biomasy* [online]. Praha [cit. 2015-10-08]. Dostupné z: <http://www.mpo-efekt.cz/dokument/02.pdf>
2. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČR. 2015. *Zemědělství* [online]. Vyd.1. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR [cit. 2016-01-12]. ISBN 978-80-7434-219-6. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/407520/Publikace\\_Zemedelstvi\\_2014\\_web.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/407520/Publikace_Zemedelstvi_2014_web.pdf)
3. U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. 2013. Alternative Fuels Data Center. In: *U. S. Department of Energy* [online]. USA: U. S. Department of Energy [cit. 2015-06-10]. Dostupné z: [http://www.afdc.energy.gov/uploads/publication/ethanol\\_handbook.pdf](http://www.afdc.energy.gov/uploads/publication/ethanol_handbook.pdf)
4. SKOPAL, František, Martin HÁJEK, Petr KUTÁLEK a Jaroslav KOCÍK. 2015. Bionafta (FAME) - náhrada za fosilní naftu. In: *Univerzita Pardubice* [online]. Pardubice: Univerzita Pardubice [cit. 2016-02-07]. Dostupné z: [http://kfch.upce.cz/htmls/vedecka\\_cinnost\\_bionafta.htm](http://kfch.upce.cz/htmls/vedecka_cinnost_bionafta.htm)
5. ČSÚ. 2015. Dopravní park - časové řady. In: *Český statistický úřad* [online]. Praha: ČSÚ [cit. 2016-01-03]. Dostupné z: [https://www.czso.cz/csu/czso/dopravni\\_park\\_casove\\_rady](https://www.czso.cz/csu/czso/dopravni_park_casove_rady)
6. U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. 2015. Fischer-Tropsch synthesis. In: *U.S. Department of Energy* [online]. USA: U.S. Department of Energy [cit. 2016-01-17]. Dostupné z: <http://www.netl.doe.gov/research/Coal/energy-systems/gasification/gasifipedia/ftsynthesis>
7. VŠB. 2009. Kategorie silničních vozidel podle EHK. In: *VŠB* [online]. Ostrava: VŠB [cit. 2015-10-15]. Dostupné z: [http://homen.vsb.cz/~s1i95/mvd/Moodle/1\\_5.pdf](http://homen.vsb.cz/~s1i95/mvd/Moodle/1_5.pdf)
8. BERMAN GROUP. 2012. Legislativní rámec a praxe v oblasti biopaliv v EU a v USA. In: *Osel.cz* [online]. Praha: Osel.cz [cit. 2015-10-09]. Dostupné z: [http://www.osel.cz/\\_files/6688\\_biopaliva%20v%20eu%20a%20usa.pdf](http://www.osel.cz/_files/6688_biopaliva%20v%20eu%20a%20usa.pdf)
9. BEJČKOVÁ, Pavla. 2016. Novela zákona o ochraně ovzduší. In: *Enviweb.cz* [online]. ČR: Enviweb.cz [cit. 2016-02-11]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/clanek/energie/104973/novela-zakona-o-ochrane-ovzdusi-biopaliva>
10. VFU BRNO. 2014. Testování hypotéz ve statistice. In: *Veterinární a farmaceutická univerzita Brno* [online]. Brno: VFU Brno [cit. 2015-12-13]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/Predn3/hypotezy.htm>
11. YÜKSEK, Levent, Hakan KALELI, Orkun ÖZENER a Berk ÖZOĞUZ. 2009. The Effect and Comparison of Biodiesel-Diesel Fuel on Crankcase Oil, Diesel Engine Performance and Emissions. In: *University of Belgrade* [online]. Bělehrad: University of Belgrade [cit. 2015-10-11]. Dostupné z: [http://www.mas.bg.ac.rs/\\_media/istrazivanje/fme/vol37/2/06\\_lyukse.pdf](http://www.mas.bg.ac.rs/_media/istrazivanje/fme/vol37/2/06_lyukse.pdf)

12. Úřední věstník Evropské unie. 2013. In: *Právo EU a publikace EU* [online]. Brusel: Evropská unie [cit. 2015-10-09]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:32013D1386&qid=1456557166966&from=CS>
13. PETROLEUM.CZ. 2015. Výkladový slovník. In: *Petroleum.cz* [online]. ČR: Petroleum.cz [cit. 2016-02-17]. Dostupné z: <http://www.petroleum.cz/slovník.aspx?pid=83>
14. ČEPRO [online]. 2015. Praha: Čepro, a.s. [cit. 2015-11-11]. Dostupné z: <https://www.ceproas.cz/nafta-motorova>
15. *Encyclopedia Britannica* [online]. 2016. London: Encyclopedia Britannica [cit. 2016-01-07]. Dostupné z: <http://www.britannica.com/technology/gasoline-fuel>
16. *Evropská komise* [online]. 2015. Brusel: Evropská komise [cit. 2016-02-01]. Dostupné z: [http://ec.europa.eu/competition/state\\_aid/cases/259423/259423\\_1703626\\_105\\_2.pdf](http://ec.europa.eu/competition/state_aid/cases/259423/259423_1703626_105_2.pdf)
17. *Google Maps* [online]. 2016. USA: Google [cit. 2016-02-10]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps>
18. *Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR* [online]. 2016. Praha: MPO ČR [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://download.mpo.cz/get/54506/62316/647573/priloha001.pdf>
19. *Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR* [online]. 2015. Praha: MPO ČR [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument166286.html>
20. *Oenergetice.cz* [online]. 2015. Praha: Oenergetice.cz [cit. 2015-11-11]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/ropa/nafta/>
21. IODA. 2016. *IODA* [online]. Praha: IODA [cit. 2016-02-10]. Dostupné z: <http://www.ioda.cz>
22. Statistická data. 2015. *Celní správa ČR* [online]. Praha: Celní správa ČR [cit. 2016-11-07]. Dostupné z: <https://www.celnisprava.cz/cz/dane/statistiky/Stranky/minerally.aspx>

## 8 Přílohy

### Příloha A Přehled nákladů na údržbu a opravy palivového ústrojí

SPZ	Náklady na opravy – nafta (Kč)	Náklady na opravy – bionafta (Kč)	Průměrné měsíční náklady - nafta (Kč)	Průměrné měsíční náklady -bionafta (Kč)
1SN 7752	12110	27600	449	836
1SN 7755	9750	32800	361	994
1SN 7759	23200	29650	859	898
1SN 7760	14020	31050	519	941
1ST 2267	11350	35800	420	1085
1ST 2268	6080	29050	225	,880
1ST 2270	7700	39450	285	1195
1ST 2271	9350	30150	346	914
1ST 3226	17230	24500	638	742
1ST 3227	11150	32200	413	976
1ST 3230	9830	29680	364	899
1ST 3231	17250	42200	639	1279
1ST 3233	12830	28900	475	876
1ST 3234	19530	33050	723	1002
1ST 3235	10190	29250	377	886
1ST 3236	8800	31200	326	945
1ST 3238	7580	34550	281	1047
1ST 3240	12350	34200	457	1036
1ST 3241	16700	29500	619	894
1ST 3242	9500	32100	352	973
1ST 3245	12400	36250	459	1098
1ST 3246	8600	27550	319	835
1SX 1391	14500	31300	537	948
1SX 1393	11200	29850	415	905
1SX 1396	9650	37900	357	1148
1SX 1397	8960	31400	332	952
1SX 1398	13500	30250	500	917
1SX 1399	17900	26540	663	804
1SZ 4018	12500	37600	463	1139
1SZ 4019	14200	33580	526	1018

*Zdroj: firemní data, vlastní zpracování*