

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra jakosti a spolehlivosti strojů



Bakalářská práce

**Vliv biopaliv na hospodárnost provozu mobilních
zemědělských strojů**

Martina Šimková

© 2016 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Martina Šimková

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Vliv biopaliv na hospodárnost provozu mobilních zemědělských strojů

Název anglicky

Influence of biofuel on fuel economy of mobile agricultural machines

Cíle práce

Cílem práce je popsat zvolená biopaliva a jejich vliv na hospodárnost provozu především mobilních strojů v zemědělství.

Metodika

- v první části práce budou popsány zvolené druhy biopaliv,
- následovat bude analýza využití biopaliv v zemědělských strojích,
- svázání a odevzdání práce.

Doporučený rozsah práce

40-50 stran

Klíčová slova

biopaliva, hospodárnost provozu, zemědělské stroje

Doporučené zdroje informací

Bauer, F., Sedlák, P., Šmerda, T. (2006). Traktory. Praha: Profi Press, 2006. 192 p. ISBN 80-86726-15-0.

Čupera, Šmerda, Fajman.: Vznětové motory vozidel – Biopaliva, emise, traktory, ISBN: 978-80-2640-160-5

Chauhan Bhupendra, S., Kumar, N., Jun, Y.D. & Lee, K.B. 2010. Performance and emission study of preheated Jatropa oil on medium capacity diesel engine. Energy. 35(6), 2484-2492.

Předpisy a periodika

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra jakosti a spolehlivosti strojů

Elektronicky schváleno dne 22. 11. 2013

prof. Ing. Josef Pošta, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 3. 2. 2014

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 10. 02. 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma "Vliv biopaliv na hospodárnost provozu mobilních zemědělských strojů" vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 30.3.2016

.....

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala mému vedoucímu práce panu doc. Ing. Martinovi Pexovi, Ph.D. za vedení a trpělivost s bakalářskou prací a užitečné rady u konzultací k dané problematice ohledně biopaliv a zemědělských strojů. Dále bych chtěla poděkovat všem, kteří mi byli nápomoci.

Vliv biopaliv na hospodárnost provozu mobilních zemědělských strojů

Influence of Biofuels on Fuel Economy of Mobile Agricultural Machines

Souhrn

Tato bakalářská práce se zabývá biopalivy pro zemědělské stroje. V teoretické části jsou popsána nejčastěji používaná biopaliva, jejich výroba a rozdělení biopaliv dle generací. Dále se zabývá vlivem biopaliv na hospodárnost zemědělských strojů a na životní prostředí. V praktické části jsou v ekonomické analýze porovnána fosilní paliva a biopaliva na zvoleném zemědělském stroji a vyhodnocena ekonomická výhodnost a úspora biopaliv nad fosilními palivy.

Summary

This thesis deals with biofuels for agricultural machinery. The theoretical part describes the most commonly used biofuels, the production and distribution of biofuels, according with generations. It also deals with the influence of biofuels on the efficiency of agricultural machinery and the environment. In the practical part in the economic analysis usage of fossil fuels and biofuels is compared on selected agricultural machines and evaluation of economic convenience and savings of biofuels over fossil fuels is elaborated.

Klíčová slova: biopaliva, hospodárnost provozu, zemědělské stroje

Keywords: biofuels, fuel economy, agricultural machinery

Obsah

ÚVOD	1
CÍL PRÁCE	2
METODIKA	2
1 BIOPALIVA	3
1.1 Význam biopaliv	3
1.2 Biopaliva první generace	3
1.2.1 Bionafta	4
1.2.2 Směsná motorová nafta	5
1.2.3 Bioetanol.....	5
1.3 Biopaliva druhé generace	6
1.4 Biopaliva třetí generace	6
1.5 Výroba biopaliv	7
1.5.1 Výroba bioetanolu	7
1.5.2 Výroba bionafty	8
1.6 Výhody biopaliv	9
1.7 Nevýhody biopaliv	9
1.8 Historie používání biopaliv v ČR a jejich podpora	9
1.8.1 Historie používání metylesteru řepkového oleje (MEŘO).....	10
1.8.2 Historie používání bioetanolu.....	10
1.9 Současnost	11
1.10 Požadavky na traktorový motor.....	11
1.11 Provoz vznětových motorů na biopaliva	13
2 VLIV BIOPALIV NA SPOTŘEBU U TRAKTOROVÉHO MOTORU	20
2.1 Vliv biopaliv na životní prostředí.....	23
2.1.1 Vliv biopaliv na pěstování surovin a na zemědělskou půdu	23
2.1.2 Vliv metylesteru řepkového oleje na výrobu emisí.....	25
3 EKONOMICKÁ ANALÝZA	28
3.1 Technické parametry traktoru.....	29

3.2	Průměrná spotřeba při různých zatížení u nafty a bionafty	31
3.3	Výpočet nájezdu Mth na jednu nádrž pro naftu a bionaftu	31
3.4	Výpočet výše dotace ze spotřební daně pro zemědělce.....	32
3.5	Cenová analýza výhodnosti mezi naftou a bionaftou	33
3.6	Výpočet cenové výhodnosti paliva na 1 Mth	34
3.7	Výpočet režijních nákladů	35
3.8	Výpočet ekonomické výhodnosti paliva s režijními náklady	37
3.9	Cenová výše úspory bionafty nad naftou	39
4	ZÁVĚR.....	41
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	42
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	47
	SEZNAM TABULEK	48
	SEZNAM GRAFŮ.....	49
	POUŽITÉ ZKRATKY.....	50

Úvod

Doprava je významným producentem skleníkových plynů a přispívá tak ke změnám klimatu. V posledních letech je možné vidět znatelný nárůst množství automobilů, nárůst letecké, železniční či vodní dopravy, který negativně ovlivňuje životní prostředí a zvětšuje se závislost na ropě. Například při výstavbě silnic a dálnic je klima ovlivňováno kácením lesů, které by naopak byly schopny tlumit skleníkové plyny z atmosféry. Již zhruba před padesáti lety začala být vnímána závislost na fosilních palivech, tedy z toho důvodu byla zkoumána alternativní paliva nazývaná biopaliva, která v devadesátých letech 20. století začaly využívat české firmy. Tato alternativní paliva jsou obnovitelným zdrojem energie, která by měla přispět ke snížení emisí skleníkových plynů. Výroba biopaliv v České republice začala být od roku 1993 podporována státem.

Mezi nejčastější alternativní palivo využívané ve spalovacích motorech zemědělských prostředků je bionafta, někdy nazývána metylester řepkového oleje dále směsná motorová nafta, metylester mastných kyselin a další. V případě provozování traktoru na alternativní paliva je třeba počítat s vyššími pořizovacími náklady a dalšími náklady na údržbu a pravidelný servis. Vzhledem k aktuálním cenám alternativního paliva je však třeba provést ekonomickou analýzu jestli se u daného zemědělského prostředku vyplatí uvažovat o biopalivech a za jak dlouho se tato investice začne vyplácet.

Dané téma bylo zvoleno zejména proto, že problematika biopaliv a zemědělských prostředků jsou součástí studie na České zemědělské univerzitě a také vzhledem k aktuálnosti, jelikož od roku 2016 nadále pokračuje daňové zvýhodnění od státu, tedy biopaliva jsou dotovaná a tím jsou pro odběratele výhodnější.

Cíl práce

V teoretické části je cílem práce provést kategorizaci biopaliv, popsat historii jejich využívání, zanalyzovat jejich výhody a nevýhody a zdokumentovat současnou situaci jejich užívání v České republice. V praktické části se klade za cíl analyzovat vliv biopaliv na úsporu provozu zemědělských strojů, jestli je opravdu výhodné požívat biopaliva nebo ne a zhodnotit ekologické, ekonomické a další vlivy biopaliv.

Metodika

Na základě literárního rozboru budou popsány biopaliva obecně, dále budou popsány technické parametry zemědělského prostředku, kde bude prováděna ekonomická analýza na biopaliva. Na základě vypočítané analýzy budou porovnávány náklady na naftu a na bionaftu, a poté vyhodnoceny, zda se vyplatí je využívat pro zvolený zemědělský prostředek.

1 Biopaliva

Biopaliva jsou alternativní paliva k užití pro pohon motorových vozidel, k vytápění nebo k výrobě elektrické energie. Jsou vyráběná z biomasy a jako suroviny pro výrobu se používají různé druhy biomasy například olejniny, cukrová řepa, obilí, kukuřice, sláma, odpady z živočišné výroby, lesní odpady. Pokud je biopalivo použito jako přídavek do benzínu nebo motorové nafty, lze pro něj použít výraz “biosložka” nebo “biokomponent”. Mezi biopaliva patří například bioetanol, bionafta, bioplyn, biometanol, bio-ETBE, bio-MTBE, biovodík. [1]

1.1 Význam biopaliv

Jedním z důvodů, proč se vlastně používají biopaliva, je snaha řešení problému globálního oteplování, a to pomocí redukování produkce skleníkových plynů, ze které je 73 % tvořeno fosilními palivy. Ke snížení produkce skleníkových plynů vede zejména pokles spotřeby energie, zvýšení účinnosti přeměny energie, přechod na nízkouhlíková paliva, zvýšení přirozeného poklesu CO₂ a uskladnění emisí CO₂. Náhrada fosilních paliv biopalivy výrazně přispívá tomuto poklesu produkce CO₂. Biopaliva je možné rozdělit dle skupenství na kapalná a plynná a dále dle generací na první, druhou a třetí dle druhu surovin, ze kterých se vyrábí. [4]

1.2 Biopaliva první generace

V České republice se v aktuální době využívají především biopaliva I. generace vyráběná ze zemědělských plodin. Mezi biopaliva první generace se řadí bioetanol, který je vyrobený z cukrové řepy, obilí, kukuřice, cukrové třtiny, škrobu, dále metylester řepkového oleje (neboli MEŘO, RME) z vylisované řepky olejné, či metylester mastných kyselin (neboli FAME), vyrobený z palmového, slunečnicového oleje. [2]

1.2.1 Bionafta

Bionafta je náhrada motorové nafty a je v Evropě i v České republice nazývána metylesterem mastných kyselin (FAME). V České republice je především rozšířený metylester řepkového oleje (MEŘO), který se nejvíce podobá vlastnostem motorové nafty. Pro výrobu bionafty je hlavní surovinou řepkový olej, živočišné nebo rostlinné tuky. V současné době tvoří bionafta 6 % objemu běžné motorové nafty. Čistá bionafta je na českém trhu k dostání pod názvem B100. Ovšem, aby nedocházelo k poškození diesellového motoru, je před čerpáním nutná úprava motoru. [3]

Mezi výhody patří zejména její obnovitelnost, oproti běžné motorové naftě má bionafta nižší emise škodlivin do ovzduší, vysokou mazací schopnost, u přídavku bionafty do motorové nafty se snižuje opotřebení motoru a také ji lze vyrábět z vlastních zdrojů státu, tedy je méně závislá na ropě. [8]

Nevýhodou bionafty je její ekonomická náročnost výroby (dražší cena rostlinného oleje), nižší výkon tedy tím pádem vyšší měrná spotřeba paliva daná nižší výhřevností MEŘO, negativní vliv na motorový olej a kontakt s vodou, kde vznikají mastné kyseliny a dochází tak ke korozi palivového systému. [8, 11]

Mezi bionaftou a klasickou motorovou naftou jsou podstatné rozdíly i přesto, že bionafta s motorovou naftou jsou na bázi podobného charakteru. Na tab. 1 jsou možné vidět rozdíly ve vlastnostech. Z hlavních vlastností bionafty je nižší výhřevnost než u motorové nafty tzn., že její spotřeba je vyšší a točivý moment a výkon motoru nižší. Bionafta je dále méně těkavá, tedy má vyšší hustotu, bod vzplanutí, viskozitu, relativní molekulovou hmotnost a i cetanové číslo. Při chodu neprohřátého motoru má bionafta více sklony k pronikání do olejové náplně, což v případě většího množství bionafty může zhoršovat vlastnosti motorového oleje. Další vliv na kvalitu bionafty je její čistota, která je ovlivňována především výrobou, tedy záleží na čistotě rostlinného oleje a i na technologii transesterifikace. V případě, že je bionafta nekvalitní, může obsahovat větší množství glycerolu, metanolu, zbytků mýdel z esterifikačního katalyzátoru, fosforu a slizových zbytků z lisování řepky atd. [28, 29]

Tab 1: Porovnání vlastností nafty a bionafty

VLASTNOSTI PALIVA	BIONAFTA (MEŘO)	MOTOROVÁ NAFTA
Rel. molekulová hmotnost (g/mol)	cca 300	170 - 200
Cetanové číslo	cca 54	51
Hustota při 15 °C (g/cm ³)	0,88	0,84
Výhřevnost (MJ/kg)	37,3	42,7
Výhřevnost (MJ/l)	32	35,7
Stechiom. poměr vzduch/palivo (hm.)	12,3	14,53
Obsah kyslíku (% hm.)	10	< 0,6
Kinematická viskozita při 20 °C (mm ² /s)	7,4	4
Bod vzplanutí (°C)	91 - 135	77

Zdroj: [29]

1.2.2 Směsná motorová nafta

Směsná motorová nafta je český produkt, který je tvořen s nejméně 30 % MEŘO (SMN B30) a zbytek tvoří fosilní motorová nafta. Je prodáván na čerpacích stanicích jako například SMN 30, Ekodiesel, Biodiesel, Setadiesel a tam, kde je to výrobcem dovoleno, je možno ji tankovat bez jakýchkoli úprav motoru. [3]

1.2.3 Bioetanol

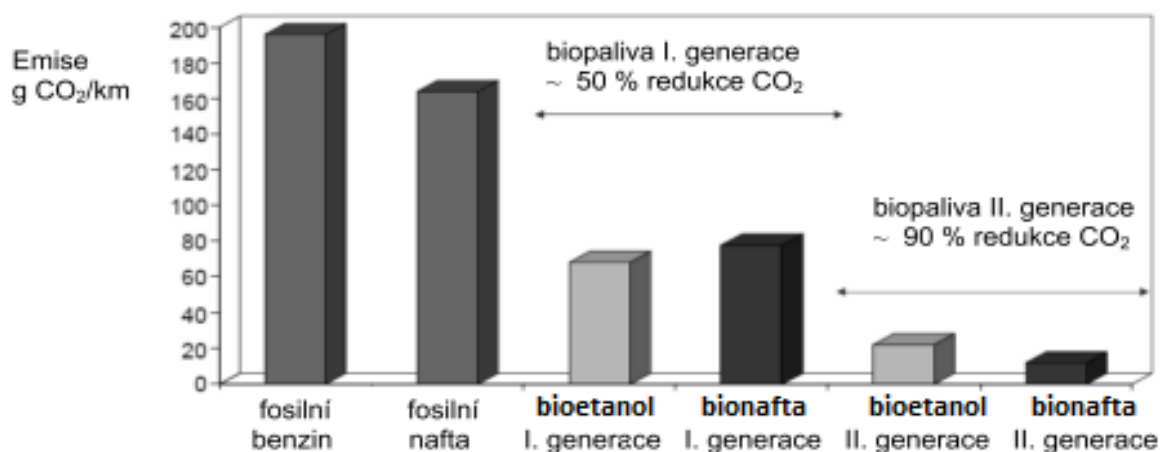
Bioetanol je bezvodý kvasný líh určený k palivovým účinkům, který je možno míchat do motorového benzínu v různých koncentracích. Většinou je vyráběn z rostlin, které obsahují větší množství sacharidů a škrobu. Lihovarnickými postupy je z uvedených složek zpracován zpracovávají finální produkt. Při spalování bioetanolu je oproti běžnému benzínu nižší podíl oxidu uhličitého a oxidu dusíku. V současné době se přidává do veškerého benzínu zhruba 4,2 % celkového objemu. Dalším produktem, jehož složkou je bioetanol, je vysokoprocenní směs E85, která je tvořená z 85 % bioetanolu a 15 % benzínu. [4]

Výhodou bioetanolu je snížení benzenu a síry v benzínu, čištění spalovacího systému a díky bioetanolu dochází k redukci CO ve spalinách, tedy dochází ke snížení emisí výfukových plynů. Jako nevýhoda se považuje méně energie v litru paliva, tedy je mírně vyšší spotřeba oproti klasickým palivům. [9]

1.3 Biopaliva druhé generace

Biopaliva druhé generace se od biopaliv první generace liší svým vlivem na životní prostředí a druhem biomasy jako suroviny pro jejich výrobu. Oproti biopalivům první generace, která jsou vyráběna z „potravinářské“ biomasy, biopaliva druhé generace jsou vyráběna z „nepotravinářské“ lignocelulose biomasy (dřevo, těžební zbytky, seno, sláma, rostlinné odpady, rychle rostoucí dřeviny atd.). Biopaliva druhé generace mají až 90% potenciál snížení emisí CO₂ ve srovnání s fosilní naftou. Mezi biopaliva druhé generace patří bioetanol vyráběný z lignocelulose biomasy, bionafta jako produkt Fischerovy Tropšovy syntézy a biometanol, biodimetyler a biovodík jako produkt katalytické konverze syntézního plynu. Graf 1 znázorňuje, jak dochází ke snížení emisí oxidu uhličitého biopalivy první a druhé generace. [5]

Graf 1: Potenciál snížení emisí CO₂ biopalivy první a druhé generace (upraveno)



Zdroj: [5]

1.4 Biopaliva třetí generace

Tato alternativní paliva vznikají z vodních řas, které produkují menší množství oleje, které je pak přeměno na palivo. Při dostatečném množství CO₂ rostou zelené řasy velmi rychle a po přeměně na biopalivo jsou až 90 krát výnosnější na jeden hektar než při použití energetických plodin jako je například kukuřice. Tato technologie je však na úplném počátku. [15]

1.5 Výroba biopaliv

Každé biopalivo je možno vyrábět podle již zmíněných druhů generací, aktuálně se využívá výroba biopaliv první a druhé generace. Nejčastěji používané druhy biopaliva jsou bionafta do vznětových motorů a bioetanol do zážehových motorů. V následujících kapitolách je rozděleno, jak se tyto dva druhy alternativního paliva vyrábí.

1.5.1 Výroba bioetanolu

K výrobě bioetanolu se používá biomasa, která se rozděluje do tří skupin. Jako první skupina je biomasa obsahující jednoduché cukry (cukrová řepa a třtina), dále biomasa obsahující škrob (obiloviny, brambory, kukuřice apod.), tyto suroviny patří do biopaliv I. generace a jako třetí lignocelulózová biomasa, která se vyrábí ze slámy, rychle rostoucí dřeviny, štěpky, odpad biologického původu, papír apod., ta patří do biopaliv II. generace. Výroba bioetanolu je založena na kvašení a proces probíhá převážně bez přístupu vzduchu.

Výroba bioetanolu I. generace je z cukrové třtiny nebo řepy nejjednodušší. Tyto suroviny obsahují sacharosu, která se přemění na jednoduché cukry, které se následně dají snadno fermentovat neboli kvasit. Před vlastní fermentací je cukrová třtina nebo řepa rozmělněna a cukry jsou odděleny. Následuje kvašení ve fermentoru, při kterém jsou vzniklé sacharidy konvertovány kvasinkami na bioetanol a oxid uhličitý.

Výroba bioetanolu z obilovin je nejprve mletím nebo drcením zrna. Dalším stupněm výroby je příprava zápar. V tomto procesu dochází k bobtnání a zmazovatění zrn škrobu. Škrob je postupně převáděn působením enzymů nebo kyselou hydrolyzou na zkvasitelný sacharid. Následuje kvašení ve fermentoru, které probíhá za obdobných podmínek jako v případě výroby bioetanolu ze sacharidů. [6]

Technologie výroby bioetanolu II. generace z lignocelulózové biomasy je více komplikovaná. Nyní je v procesu výzkumu a její reálné využívání se předpokládá zhruba během 5 až 10 let. Proces konverze lignocelulózové biomasy na bioetanol je nejčastěji zahajován hydrolyzou lignocelulózové biomasy na jednoduché fermentovatelné cukry, která je mnohem obtížnější než hydrolyza škrobu u biomasy pro biopaliva I. generace. [6]

1.5.2 Výroba bionafty

Bionafta je nejčastěji vyráběna z olejnatých rostlin, popřípadě i z živočišných tuků. Olej je získáván lisováním a za působení vysoké teploty a katalyzátorů se mění na bionaftu I. generace. Tato reakce je nazývána transesterifikace olejů nízkomolekulárním alkoholem za homogenní katalýzy. Jako alkohol je nejvíce používán metanol. Transesterifikace je prováděna za homogenní bazické katalýzy, kde kyselina je používána jako katalyzátor. Výhodou homogenní katalýzy je nenáročnost na výrobní zařízení a snadné provedení. Nevýhodou je ztráta katalyzátoru vznikem mýdel při bočné reakci. Nejdůležitějšími parametry pro reakci jsou:

- molární poměr metanol / olej, typ a množství katalyzátoru,
- teplota a čas reakce,
- intenzita míchání a složení vstupního rostlinného oleje.

Olej a metanol jsou nemísitelné kapaliny, tudíž je zde velmi důležité míchání. Nejčastějšími podmínkami výroby je teplota 60 až 70 °C, molární poměr alkohol/olej 6:1, cca 1 % katalyzátoru vůči oleji a čas reakce 60 až 90 minut. Poté následuje separace bionafty od ostatních produktů a sušení. Existují další způsoby, a to například heterogenní katalýza nebo enzymatická katalýza. [7, 8]

Jelikož také dochází k mísení s lehkými ropnými produkty a výroba metylesterů je finančně náročná, vzniká tzv. bionafta II. generace. Tato bionafta musí obsahovat alespoň 30 % metylesteru a má trochu odlišné vlastnosti než klasická nafta, proto k použití jsou nutné úpravy na spalovacích motorech. Jedna z technologií pro výrobu motorového paliva II. generace je Fischerova-Tropschova syntéza. Surovinou pro tuto výrobu může být pěstovaná nepotravinářská biomasa, ale i organické zbytky z odpadů, zemědělské výroby, průmyslu. Fischerova-Tropschova syntéza je katalyzovaná chemická reakce, kde za působení velkého tlaku a teploty 200 - 350 °C jsou oxid uhelnatý a vodík přeměňovány na různé kapalně uhlovodíky. Katalyzátory jsou především ze železa a kobaltu. [7, 8]

1.6 Výhody biopaliv

Primárním důvodem pro využívání biopaliv je důvod ekologický, tedy snížení produkce emisí skleníkových plynů, především CO₂. S nadsázkou je možné říci, že u biopaliv se oxid uhličitý pouze vrací zpět do ovzduší, odkud byl předtím při pěstování odčerpán. Z důvodu náročnosti výroby biopaliv se musí posoudit úspory emisí CO₂ a stanovit produkce CO₂ při pěstování až po konečné spálení ve vozidle. Pěstování biomasy pro výrobu biopaliv přináší další možnosti využití zemědělské půdy a nová pracovní místa v oboru zemědělství a lesnictví, a to směřuje ke druhému hledisku, a sice hledisku ekonomickému. Státy, jako je Česká republika, tím snižují svoji závislost na dovozu ropy. [8]

1.7 Nevýhody biopaliv

Mezi negativa se řadí produkce CO₂, která vzniká při následném zpracování rostlin na biopalivo. Jde o energeticky náročný proces, při kterém se do ovzduší vypouští CO₂. Takto vzniklý oxid uhličitý dosahuje u biopaliv I. generace 50 i více procent z uspořené produkce CO₂, u biopaliv druhé generace je tento podíl mnohem menší. Pro výrobu plodin, z nichž se biopaliva vyrábí, je potřeba velkých zemědělských ploch, to může vézt ke kácení pralesů v tropických oblastech. V České republice se to projevuje zabíráním zemědělské půdy primárně určené pro pěstování potravin, což také může vézt ke zvýšení cen potravin. Další negativum, které platí téměř u všech biopaliv, je nutnost úpravy palivové soustavy a optimalizace chodu motoru. [5]

1.8 Historie používání biopaliv v ČR a jejich podpora

Již po roce 1989 založilo dvacet dva českých zemědělských firem Sdružení pro bionaftu. Od téhož roku se technologie a rozsah výroby postupně zlepšují. Evropská směrnice 2003/30/ES sama v roce 2003 doporučovala přimíchání biopaliv do fosilních paliv. V České republice tato směrnice platí od roku 2007 a určuje povinné přimíchávání biopaliv do pohonných hmot, a to zhruba 6% bionafty do nafty a 4,2% bioetanolu do benzínu. Tyto složky však nejsou daňově zvýhodněné. V roce 2009 bylo navrženo ministrem financí osvobození biopaliv od spotřební daně. Umožnilo to rozvoj trhu s vysokoprocentními biopalivy. [10]

1.8.1 Historie používání metylesteru řepkového oleje (MEŘO)

Tento program s používáním MEŘO se zavedl počínaje cíleným pěstováním řepky olejky. V letech 1992 až 1996 byla poskytována finanční podpora na výstavbu a nákup technologií a od roku 1997 pro uplatnění přídatku min. 30 % MEŘO do motorové nafty pro výrobu směsné nafty. Výraznou ekonomickou podporou výroby MEŘO (do konce roku 2003 sazba DPH 5 %) se od roku 1999 dařilo v ČR vyrábět a prodávat až 260 tis. tun směsné motorové nafty ročně, čímž přibližný podíl je 1,4 % na všech spotřebovaných pohonných hmotách (benzinu a motorové nafty). Směsná motorová nafta byla v prodeji zhruba u 500 čerpacích stanic a také cena byla mnohem nižší než standardní motorová nafta vyrobená z ropy, tedy byla velmi žádaná a šla na odbyt. [13]

Z důvodu vstupu ČR do EU se zrušila dotace pro výrobu MEŘO a tím pádem se zvýšilo DPH z 5 % na 19 %. Podmínky pro využití MEŘO pro dopravu se výrazně zhoršily, proto směsná nafta od roku 2004 téměř zmizela z trhu. Výroba MEŘO pokračovala tím, že se vyváželo především do Německa, kde existovaly příznivé ekonomické podmínky. Od roku 2007 byla zvýšena sazba spotřební daně směsné nafty jako u čisté fosilní motorové nafty. Proto směsná nafta už téměř vyšla z prodeje. Rok na to byla opět snížena sazba spotřební daně SMN, čímž zase vznikla motivace k výrobě a prodeje MEŘO v České republice. [13]

1.8.2 Historie používání bioetanolu

Už po první světové válce se začaly vyrábět a prodávat lihobenzinové směsi. Například v roce 1935 se umožňovalo vmíchání do benzinů až padesát tisíc tun bioetanolu ročně, což činilo 20 % spotřeby benzínu.

V České republice jsou v dnešní době tři velké lihovary, které vyrábějí bioetanol. Oproti dřívější době jsou výrobci bioetanolu ovlivňováni negativními faktory jako například rostoucí dovozy levného lihu ze zahraničí, a to nejvíce z Brazílie nebo Pákistánu. [4]

1.9 Současnost

Nová směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES říká: „*Evropská rada na zasedání v březnu roku 2007 znovu potvrdila závazek Společenství rozvíjet energii z obnovitelných zdrojů po roce 2010 v celém Společenství. Schválila povinný cíl 20 % podílu energie z obnovitelných zdrojů na celkové spotřebě energie ve Společenství do roku 2020 a povinný minimální cíl, jenž má být dosažen všemi členskými státy, 10 % podílu biopaliv na celkové spotřebě benzínu a nafty v dopravě, přičemž tento cíl má být zaveden nákladově efektivním způsobem.*“ [32]

Proto Česká republika a ostatní členské státy začaly s přimícháváním biopaliv. Do konce roku 2015 v České republice byla biopaliva osvobozena od spotřební daně jak na vysokoprocentní směsi, tak i na čistá biopaliva. Proto se tedy dosáhlo toho, že biopaliva používal téměř každý, buď v nízkém procentu, které je přimícháváno do benzínu (4,2 %) a nafty (6 %) nebo i jako vysokoprocentní směsi, například E85, SMN30 nebo čistá bionafta (FAME). Od data 1. 1. 2016 byla odsouhlasena Evropskou komisí spotřební daň pro čistou bionaftu 4,95 Kč/l a pro směsnou motorovou naftu 9,26 Kč/l. [12, 31]

1.10 Požadavky na traktorový motor

U traktorů a dalších zemědělských prostředků jsou v současné době používány především čtyřdobé vznětové motory, výjimečně některé malotraktory mají dvoudobý nebo zážehový motor.

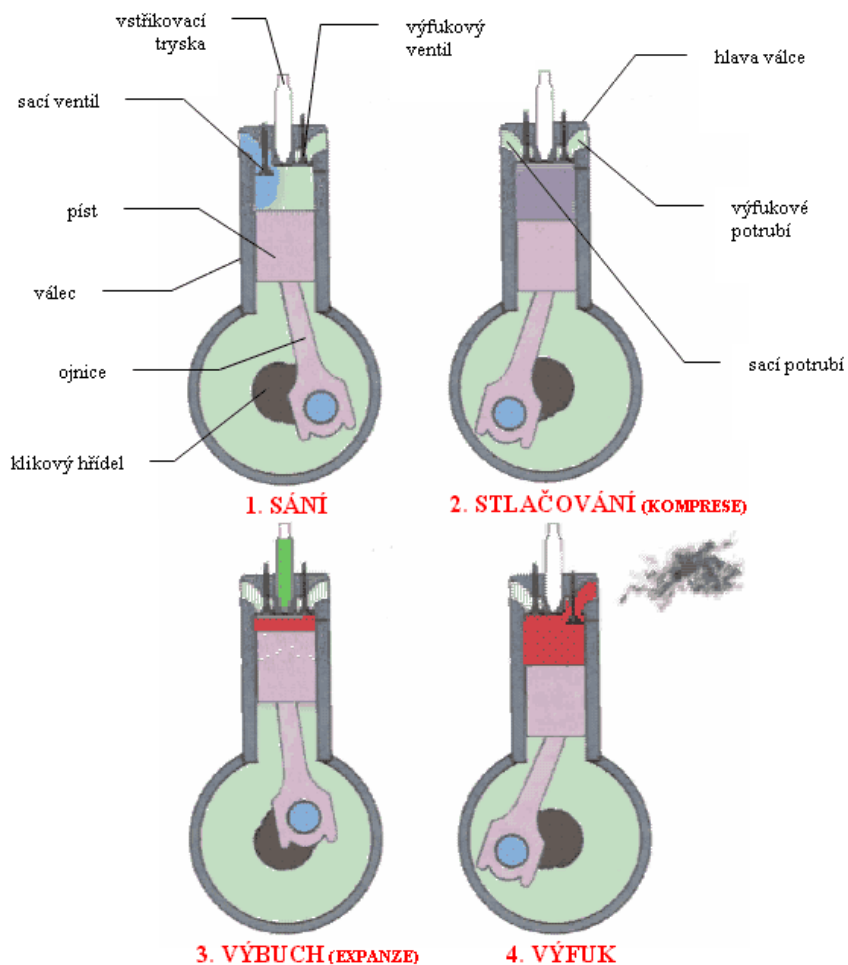
Důvodem, proč nevyužívat zážehový motor neboli benzínový motor na dopravní prostředky jako jsou traktory, nákladní automobily, lodě atd. je zejména to, že naftové motory disponují větším točivým momentem, tedy velkou potřebnou silou s malým počtem otáček, což zajišťuje menší spotřebu paliva, tzn. u těchto dopravních prostředků je třeba velká síla s konstantními otáčkami. [24]

Čtyřdobé vznětové motory jsou pístové motory s vnitřním spalováním, kde se energie přenáší přes píst a ojnici na klikový hřídel viz na obr. 1.

Obecné požadavky na spalovací motor se dělí podle různých hledisek:

- legislativa (výfukové emise, hluk, bezpečnost, spotřeba paliva, recyklovatelnost),
- zákazník (spotřeba paliva, životnost, výkon, spolehlivost, údržba, cena),
- výrobce (nenáročnost výroby, kvalita, výrobní náklady, zisk, trh a konkurence).

Obr. 1 Pracovní oběh čtyřdobého vznětového motoru



Zdroj: [17]

Pro traktorový motor jsou ještě kromě obecných požadavků také speciální požadavky jako např.:

- trvalý provoz při maximálním výkonu,
- provoz při velkém kolísání zatížení,
- vysoké převýšení točivého momentu motoru,
- motor musí plnit podle předpisů kouřivost, emise výfukových plynů, regulátor otáček),
- snadná a rychlá diagnostika poruch,
- vysoká životnost a spolehlivost motoru. [24]

1.11 Provoz vznětových motorů na biopaliva

Motory je možné rozdělit podle druhu spalování, a to na zážehové a vznětové motory. Pro zážehové motory je palivová směs ve válci zapalována zapalovací svíčkou a použitelnými biopalivy jsou bioetanol, bioplyn, biometanol, biodimetyléter, bio-ETBE, bio-MTBE, biovodík a syntetická paliva. U vznětových motorů dochází ke vznícení paliva vstříkovaného do válců motoru (obr. 1), pro tyto motory je možno uplatnit bioetanol, bionafta, směsná motorová nafta. Při provozu vznětových motorů na biopaliva nesmí být množství škodlivin, tj. oxidu uhelnatého, uhlovodíků, oxidů dusíku a pevných částic, ve výfukových plynech vyšší, než připouštějí příslušné předpisy Evropské hospodářské komise (EHK) pro provoz na motorovou naftu. [14]

Pro vznětové motory v ČR je používáno především MEŘO, směsné nafta a řepkového oleje. Kromě povinné biosložky v motorové naftě lze ve vznětových motorech spalovat směsnou motorovou naftu (SNM 30, která obsahuje 30 % MEŘO) nebo čistý 100 % metylester řepkového oleje. [14]

Pro použití bionafty jsou doporučována základní pravidla, jako např. je třeba častěji kontrolovat palivové čističe, ocelový čistič, hladinu motorového oleje, interval výměny motorového oleje je zkracován až na polovinu délky doporučené servisní výměny.

Jako další požadavek bionafty je, že traktor nebo komunální vozidlo nesmí být s bionaftou B30 odstaven déle než 3 měsíce, v jiném případě musí být motor provozován pouze na motorovou naftu po dobu alespoň 20 hodin k vyčištění palivové soustavy. Někteří výrobci traktorů použití paliv s vysokým podílem MEŘO nedoporučují, ale postupně je rozšiřován sortiment traktorů, které umožňují biopaliva spalovat.

Jedním z významných výrobců těchto systémů spalování řepkového oleje a také bionafty B100 je společnost Deutz, která nabízí i motory do traktorů Fendt a DeutzFahr. Jde o dvoupalivový systém s automatickým přepínáním mezi provozem na motorovou naftu a řepkový olej. Uspořádání hlavních částí dvoupalivového systému na traktoru Fendt je možno vidět z obr. 2. [14]

Obr. 2 Schéma rozmístění jednotlivých částí dvoupalivového systému na traktoru Fendt 820 Greentec. 1 – výměník tepla pro ohřev řepkového oleje, 2 – hrubý čistič řepkového oleje, 3 - ventil přepínání paliva, 4 – jemný čistič paliva, 5 – hrubý čistič paliva, 6 – palivová nádrž (nafta)

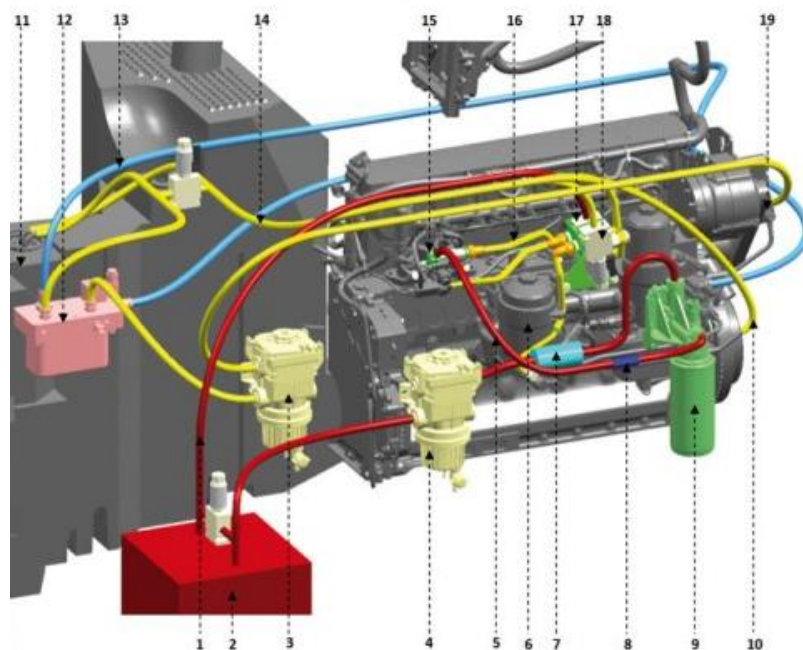


Zdroj: [14]

Motor obsahuje palivový systém Common Rail s upraveným nízkotlakým okruhem. Na obr. 3 je možné vidět palivovou soustavu motoru. [14]

Obr. 3 Palivová soustava traktoru Fenst 820 Greentec se spalovacím motorem Deutz Natural Fuel

Engine: 1 - vratné potrubí (nafta), 2 – palivová nádrž (nafta), 3 – hrubý čistič a odlučovač vody (alternativní palivo), 4 – hrubý čistič a odlučovač vody (nafta), 5 – potrubí s naftou, 6 – hlavní čistič (alternativní palivo), 7 – elektrické podávací čerpadlo (nafta), 8 – zpětný ventil, 9 - hlavní čistič paliva (nafta), 10 – přepad z hlavního čističe paliva (alternativní palivo), 11 – palivová nádrž (alternativní palivo), 12 – výměník tepla, 13 – vedení s chladicí kapalinou, 14 – vratné potrubí (alternativní palivo), 15 – řadící ventil, 16 – potrubí s alternativním palivem k řadícímu ventilu, 17 – ventil zpětné větve, 18 – ventil připojování alternativního paliva, 19 – podávací palivové čerpadlo (alternativní palivo)

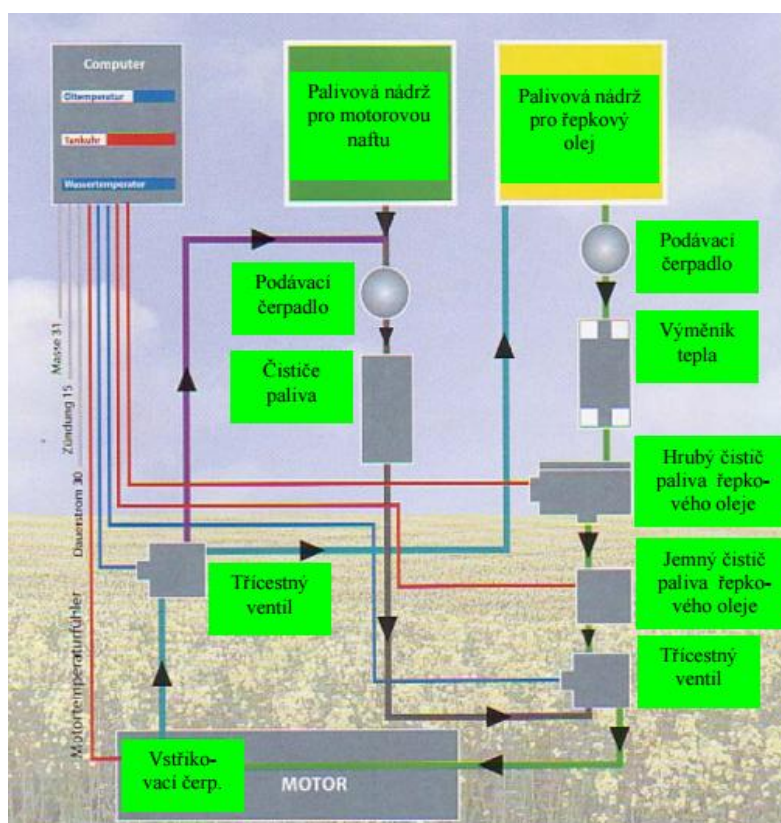


Zdroj: [14]

Pro upravený palivový systém je nutné zajistit stejnou kvalitu směsi se vzduchem ve spalovacím prostoru motoru pro obě paliva. Ke startování traktorového motoru dochází pouze na naftu, poté je ve výměníku ohříván řepkový olej. K přepnutí na řepkový olej dojde automaticky v případě, že teplota řepkového oleje dosáhne 62 °C a točivý moment motoru je minimálně 250 Nm po dobu 10 s. Pokud není splněn jeden z uvedených požadavků po dobu 40 s, systém je automaticky přepnut zpět do režimu provozu na motorovou naftu. Pro příští bezproblémové nastartování je nutné před ukončením provozu traktoru manuálně přepnout na provoz s motorovou naftou z důvodu odstranění oleje z vysokotlaké části palivové soustavy.

Pro spolehlivý provoz na řepkový olej firma Deutz doporučuje teplotu 5 °C a výše. Při provozu na řepkový olej se zpravidla zkracuje interval výměny motorového oleje o polovinu. Spousta firem umožňuje přestavbu palivového systému traktoru na řepkový olej. Přestavbu traktorového motoru je možno vyřešit pomocí jednopalivového nebo dvoupalivového systému, které mají za úkol především zlepšit čerpatelnost paliva a snížit viskozitu. Tyto palivové soustavy jsou zjednodušeně zobrazeny na obr. 4. Jednopalivová soustava obsahuje předehřev paliva, zvětšení průtočného průřezu potrubí a elektrický ohřev bloku motoru. [18]

Obr. 4 Blokové schéma dvoupalivového systému



Zdroj: [18]

Naopak dvoupalivová soustava startuje motor na motorovou naftu a při zahřátí chladicí kapaliny se automaticky nebo manuálně přepne na řepkový. Manuální přepínání provádí řidič přes elektronický panel, který je umístěný v kabině vedle palubní desky viz obr. 5. Dvoupalivová soustava dále obsahuje speciální ventily, zajišťující správný odchod do vstřikovacího čerpadla a nádrže a tím tak zabraňují smíšení nafty s olejem.

Existují také motory, které jsou přímo vyvinuté na rostlinný olej. Větší motory využívají dva vstřikovače, obsahují také spodní a horní část pístu, které jsou spojeny ojnicí. [13, 14]

Obr. 5 Ovládací a informační panel použitý u dvoupalivového systému traktoru Case IH 135 MXU



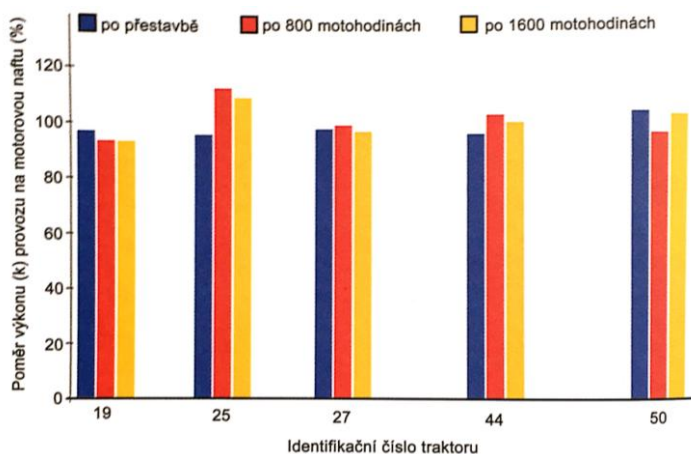
Zdroj: [18]

Na rozdíl od motorové nafty u všech spalovacích motorů na rostlinný olej dochází k víření směsi za zvýšené teploty, tedy spalování se zlepšuje a nedochází k usazeninám. Současně se tyto motory stále zkoumají, například v Německu probíhalo měření s označením „100-Schlepper“, kde se zkoumaly upravené motory. Tímto měřením bylo zjištěno, že traktorové motory vyráběné pro biopalivo je možné využívat, ale je nutné dodržovat:

- zvýšení teploty u řepkového oleje,
- zvětšení průřezu trubky a palivových filtrů,
- ohřev chladící kapaliny motoru.

V projektu „100-Schlepper“ bylo zkoumáno 111 traktorů. Na grafu 2 je možné vidět porovnání výkonu motoru po přestavbě na řepkový olej u různých traktorů nejdříve po 800 motohodinách a poté po 1600 motohodinách provozu. [14]

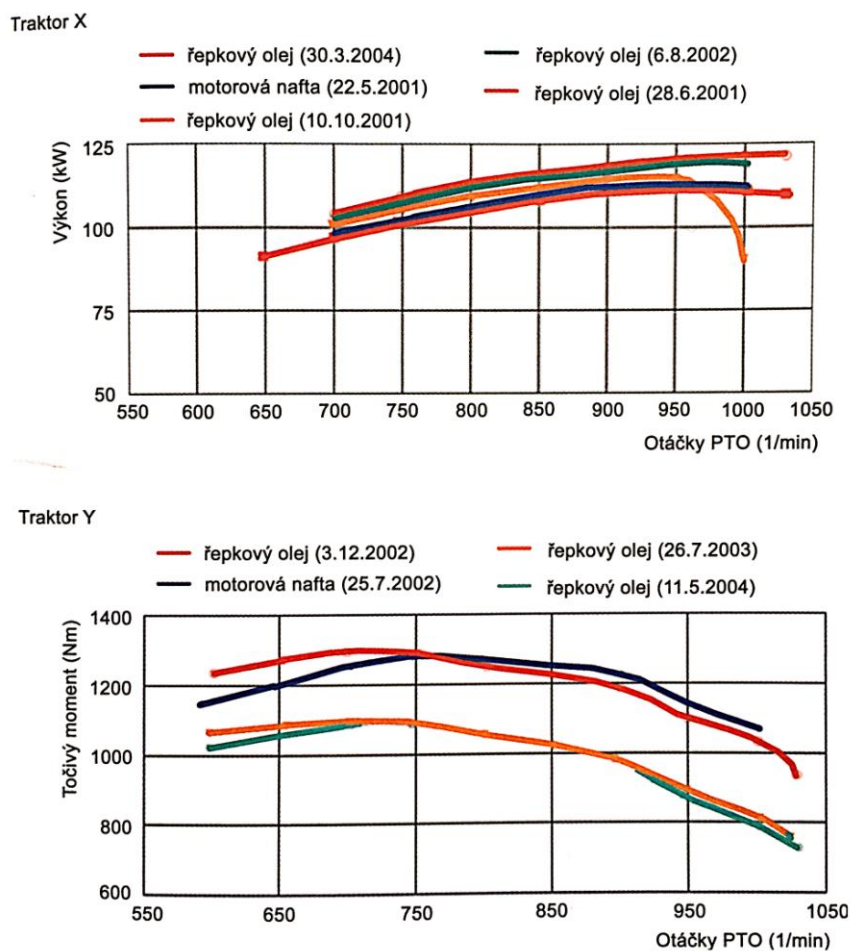
Graf 2: Porovnání výkonu motoru na traktorech při použití řepkového oleje



Zdroj: [14]

Na grafu 3 je znázorněna změna výkonu motoru v určitém čase. Otáčková charakteristika vypovídá, že při použití biopaliv dochází ke zvýšení výkonu motoru. Po zhruba třech letech se výkon opět snížil na úroveň motorové nafty. [14]

Graf 3: Charakteristiky spalovacích motorů traktoru při provozu na řepkový olej během let

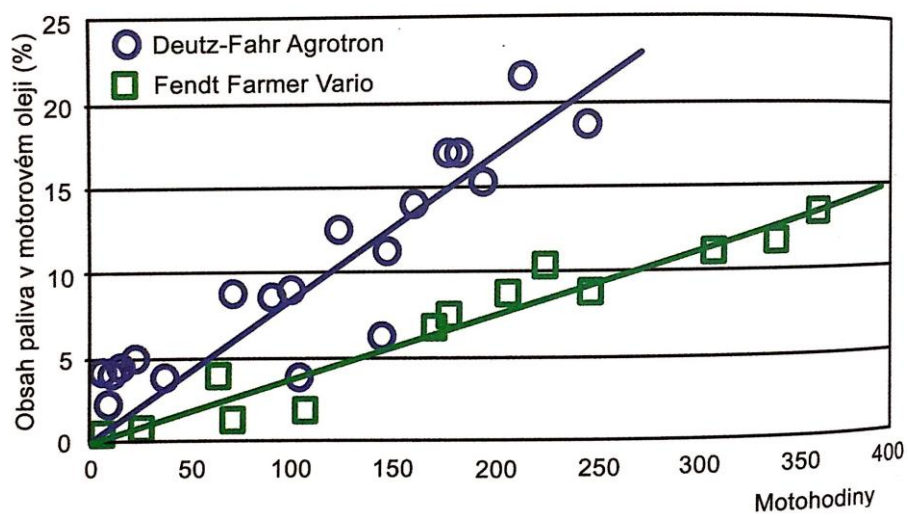


Zdroj: [14]

V projektu byly mimo výkony motoru zkoumané také závady vstřikovacího čerpadla, potrubí apod. Na konci projektu bylo ukázáno, že 30 traktorů pracovalo bez jakékoli závady, u 35 traktorů se vyskytly nepatrné poruchy, u 36 traktorů větší poruchy a u 10 traktorů byly zaznamenány závažné poruchy. [14]

Na grafu 4 je znázorněn průběh ředění motorového oleje u traktorů Fendt Farmer a Deutz – Fahr Agrotron, kde při se zvyšujícími motohodinami docházelo k nárůstu paliva obsaženého v motorovém oleji. Tolerované zředění se většinou uvádí od 5 do 10%. [14, 26]

Graf 4: Obsah paliva v motorovém oleji u traktorů dvou výrobců



Zdroj: [14]

2 Vliv biopaliv na spotřebu u traktorového motoru

Jedna z výhod spalovacího motoru je snadná regulovatelnost, kdy se dá přepnout do různých režimů s rozdílnými otáčkami, točivým momentem a spotřebou. Řidič tak může ovlivnit spotřebu paliva v traktoru. Traktorové motory mají vysoké převýšení točivého momentu v širším rozmezí otáček. Tedy nejvhodnější je vzhledem k uvedeným vlastnostem provozovat motor v ekonomickém režimu, kdy motor pracuje s nízkou měrnou spotřebou a s vysokou účinností. Aby bylo možné zjistit ekonomiku provozu, je nutné vědět několik informací, a to z otáčkové charakteristiky, kde se dají zjistit ty nejdůležitější parametry, jako jsou otáčky, točivý moment, výkon a měrná spotřeba. [24, 26]

Dalším příkladem na obr. 6 je měření v laboratořích Mendelovy Univerzity v Brně. Tato laboratorní práce byla prováděna na traktoru CASE IH Puma, který má vstřikovací systém Common Rail bez jakýchkoli úprav. Měření bylo prováděno přes zadní vývodový hřídel pomocí dynamometru, kde se zjišťoval točivý moment motoru a otáčky PTO. [33]

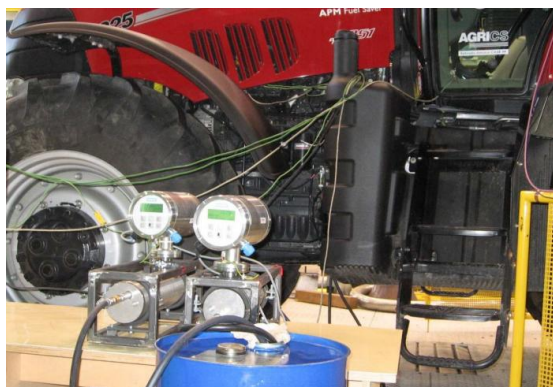
Obr. 6 Měření vlivu paliva na výkon motoru s Common Rail



Zdroj: [33]

Současně se měřila spotřeba paliva přes dvojici hmotnostních Coriolisových průtokoměrů viz obr. 7, teplota paliva, teplota nasávaného vzduchu, teplota vzduchu za turbodmychadlem, tlak plnicího vzduchu za turbodmychadlem, teplota mazacího oleje, teplota chladicí kapaliny a teplota výfukových plynů. Jako zkušební palivo byla použita nafta a směsná nafta B30. [33]

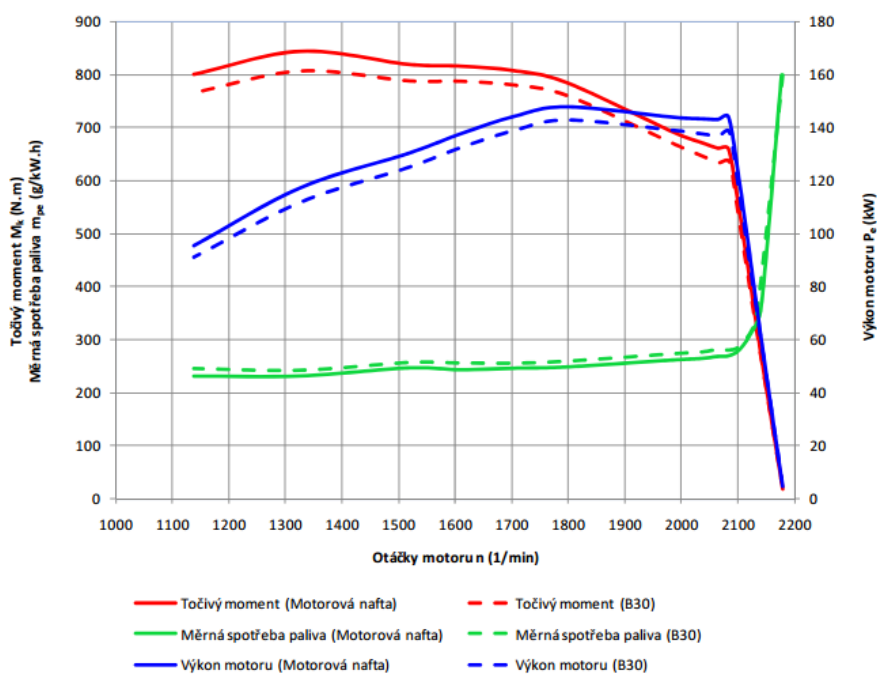
Obr. 7 Měření spotřeby paliva přes dvojici průtokoměrů Coriolis



Zdroj: [33]

Z naměřených dat byla zhotovena jmenovitá otáčková charakteristika viz graf 5, kde jsou vyneseny průběhy točivého momentu, výkonu motoru a měrné spotřeby paliva při provozu na motorovou naftu a směsné palivo B30. [33]

Graf 5: Otáčková charakteristika traktoru CASE Puma CVX 225



Zdroj: [24]

Z grafu je také možné vidět snížení točivého momentu, a tím i výkonu motoru cca o 4 % při použití biopaliva. Pokles parametrů je způsobem nižším energetickým obsahem v bionaftě, kde je třeba brát v úvahu, že bionafta má větší měrnou hmotnost a menší výhřevnost než motorová nafta. Maximální naměřené hodnoty, které byly naměřeny, jsou v tab. 2. V laboratorním měření byla dosažena nejnižší měrná spotřeba v oblasti s nejvyšším točivým momentem, kde se její velikost pohybovala zhruba 242 g/kW.h při měření přes PTO. [33]

Tab. 2 Měřené parametry spalovacího motoru

Měřené parametry spalovacího motoru	Nafta	SMN 30
Maximální výkon motoru (kW)	147,7	143
Maximální točivý moment (N.m)	843,7	806
Měrná spotřeba při max. výkonu (g/kW.h)	247,85	259,5

Zdroj: [33]

Měřené parametry spalovacího motoru lze také vypočítat přes následující vzorce (1, 2, 3): [24]

- **Výkon motoru na vývodovém hřídeli** (1)

$$P_e = \frac{M_t * \pi * n}{30} \quad [\text{W}]$$

kde: P_e – výkon motoru na vývodovém hřídeli [W]

M_t – točivý moment při ustáleném režimu [Nm]

n – otáčky vývodové hřídele [min^{-1}]

- **Hodinová hmotnostní spotřeba** (2)

$$M_{ph} = V_{ph} * \rho \quad [\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}]$$

kde: M_{ph} – průměrná hodinová spotřeba [$\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$]

V_{ph} – průměrná hodinová spotřeba objemová [$\text{l} \cdot \text{h}^{-1}$]

ρ – měrná hmotnost paliva odpovídající jeho teplotě [$\text{kg} \cdot \text{l}^{-1}$]

- **Měrná spotřeba paliva**

(3)

$$m_p = \frac{M_{ph}}{P_e} * 10^3 \quad [g.kW^{-1}.h^{-1}]$$

kde: m_p – měrná spotřeba paliva $[g.kW^{-1}.h^{-1}]$

M_{ph} – průměrná hodinová spotřeba $[kg.h^{-1}]$

P_e – výkon motoru na vývodové hřídeli $[W]$

2.1 Vliv biopaliv na životní prostředí

Využívání biopaliv má v principu pozitivní vliv na životní prostředí, ačkoli jejich celkový dopad je diskutabilní, neboť jejich výroba je energeticky poměrně náročná. V případě použití čistých biopaliv nebo směsí biopaliv s fosilními palivy je možné dosáhnout snížení emisí, které znečišťují ovzduší, a to především ve městech. Při jejich použití také dochází k využití orné půdy, která je nevyužitá pro potraviny a krmivo v České republice, a tím se i zvyšuje zaměstnanost v zemědělství. [21]

2.1.1 Vliv biopaliv na pěstování surovin a na zemědělskou půdu

Často je myšleno, že za účelem pěstování biopaliv je nutnost kácení tropických deštných pralesů. Tropické deštné pralesy představují cenné ekosystémy a vzniká riziko narušení globální klimatické rovnováhy, a proto není vhodné je využívat jako plochy pro pěstování plodin.

Mezi základními surovinami pro výrobu biopaliv jsou řepka olejka, obilniny a cukrová řepa. Tyto energetické plodiny nevytlačují ze zemědělských půd plodiny vhodné k potravě či krmivu, pouze je nahrazují v tom případě, když o ně není na trzích zájem a zemědělci je proto přestali pěstovat. Vzhledem k tomu, že v České republice je dostatek zemědělské půdy pro potravinářskou ale i energetickou produkci, tak nedochází ke kácení lesů nebo k rozorávání travních porostů. [21, 24]

V České republice se pěstuje řepka olejná v 320 až 370 tis. ha s produkcí zhruba 1 mil./rok řepkových semen, kde v tab. 3 je znázorněn průměrný výnos, který je k srpnu 2015 kolem 3,51 t/ha. Tedy řepka neomezuje nijak výrobu jiných například potravinářských surovin. [21, 24]

Tab. 3: Výnos obilovin a řepky ozimé - sklizeň srpen 2015

Stav ke dni: 17. srpen 2015	Pšenice ozimá	Pšenice jarní	Ječmen ozimý	Ječmen jarní	Žito	Oves	Řepka
Celkově ke sklizni (ha)	778 199	51 619	104 540	261 405	21 980	42 397	366 179
Sklizeno ke dni aktualizace (ha)	760 751	47 145	103 955	254 478	20 542	36 162	362 708
Podíl sklizených ploch (%)	97,8	91,3	99,4	97,4	93,5	85,3	99,1
Celkově sklizeno (t)	5 016 730	229 360	573 496	1 431 031	103 313	150 654	1 272 162
Průměrný výnos (t/ha)	6,59	4,86	5,52	5,62	5,03	4,17	3,51

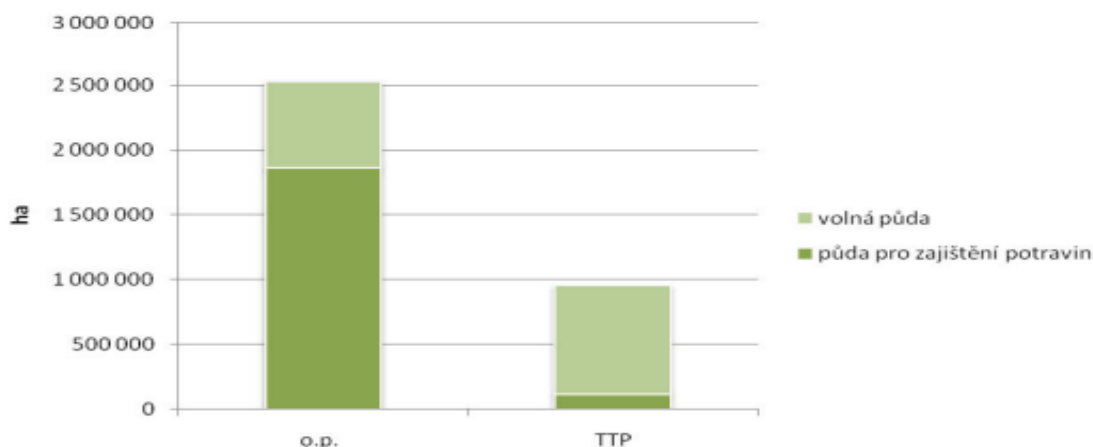
Zdroj: [22]

Prioritou při pěstování řepky je nejprve užití olejnatých semen pro potravinářské výrobky. V ČR se ročně spotřebuje zhruba 100 tisíc tun rostlinných olejů, což je spotřeba přibližně 260 tisíc tun řepkových semen. Zbývající pole s řepkou jsou využívána pro výrobu biopaliv. [21, 24]

Na grafu 6 je tak možné vidět, jaká je v kontextu zajištění potravinové soběstačnosti zemědělská plocha plodin pro potraviny a krmivo a volná plocha k energickému využití. Každá zemědělská půda má agrotechnické zásady jako je například osevní postup, výživa a hnojení, apod. U řepky je důležitý požadavek ten, že je možné ji vysázet každý čtvrtý rok, jinak klesá výnos a dochází ke zhoršení kvality půdy a také stavu ekonomiky.

Výhodou řepky ozimé pro půdu je zejména to, že patří k plodinám zúrodňujícím, tedy v půdě zanechává velké množství organických látek a je vhodná jako předplodina pro rostliny, které jsou náročné na výživu, například obilniny. [21, 24]

Graf 6: Plocha zemědělské půdy pro zajištění 100 % potravinové soběstačnosti (o.p. – orná půda; TTP – trvalé travní porosty)



Zdroj: [16]

2.1.2 Vliv metylesteru řepkového oleje na výrobu emisí

Provoz spalovacích motorů ovlivňuje svojí činností okolní prostředí. Činnost spalovacího motoru působí na okolí:

- chemické působení – škodliviny ve výfukových plynech,
- mechanické – působení vibrací a hluku,
- tepelné – vznik tzv. termoemisí, které vznikají nízkou účinností spalovacího motoru.

Při použití biopaliv, které jsou z rostlinných olejů, se spotřeba O_2 a produkce CO_2 při spalování v používaném palivu snižuje viz tab. 4. [14]

Tab. 4 Spotřeba a produkty složek hoření při spalování

Druh paliva	Řepkový olej	Etylester řepkového oleje	Metylester řepkového oleje
Produkce CO_2 při dokonalém spálení 1 kg paliva	2,85 kg CO_2	2,84 kg CO_2	2,82 kg CO_2
Pro dokonalé spálení 1 kg	3,03 kg O_2	3,02 kg O_2	3 kg O_2
Pro dokonalé spálení 1 kg nafty se spotřebuje	13,18 kg vzduchu	13,14 kg vzduchu	13,05 kg vzduchu

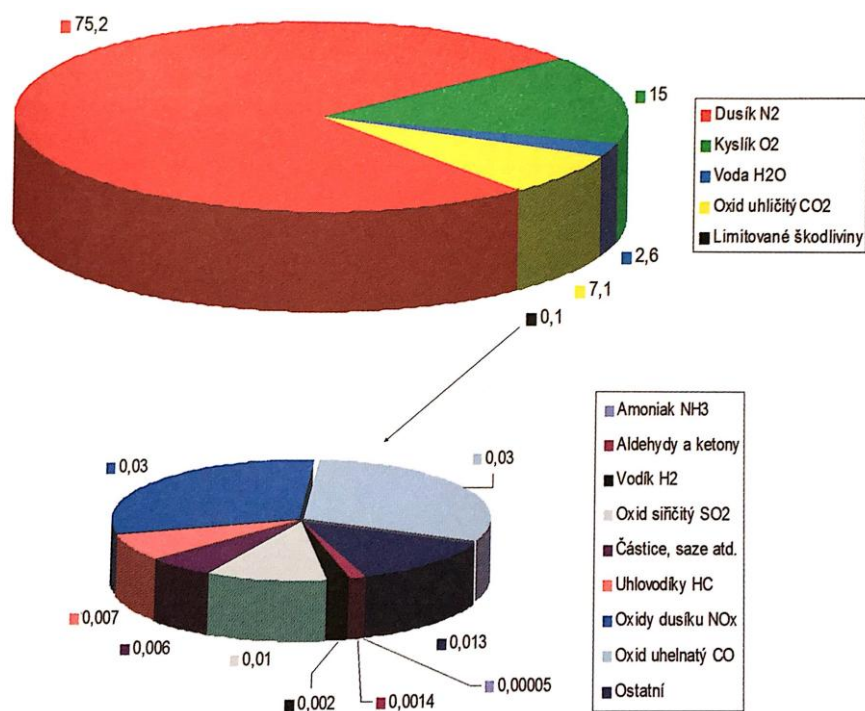
Zdroj: [14]

Na grafu 7 je možné vidět složení emisí vznětového motoru. Mezi největší škodliviny patří:

- oxid uhelnatý CO – vznikající nedokonalým spalováním při nedostatku kyslíku ve spalované směsi,
- nespálené uhlovodíky HC – vznikající za nepříznivých oxidačních podmínek,
- oxidy dusíku NO_x – vznikající oxidací dusíku, které je dopravené do spalovacího prostoru v nasávaném vzduchu společně s kyslíkem,
- pevné částice PM – vyskytující se v kapalném či plynném stavu, např. karbon, saze atd. Jsou to ty částice, které jsou při teplotě 51,7 °C v plynu zachyceny na filtru,
- oxidy síry SO_x – produkované zejména vznětovými motory.

Každý motor z důvodu negativních vlivů provozu spalovacích motorů na okolní prostředí musí splňovat emisní limity, které jsou určeny příslušnými vládami. [14]

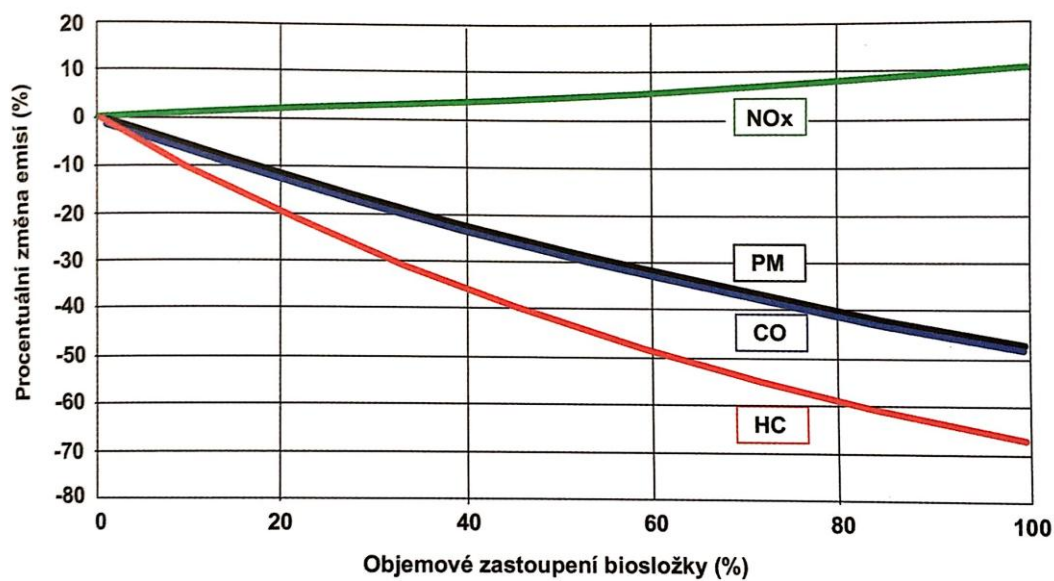
Graf 7: Složení výfukových plynů vznětového motoru v %



Zdroj: [14]

Emise motorů spalující metylester řepkového oleje se projevuje snižováním HC, CO a PM při zvýšení produkce NO_x , což je znázorněno na grafu 8, kde při zastoupení 20 % metylesteru řepkového oleje dochází k poklesu HC o 21 %, k poklesu CO o 11 %, k poklesu PM o 10 % a zvýšení NO_x o 2 %. Tyto studie jsou publikovány Agenturou na ochranu životního prostředí EPA. [14]

Graf 8: Vliv podílu biosložky na emise vznětového motoru



Zdroj: [14]

3 Ekonomická analýza

Při výběru traktoru a jeho motoru existují dvě možnosti, jak začít uvažovat o provozu traktoru na bionaftu. První možností je koupě nového traktoru od výrobce s motorem, který je již k provozu na bionaftu uzpůsoben výrobcem a druhou možností je přestavba motoru spalující klasickou motorovou naftu na motor fungující na bionaftu v průběhu provozování traktoru.

Hlavním cílem této analýzy je určit, jestli je bionafta nebo klasická motorová nafta výhodnější při různých provozních zatíženích traktoru. Metoda, kterou je ekonomická analýza počítána, je brána z pohledu zemědělce, který má zájem o traktor pro své zemědělství a rozhoduje se mezi traktorem na naftu nebo na bionaftu. V první části výpočtů se ekonomická analýza zaměřuje na cenovou výhodnost paliva bez režijních nákladů. Vzhledem k tomu, že bionafta má větší nároky na pravidelný servis a údržbu, s čímž je nutné při pořizování traktoru počítat, následuje druhá část analýzy a ta je počítána i s těmito režijními náklady. Analýza je prováděna k aktuálním cenám nafty a bionafty k lednu 2016 a je vypočítávána na zvoleném traktoru české značky ZETOR, typu Proxima Power 100 viz obr. 8.

Obr. 8 Traktor Zetor Proxima Power 100



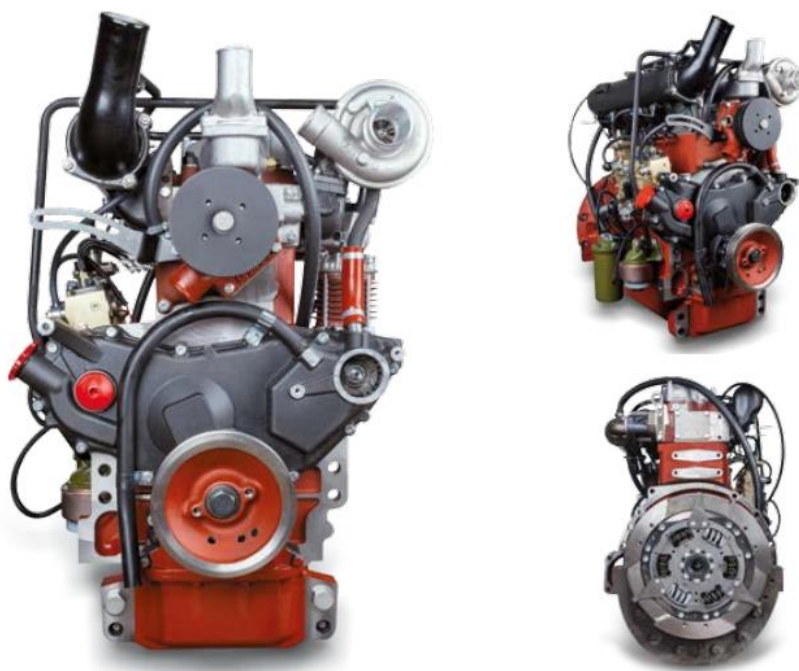
Zdroj: [27]

3.1 Technické parametry traktoru

Traktor Proxima patří do skupiny univerzálních zemědělských traktorů sloužící ke spojení s dalšími zemědělskými stroji pomocí průmyslových adapterů a také pro zemědělskou přepravu. Výhody tohoto traktoru jsou vynikající poměr ceny k výkonu, jeho vysoká spolehlivost, jednoduchost konstrukce, cenově dostupné náhradní díly a především nízká spotřeba paliva a olejů, která zemědělcům snižuje náklady na provoz.

Traktor Proxima Power 100 je vybaven vznětovým motorem Z 1006 vlastní konstrukce, který obsahuje mechanické vstřikovací čerpadlo, dvě vyvažovací hřídele, možnost montáže ohřívače chladicí kapaliny a žhavicí svíčku v každém válci viz obr. 9. Nejdůležitější technické parametry traktoru, u kterého bude prováděna analýza spotřeby, je možné vidět v tab. 5. [27]

Obr. 9 Motor Zetor Z 1006



Zdroj: [27]

Tab. 5 Technické parametry traktoru Zetor Proxima Power 100

Traktor Zetor - Proxima Power 100	
Homologovaný výkon [kW]	70,3
Jmenovité otáčky [1/min.]	2200
Točivý moment max. [N.m]	429
Počet válců	4
Počet ventilů	16
Plnění	Turbodmychadlo
Typ převodovky	mechanická s 3° automatickým násobičem, elektro-hydraulicky reverzační
Objem nádrže [l]	180

Zdroj: [27]

U traktoru je nutné dodržovat pravidelnou údržbu. Při každodenním používání před nastartováním je třeba kontrola množství oleje v motoru, množství chladicí kapaliny, množství oleje v nádrže hydrostatického okruhu řízení, kontrola množství brzdové kapaliny a těsnosti kapalinových brzd, kontrola množství oleje v převodovce a rozvodovce a další. Po nastartování motoru je třeba kontrolovat kontrolku funkce mazání motoru, funkce dobíjení, funkce řízení atd. U traktoru je dále třeba provádět po každých 100 Mth například očištění lamel chladiče tlakem vzduchu, údržba suchého čističe vzduchu, množství oleje ve skříní převodovky a rozvodovky a další.

Ostatní pravidelné úkony jsou po 500 Mth. Konkrétně jde o kontrolu napnutí klínových řemenů, kontrolu vůlí v celém systému hydrostatického řízení, kontrolu vůle čepu přední nápravy, kontrolu seřízení vůle spojkových a brzdových pedálů, kontrolu funkce nožní a ruční brzdy a další.

U traktoru Zetor výrobce udává pravidelnou výměnu sacího filtru čerpadla hydrauliky, včetně výměny motorového oleje po prvních 100 Mth, 500 Mth, 1 000 Mth, 1500 Mth a 2000 Mth atd. Při použití biopaliva se zvyšuje spotřeba paliva cca o 8 % a snižuje výkon o cca 5 % nežli u motorové nafty tak, jak je i analyzováno v laboratořích Mendelovy univerzity v Brně. [27]

3.2 Průměrná spotřeba při různých zatížení u nafty a bionafty

Pro výpočet spotřeby a ekonomické výhodnosti nafty a bionafty jsou nejprve udány v tab. 6 průměrné spotřeby paliva v l/hod. u zvoleného traktoru při různých zatíženích, které jsou udávány výrobcem značky Zetor.

Ve výpočtech vedoucích ke zjištění ekonomické výhodnosti nebo nevýhodnosti určitého druhu paliva jako jednou ze základních nákladových složek se uvažuje s teoretickými výkonovými hodnotami. Výkonové zatížení traktoru na 50 % znamená, že je používán na spodních výkonových hodnotách, jako je např. jízda po zpevněných cestách bez většího zatížení taženého valníku. V případě zatížení na 80 % se např. již uvažuje s prací traktoru na poli, kdy je používán pro orbu a práci na poli ale s rovinným terénem bez hluboké orby, kdežto při zatížení na 100 % se uvažuje využití traktoru na horních výkonových hodnotách udávaných výrobcem, kdy je traktor např. plně naložen břemeny v obtížném terénu a třeba i ve strmém svahu.

Tab. 6 Průměrná spotřeba při různých zatížení nafta/bionafta

Průměrná spotřeba při zatížení	NAFTA [l/hod]			BIONAFTA [l/hod]		
	Zatížení 50%	Zatížení 80%	Zatížení 100%	Zatížení 50%	Zatížení 80%	Zatížení 100%
	10,31	16,49	20,61	11,13	17,80	22,25

Zdroj: výrobce traktorů značky Zetor

3.3 Výpočet nájezdu Mth na jednu nádrž pro naftu a bionaftu

Z tabulky 6 byly spočítány (vzorec 4) výkonové parametry u traktoru Proxima, které je možné vidět v tab. 7. Údaje v tabulce zachycují počet najetých Mth na jednu nádrž traktoru, vypočítané na základě ceny celkového obsahu nádrže traktoru s hodnotou 180 litrů a průměrnou spotřebou udávanou výrobcem při uvedených hodnotách zatížení.

Výpočet najetých Mth na jednu nádrž u nafty a bionafty: (4)

počet najetých Mth při určitém zatížení

$$= \frac{\text{objem nádrže}}{\text{průměrná spotřeba při určitém zatížení}} \quad [\text{Mth}]$$

Tab. 7 Počet najetých Mth na jednu nádrž nafta/bionafta

Obsah nádrže [l]	Počet najetých Mth NAFTA/nádrž			Počet najetých Mth BIONAFTA/nádrž		
	Zatížení 50%	Zatížení 80%	Zatížení 100%	Zatížení 50%	Zatížení 80%	Zatížení 100%
180	17,46	10,92	8,73	16,17	10,11	8,09

Zdroj: vlastní kalkulace

Na základě vypočtených hodnot je již na první pohled vidět, že při parametrech daných výrobcem, traktor s motorem na bionaftu vykazuje nižší nájezd Mth, a to s udanými parametry 5 % nižšího výkonu a 8 % vyšší spotřebou paliva, což je i analyzováno na předchozím příkladu v laboratořích Mendelovy univerzity v Brně.

3.4 Výpočet výše dotace ze spotřební daně pro zemědělce

Vzhledem k tomu, že ekonomická analýza se věnuje výpočtu výhodnosti při určité spotřebě u zvoleného traktoru, který je provozován pro zemědělské práce, je nutné počítat pomocí výpočtů 5, 6 i s vratkou neboli dotací ze spotřební daně. Cena nafty je tvořena čtyřmi částmi:

- výrobní cenou,
- spotřební daní,
- marží,
- daní z přidané hodnoty (DPH).

V případě provozování zemědělské firmy má zemědělec nárok na dotaci ze spotřební daně u motorové nafty 40 % a u bionafty 57 % ze spotřební daně. [30]

Výpočet vrácené částky pro naftu:

(5)

$$\text{Výše vratky u nafty} = \text{spotřební daň nafty} * 0,4 \quad [\text{Kč/l}]$$

kde: spotřební daň nafty = 10,95 Kč/l

Výpočet vrácené částky pro bionaftu:

(6)

$$\text{Výše vratky u bionafty} = \text{spotřební daň bionafty} * 0,57 \quad [\text{Kč/l}]$$

kde: spotřební daň bionafty = 4,59 Kč/l

Výsledkem výše uvedených výpočtů je 4,38 Kč/l u nafty a 2,62 Kč/l u bionafty tzn., že tyto hodnoty jsou zemědělci při každém litru paliva vráceny. Veškeré tyto záležitosti se řeší na celním úřadě, na který je nutné donést požadované formuláře a poté je zemědělci vyplacena cenová dotace. [30, 31]

3.5 Cenová analýza výhodnosti mezi naftou a bionaftou

Spolu s následujícími výpočty v tab. 8 a tab. 9 se ekonomická analýza zaměřuje na podrobnější posouzení cenové výhodnosti určitého druhu paliva na základě průměrné spotřeby traktoru při určité výkonové zátěži. Mezi tyto výpočty nejsou zohledněny režijní náklady na údržbu a pravidelný servis. Ve výpočtu se stanoví zvolená teoretická diference mezi cenami nafty a bionafty, určující cenový průlom výhodnosti jednoho nebo druhého paliva. Základním výchozím bodem výpočtu se stanovuje průměrná cena nafty 25,90 Kč/l a bionafty 31,15 Kč/l z ledna 2016 dle průměrné cenové výše společnosti Armex Oil. [34]

Z jednotkových cen paliv se uvažuje odečtení výše vratky ze spotřební daně tj. 4,38 Kč/l u nafty a 2,62 Kč/l u bionafty. Tzn. reálná cena, kterou zemědělec platí k lednu 2016 je 21,52 Kč/l u nafty 28,53 Kč/l u bionafty. V ekonomické analýze byla stanovena teoretická cenová diference na 1,- Kč/l u nafty do cenového růstu a u bionafty do cenového poklesu o 1,- Kč/l. Z tohoto teoretického modelu se předpokládá matematické cenové prolnutí a určení meze výhodnosti, nevýhodnosti provozu traktoru na naftu nebo bionaftu. V tab. 8 se výpočtem z celkového obsahu nádrže traktoru (180 l) a jednotkové ceny 1 l paliva nafty a bionafty spočítá celková cena nádrže.

Tab. 8 Minimální cenový rozdíl nafta/bionafta

PALIVO		CENOVÝ rozdíl NAFTA x BIONAFTA 1 L	CENA celkem/nádrž NAFTA	CENA celkem/nádrž BIONAFTA	CENOVÝ rozdíl NAFTA x BIONAFTA nádrž
CENA/1 L NAFTA	CENA/ 1 L BIONAFTA				
21,52 Kč	28,53 Kč	-7,01 Kč	3 873,60 Kč	5 135,40 Kč	-1 261,80 Kč
22,52 Kč	27,53 Kč	-5,01 Kč	4 053,60 Kč	4 955,40 Kč	-901,80 Kč
23,52 Kč	26,53 Kč	-3,01 Kč	4 233,60 Kč	4 775,40 Kč	-541,80 Kč
24,52 Kč	25,53 Kč	-1,01 Kč	4 413,60 Kč	4 595,40 Kč	-181,80 Kč
25,52 Kč	24,53 Kč	0,99 Kč	4 593,60 Kč	4 415,40 Kč	178,20 Kč
26,52 Kč	23,53 Kč	2,99 Kč	4 773,60 Kč	4 235,40 Kč	538,20 Kč
27,52 Kč	22,53 Kč	4,99 Kč	4 953,60 Kč	4 055,40 Kč	898,20 Kč
28,52 Kč	21,53 Kč	6,99 Kč	5 133,60 Kč	3 875,40 Kč	1 258,20 Kč
29,52 Kč	20,53 Kč	8,99 Kč	5 313,60 Kč	3 695,40 Kč	1 618,20 Kč
30,52 Kč	19,53 Kč	10,99 Kč	5 493,60 Kč	3 515,40 Kč	1 978,20 Kč

Zdroj: vlastní kalkulace

3.6 Výpočet cenové výhodnosti paliva na 1 Mth

Výpočet tab. 9 definuje cenové náklady jedné Mth, při které se dosahuje cenové výhodnosti jednoho paliva nad druhým. Definuje se tedy, že při určité celkové ceně nádrže, při celkovém nájezdu Mth, průměrné spotřeby traktoru uváděné výrobcem a určité výkonové zátěži motoru, se dochází matematickým výpočtem k cenové analýze výhodnosti bionafty nad naftou. Výsledkem analýzy pomocí výpočtu 7 je cenový průlom při cenových nákladech na jednu Mth a z toho je zřejmé, že průlom vzniká u ceny 4 773,6 Kč za nádrž u nafty a 4 235,4 Kč za nádrž u bionafty.

Následně je nutné se vrátit zpět do tab. 8, kde se při těchto cenách za nádrž zjistí minimální cenový rozdíl. Z toho je možné konstatovat, že cenová výhodnost bionafty nad naftou vychází při cenovém rozdílu 2,99 Kč/l.

Výpočet ceny paliva za 1 Mth:

(7)

$$\text{cena paliva za 1 Mth} = \frac{\text{cena celkem za 1 nádrž}}{\text{počet najetých Mth na 1 nádrž}} \quad [\text{Kč}]$$

Tab. 9 Cenová výhodnost nafta/bionafta na 1 Mth

CENA celkem/nádrž NAFTA [Kč]	CENA celkem/nádrž BIONAFTA [Kč]	CENA za 1 Mth NAFTA [Kč/Mth]			CENA za 1 Mth BIONAFTA [Kč/Mth]		
		Zatížení 50%	Zatížení 80%	Zatížení 100%	Zatížení 50%	Zatížení 80%	Zatížení 100%
3 873,6	5 135,4	221,87	354,86	443,53	317,54	507,83	634,79
4 053,6	4 955,4	232,18	371,35	464,14	306,41	490,03	612,54
4 233,6	4 775,4	242,49	387,84	484,75	295,28	472,23	590,29
4 413,6	4 595,4	252,80	404,33	505,36	284,15	454,43	568,04
4 593,6	4 415,4	263,11	420,82	525,97	273,02	436,63	545,79
4 773,6	4 235,4	273,42	437,31	546,58	261,89	418,83	523,54
4 953,6	4 055,4	283,73	453,80	567,19	250,76	401,03	501,29
5 133,6	3 875,4	294,04	470,29	587,80	239,63	383,23	479,04
5 313,6	3 695,4	304,35	486,78	608,41	228,50	365,43	456,79
5 493,6	3 515,4	314,66	503,27	629,02	217,37	347,63	434,54

Zdroj: vlastní kalkulace

3.7 Výpočet režijních nákladů

Cenový rozdíl 2,99 Kč/l definuje minimální cenový rozdíl, při kterém se vyplatí zemědělci uvažovat o pořízení traktoru na bionaftu, přičemž se uvažuje pouze výhodnost tohoto paliva z pohledu nákladu na pohonné hmoty, je avšak zapotřebí provést výpočet celkových nákladů na jednotlivý druh paliva s úvahou ostatních provozních nákladů jako je pravidelný servis, tj. výměna olejů, filtrů a jiných režijních nákladů.

Podle výrobce značky Zetor tomu je tak, že se dá konstatovat, že výměna olejů a filtrů je potřeba 1,5 krát častěji u bionafty než u naftového motoru. V tab. 10 je možné vidět náklady na traktor Zetor Proxima Power 100, které jsou stanoveny po 2 500 Mth servisního intervalu pro oba druhy paliv. Výrobce traktoru udává náklady na pravidelný servis za 1 Mth u motorové nafty cca 25 Kč.

Výpočet nákladů na pravidelný servis u nafty: (8)

$$\begin{aligned} & \text{náklady na pravidelný servis u NAFTY} \\ & = \text{počet Mth} \times \text{náklady na pravidelný servis za 1 Mth} \quad [\text{Kč}] \end{aligned}$$

Výpočet nákladů na pravidelný servis u nafty a bionafty: (9)

$$\begin{aligned} & \text{náklady na pravidelný servis u BIONAFTY} \\ & = \text{náklady na pravidelný servis u NAFTY} \times 1,5 \quad [\text{Kč}] \end{aligned}$$

Tab. 10 Režijní náklady na pravidelný servis nafta/bionafta

POČET Mth	NAFTA	BIONAFTA
2 500	62 500,00 Kč	93 750,00 Kč
5 000	125 000,00 Kč	187 500,00 Kč
7 500	187 500,00 Kč	281 250,00 Kč
10 000	250 000,00 Kč	375 000,00 Kč
12 500	312 500,00 Kč	468 750,00 Kč
15 000	375 000,00 Kč	562 500,00 Kč
17 500	437 500,00 Kč	656 250,00 Kč
20 000	500 000,00 Kč	750 000,00 Kč
22 500	562 500,00 Kč	843 750,00 Kč
25 000	625 000,00 Kč	937 500,00 Kč

Zdroj: vlastní kalkulace

3.8 Výpočet ekonomické výhodnosti paliva s režijními náklady

Tab. 11 udává podrobný výpočet výhodnosti jednotlivého druhu paliva i s ohledem na vyšší pořizovací náklady traktoru na bionaftu, a to zhruba o 190 tis. Kč vyšší oproti traktoru s naftovým motorem. Stanovuje se teoretická hodnota 960 Mth najetých traktorem za kalendářní rok, která ve výsledku udává teoretickou úroveň doby v letech, kdy se při určitém cenovém rozdílu mezi naftou a bionaftou, celkových nákladech na servis a vyšších pořizovacích nákladech traktoru na bionaftu cenově překlopí výhodnost pořízení traktoru na bionaftu jakožto cíl analýzy.

Z uvedeného celkového výpočtu ekonomické výhodnosti paliva s celkovými režijními náklady vyplývá (vzorec 10, 11, 12), že výhodnost bionafty je poměrně za dlouhou dobu (18,23 let) a zároveň dochází až po velkém nájezdu Mth (17 500 Mth), tyto hodnoty jsou zvýrazněny v tab. 11 červenou barvou. Poté je nutné se opět vrátit k tabulce 8, kde je vidět cenové prolomení výhodnosti mezi naftou a bionaftou, které je při minimálním cenovém rozdílu 4,99 Kč/l. To znamená, že u zvoleného teoretického výpočtu by cena nafty musela být minimálně 27,52 Kč/l a cena bionafty maximálně 22,53 Kč/l, kde u těchto cen je nutno počítat s tím, že je již odečtená dotace ze spotřební daně. Může se konstatovat, že se dnes z pohledu ekonomické výhodnosti nevyplatí uvažovat o pořízení nebo provozu traktoru uvedené značky a typu na bionaftu.

Výpočet časové výhodnosti: (10)

$$\text{výhodnost} = \frac{\text{počet Mth}}{\text{počet Mth}_{\text{rok}}} \quad [\text{rok}]$$

Výpočet ekonomické výhodnosti s náklady pro naftu: (11)

$$\begin{aligned} &\text{ekonomická výhodnost s náklady na prav. servis pro NAFTU} \\ &= \text{cenová výhodnost} + \text{náklady na prav.servis} \quad [\text{Kč}] \end{aligned}$$

Výpočet ekonomické výhodnosti s náklady pro bionaftu:

(12)

ekonomická výhodnost s náklady na prav. servis pro BIONAFTU

= cenová výhodnost + náklady na prav.servis

kde: 190 858,14 Kč = cenový rozdíl mezi pořizovací cenou traktoru na naftu a bionaftu

Tab. 11 Ekonomická výhodnost nafta/bionafta při celkových režijních nákladech

POČET Mth	VÝHODNOST [roky]	Ekonomická výhodnost NAFTA [Kč]			Ekonomická výhodnost BIONAFTA [Kč]		
		0,00 Kč			190 858,14 Kč		
		Zatížení 50%	Zatížení 80%	Zatížení 100%	Zatížení 50%	Zatížení 80%	Zatížení 100%
2 500	2,60	617 178	949 662	1 171 318	1 078 455	1 554 193	1 871 589
5 000	5,21	1 285 906	1 981 774	2 445 686	1 910 403	2 828 528	3 441 071
7 500	7,81	2 006 184	3 096 336	3 823 104	2 686 700	4 013 863	4 899 302
10 000	10,42	2 778 012	4 293 348	5 303 572	3 407 347	5 110 198	6 246 283
12 500	13,02	3 601 390	5 572 810	6 887 090	4 072 344	6 117 533	7 482 014
15 000	15,63	4 476 318	6 934 722	8 573 658	4 681 692	7 035 868	8 606 496
17 500	18,23	5 402 796	8 379 084	10 363 276	5 235 389	8 330 595	9 619 727
20 000	20,83	6 380 824	9 905 896	12 255 944	5 733 436	8 605 538	10 521 708
22 500	23,44	7 410 402	11 515 158	14 251 662	6 175 833	9 256 873	11 312 439
25 000	26,04	8 491 530	13 206 870	16 350 430	6 562 581	9 819 208	11 991 921

Zdroj: vlastní kalkulace

3.9 Cenová výše úspory bionafty nad naftou

V tab. 12 je udána výše úspory bionafty nad naftou po určité době při určitém nájedzu Mth za předpokladu, že bionafta bude o 4,99 Kč levnější. Výše úspory se vypočítá jako rozdíl ekonomické výhodnosti s náklady na pravidelný servis pro naftu a ekonomické výhodnosti s náklady na pravidelný servis pro bionaftu. Z uvedené analýzy vyplývá, že k ekonomické úspornosti bionafty je z reálného pohledu při průměrném nájedzu Mth/rok zhruba v době 18 let aktivního provozu traktoru s motorem na bionaftu a po nájedzu zhruba 17 500 Mth.

Tab. 12 Výše úspory bionafty nad naftou po určité době při určitém počtu Mth

POČET Mth	VÝHODNOST [roky]	NAFTA [Kč]			BIONAFTA [Kč]		
		0,00 Kč			190 858,14 Kč		
		Zatížení 50%	Zatížení 80%	Zatížení 100%	Zatížení 50%	Zatížení 80%	Zatížení 100%
2 500	2,60	461 277	604 531	700 271	-461 277	-604 531	-700 271
5 000	5,21	624 497	846 754	995 385	-624 497	-846 754	-995 385
7 500	7,81	680 516	917 527	1 076 198	-680 516	-917 527	-1 076 198
10 000	10,42	629 335	816 850	942 711	-629 335	-816 850	-942 711
12 500	13,02	470 954	544 723	594 924	-470 954	-544 723	-594 924
15 000	15,63	205 374	101 146	32 838	-205 374	-101 146	-32 838
17 500	18,23	-167 407	-48 489	-743 549	167 407	48 489	743 549
20 000	20,83	-647 388	-1 300 358	-1 734 236	647 388	1 300 358	1 734 236
22 500	23,44	-1 234 569	-2 258 285	-2 939 223	1 234 569	2 258 285	2 939 223
25 000	26,04	-1 928 949	-3 387 662	-4 358 509	1 928 949	3 387 662	4 358 509

Zdroj: vlastní kalkulace

Z pohledu ekonomické výhodnosti se dá i z tohoto výpočtu konstatovat, že jakási výhodnost provozu traktoru na bionaftu, a to i s výší cenovou náročností na servis, je toto palivo v dnešní době nevýhodné a nedochází u něho k výrazné úspoře v krátkodobém horizontu. Předpokládá se, že v uvedené výši investice by měla být výhodnost používaného paliva řádově kolem 5 let a aby bylo možné konstatovat, že investice do pořízení traktoru na bionaftu může být zajímavou úvahou. Avšak jak výpočty ukazují se vstupními hodnotami, tj. porovnává-li se aktuální cena nafty a bionafty, spotřeba traktoru, vyšší pořizovací náklady na pořízení traktoru s motorem na bionaftu, servisní náklady traktoru na bionaftu a daňové dotace, je tato investice z pohledu ekonomické výhodnosti v krátkodobém horizontu nezajímavá.

4 Závěr

Po nastudování sekundární literatury k tématu biopaliva bylo vyhodnoceno, že se biopaliva dělí podle technologie výroby a surovin na I., II. a III. generaci a mezi nejčastější biopaliva se řadí například bionafta, bioetanol, bioplyn apod. Jak vyplynulo z ekonomické analýzy, užití biopaliv je pro zemědělce v aktuální době z pohledu výhodnosti neperspektivní. Na druhou stranu lze říci, že spalováním v motoru se snižuje produkce oxidu uhličitého a spotřeba kyslíku neboli skleníkových plynů. Avšak v případě, když by se měly započítat i skleníkové plyny vyprodukované při pěstování např. řepky, je tato situace výrazně jiná, jelikož jen dvě třetiny skleníkových plynů vyprodukuje řepka na poli.

Biopaliva mají negativní vliv na snížení výkonu a snížení výhřevnosti paliva, což je důsledkem zvýšení spotřeby paliva v motoru. Přesné měření spotřeby paliva u konkrétních zemědělských prostředků lze zjistit laboratorně, kde je možné zjistit díky otáčkové charakteristice přesné zvýšení spotřeby paliva a přesná hodnota snížení výkonu motoru. Nicméně každý výrobce zemědělského stroje udává měrnou spotřebu paliva a zemědělce zajímá, o kolik přesně při dané zátěži spotřebuje více paliva a kolik ho to přesně stojí.

Hlavní motivací pro zemědělce proč užívat biopaliva je podpora státem. Vzhledem k aktuální době nastal pokles ceny ropy, což nenahrává použití biopaliv, jelikož podpora státu je v těchto podmínkách nedostatečná. Vzhledem k tomu, že bakalářská práce je zaměřována především na zemědělské stroje, do kterých se tankuje většinou nafta nebo bionafta, byla provedena v praktické části ekonomická analýza na konkrétním zemědělském stroji traktoru značky Zetor.

V ekonomické analýze byla pro vyhodnocení výhodnosti užití bionafty nad naftou zvolena metoda stanovení cenové diference. Vliv na toto vyhodnocení má aktuální snížení ceny ropy, kdy cena nafty je nižší nežli u bionafty. U ekonomické výhodnosti provozu traktoru na bionaftu včetně veškerých nákladů na údržbu i na větší pořizovací cenu by musel být minimální cenový rozdíl mezi těmito palivy 4,99 Kč, kdy je bionafta o tuto hodnotu levnější než klasická nafta. Úspora za předpokladu cenové diference 4,99 Kč podle výpočtů z aktuálních cen paliv nastává až za zhruba 18 let při najetí 17 500 Mth u zvoleného traktoru, proto lze usoudit, že tato investice do traktoru je nezajímavá.

Seznam použité literatury

- [1] Preol, a.s. *Informace o biopalivech* [online]. 2003 [cit. 2015-08- 10]. Dostupné z WWW: <<http://www.preol.cz/info-pro-verejnost/co-jsou-biopaliva/>>
- [2] Ekoporadenský portál Ministerstva životního prostředí. *Co jsou to biopaliva první a druhé generace?* [online]. 2008 [cit. 2015-09-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.ekoporadny.cz/faq/co-jsou-to-biopaliva-prvni-a-druhe-generace-jaky-je-mezi-nimi-rozdil.htm>>.
- [3] BAŽATA, Miroslav. *Bionafta a směsná motorová nafta* [online]. 2013-05-06 [cit. 2015-10-09]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/bionafta-a-smesna-motorova-nafta>>.
- [4] Biopaliva frčí. *Informace o biopalivech* [online]. 2015 [cit. 2015-09- 10]. Dostupné z WWW: < <http://biopalivafrci.cz/co-jsou-to-biopaliva/druhy/>>
- [5] HROMÁDKO, Jan; HÖNIG, Vladimír. *Technologie výroby biopaliv druhé* [online]. 2009 [cit. 2015-09-10]. Dostupné z WWW: <http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2010_08_784-790.pdf>.
- [6] HROMÁDKO, J.; MILER, P., HÖNIG V., ŠTĚRBA, P. *Výroba bioetanolu*. [online]. 2010 [cit. 2015-16-10]. Dostupné z WWW: <http://www.cukr-listy.cz/on_line/2010/PDF/267-271.PDF>.
- [7] STUDENÍK, J.; SVITAVSKÝ, M. *Výroba motorových paliv z biomasy* [online]. 2015 [cit. 2015-16-10]. Dostupné z WWW: <<https://publi.cz/books/90/20.html>>.
- [8] SKOPAL, F.; HÁJEK, M.; KUTÁLEK, P.; KOCÍK, J. *Bionafta (FAME) - náhrada za fosilní naftu* [online]. 2015 [cit. 2015-16-10]. Dostupné z WWW: <http://kfch.upce.cz/htmls/vedecka_cinnost_bionafta.htm>.

- [9] WEISS, V.; SVOBODOVÁ, J. *Biopaliva – jejich výhody a nevýhody* [online]. 2014 [cit. 2015-16-10]. Dostupné z WWW: <http://vez-opvk.cz/wp-content/uploads/2014/05/P_Biopaliva_jejich_v%C3%BDhody_a_nev%C3%BDhody.pdf>.
- [10] ŠARJAKOVÁ, R. *Ministerstvo zemědělství k problematice biopaliv* [online]. 2015 [cit. 2015-10-21]. Dostupné z WWW: <<http://www.mskis.cz/?path=m1|mt1|mo21900>>.
- [11] DEMIRBAS, A. *Biofuels sources, biofuel policy, biofuel economy and global biofuel projections* [online]. 2008-10-04 [cit. 2015-12-12]. Dostupné z WWW: <http://www.katedra.technologia.gda.pl/dydaktyka/archiwum/13-14/2/s/easm_tos/pdf/Seminarium_3_1A_2A.pdf>.
- [12] TRNKA, Jiří. *Biopaliva frčí (nejen) v Čechách již více než sto let* [online]. 2014-04-16 [cit. 2015-10-21]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biopaliva-frci-nejen-v-cechach-jiz-vice-nez-sto-let>>.
- [13] BAUER, F. *Problematika využití biopaliv ve spalovacích motorech* [online]. 2013-11-05 [cit. 2015-10-31]. Dostupné: z WWW: <<file:///C:/Users/Martina/Downloads/Biopaliva%20ve%20vztahu%20k%20v%C3%BDkonu%20motor%C5%AF%20a%20k%20jejich%20provozuschnosti.pdf>>.
- [14] ŠMERDA, T.; ČUPERA, J.; FAJTMAN, M.: *Vznětové motory vozidel*. 1. vyd. Brno: Cpress, 2013. 136 s. ISBN 978-80-264-0160-5.
- [15] CENIA, česká informační agentura životního prostředí. *Doprava* [online]. 2014-04-16 [cit. 2015-11-11]. Dostupné z WWW: <<http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=biopaliva&site=doprava>>.
- [16] Vysokoobjemová biopaliva v ČEPRO, a.s. *Potravinová soběstačnost a udržitelná výroba směsných a biogenních pohonných hmot* [online]. 2013-28-06 [cit. 2016-01-02]. Dostupné z WWW: <http://www.svbio.cz/Brno_2013.pdf>.

- [17] JANÁČEK. *Matematicko – fyzikální stránky* [online]. 2001 [cit. 2016-01-20]. Dostupné z WWW: <http://www.rg.prostejov.cz/dokumenty/web_uc/janecek/obrazky/literatu/ctyrdoby_vznetovy.gif>.
- [18] BAUER, F. *Výsledky měření traktorového motoru na řepkový olej a motorovou naftu* [online]. 2009-11-12 [cit. 2015-12-28]. Dostupné z WWW: <http://konference.agrobiologie.cz/2009-12-10/02-bauer_vysledky_mereni_traktoroveho_motoru_na_repkovy_olej_a_motorovou_naftu.pdf>.
- [19] STUPAVSKÝ, Vladimír. *Víme, co se pod pojmem biopaliva ve skutečnosti skrývá? Mají biopaliva negativní vliv na rostoucí ceny potravin?* [online]. 2008-09-29 [cit. 2016-02-09]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vime-co-se-pod-pojmem-biopaliva-ve-skutecnosti-skryva-maji-biopaliva-negativni-vliv-na-rostouci-ceny-potravin>>.
- [20] CORDOS, N.; MARIASIU F.; BURNETE N. *The influence of biofuels based on rapeseed oil using in diesel tractor engine D-2402* [online]. 2011 [cit. 2015-12-18]. Dostupné z WWW: <https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=cs&user=hI_k9vsAAAAJ&citation_for_view=hI_k9vsAAAAJ:IjCSPb-OG4C>.
- [21] Preol, a.s. *Vliv pěstování surovin a vliv výroby bionafty na ceny potravin* [online]. 2016 [cit. 2016-01-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.preol.cz/info-pro-verejnost/biopaliva-a-ceny-potravin/>>.
- [22] Ministerstvo zemědělství. *Postup sklizně obilovin a řepky v ČR k 17. 8. 2015* [online]. 2015-18-08 [cit. 2016-01-29]. Dostupné z WWW: <<http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/roslinne-komodity/obiloviny/prubeh-sklizne/postup-sklizne-obilovin-a-repky-v-cr-k-5.html>>.
- [23] Preol, a.s.: *Vliv pěstování surovin na výrobu biopaliv* [online]. 2016 [cit. 2016-01-24]. Dostupné z WWW: <<http://www.preol.cz/info-pro-verejnost/dopady-vyroby-biopaliv/>>.
- [24] BAUER, F.; SEDLÁK, P.; ŠMERDA, T. *Traktory*. 1. vyd. Brno: Profi press, 2006. 224 s. ISBN 978-80-8672-652-6.

- [25] GOLIMOWSKI, W.; PASYNIUK, P.; BERGER, W. A. *Common rail diesel tractor engine performance running on pure plant oil* [online]. 2012-13-10 [cit. 2016-01-23]. Dostupné z WWW: <http://ac.els-cdn.com/S0016236112007648/1-s2.0-S0016236112007648-main.pdf?_tid=a8d444fc-d3b3-11e5-bd01-00000aab0f27&acdnat=1455520609_b2a92a65dcce22b5d484fedf59ba6666/>.
- [26] MOHEBBI, A.; KOMARIZADE, H; JAFARMADAR, S.; PASHAI, J. *Use of waste cooking oil biodiesel in a tractor DI diesel engine* [online]. 2012-26-04 [cit. 2015-12-12]. Dostupné z WWW: <<http://world-food.net/use-of-waste-cooking-oil-biodiesel-in-a-tractor-di-diesel-engine/>>.
- [27] Zetor; *Traktor Zetor Proxima Power* [online]. 2009-2016 [cit. 2016-02-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.zetor.cz/traktor-zetor-proxima-power>>.
- [28] KŘEPELKA, J. *Bionafta a její používání v provozu* [online]. 2013-04-01 [cit. 2016-01-02]. Dostupné z WWW: <<http://zemedelec.cz/bionafta-a-jeji-pouzivani-v-provozu-2/>>.
- [29] KOZÁK, P. *Biopaliva – nahradí, nebo pouze doplní sortiment pohonných hmot?* [online]. 2007 [cit. 2016-01-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.znalec.tym.cz/biopaliva.pdf>>.
- [30] KONVALINKOVÁ, P. *Jak je to s možností navrácení daně z minerálních olejů a nafty pro zemědělce?* [online]. 2016-07-03 [cit. 2016-10-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.krasec.cz/krasec/otazkydetail/254>>.
- [31] JUREČKA, M. *Vládní návrh zákona, kterým se mění zákon č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních* [online]. 2015-15-10 [cit. 2016-10-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.psp.cz/eknih/2013ps/stenprot/033schuz/bqbs/b20102101.htm>>.
- [32] EVROPSKÝ PARLAMENT A RADA EVROPSKÉ UNIE. *Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES* [online]. 2009-29-04 [cit. 2016-10-01]. Dostupné z WWW: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:cs:PDF>>.

[33] ŠMERDA, T.; ČUPERA, J.; HENDRYCH, K. *Provoz traktoru Case IH PUMA CVX na směsné palivo B30* [online]. 2010-03-02 [cit. 2016-11-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.agrics.cz/obrazky-soubory/provoz-traktoru-case-ih-puma-cvx-na-smesne-palivo-0bd43a.pdf?redir>>.

[34] SAGAN, H. *Bionafta končí. Nová daň a levná ropa ji bleskově vytlačily z trhu* [online]. 2016-14-01 [cit. 2016-25-01]. Dostupné z WWW: <http://ekonomika.idnes.cz/konec-biopliv-v-cesku-06t-/ekonomika.aspx?c=A160113_112954_ekonomika_chrs>.

Seznam obrázků

Obr. 1 Pracovní oběh čtyřdobého vznětového motoru

Obr. 2 Schéma rozmístění jednotlivých částí dvoupalivového systému na traktoru Fendt 820 Greentec

Obr. 3 Palivová soustava traktoru Fendt 820 Greentec se spalovacím motorem Deutz Natural Fuel Engine

Obr. 4 Blokové schéma dvoupalivového systému

Obr. 5 Ovládací a informační panel použitý u dvoupalivového systému traktoru Case IH 135 MXU

Obr. 6 Měření vlivu paliva na výkon motoru s Common Rail

Obr. 7 Měření spotřeby paliva přes dvojici průtokoměrů Coriolis

Obr. 8 Traktor Zetor Proxima Power 100

Obr. 9 Motor Zetor Z 1006

Seznam tabulek

- Tab. 1 Porovnání vlastností nafty a bionafty
- Tab. 2 Měřené parametry spalovacího motoru
- Tab. 3 Výnos obilovin a řepky ozimé – sklizeň srpen 2015
- Tab. 4 Spotřeba a produkty složek hoření při spalování
- Tab. 5 Technické parametry traktoru Zetor Proxima Power 100
- Tab. 6 Průměrná spotřeba při různých zatížení nafta/bionafta
- Tab. 7 Počet najetých Mth při jedné nádrži nafta/bionafta
- Tab. 8 Minimální cenový rozdíl nafta/bionafta
- Tab. 9 Cenová výhodnost nafta/bionafta na 1 Mth
- Tab. 10 Režijní náklady na pravidelný servis nafta/bionafta
- Tab. 11 Ekonomická výhodnost nafta/bionafta při celkových režijních nákladech
- Tab. 12 Výše úspory bionafty nad naftou po určité době při určitém počtu Mth

Seznam grafů

Graf 1: Potenciál snížení emisí CO₂ biopalivy první a druhé generace

Graf 2: Porovnání výkonu motoru na traktorech při použití řepkového oleje

Graf 3: Charakteristiky spalovacích motorů traktoru při provozu na řepkový olej během let

Graf 4: Obsah paliva v motorovém oleji u traktorů dvou výrobců

Graf 5: Otáčková charakteristika traktoru CASE Puma CVX 225

Graf 6: Plocha zemědělské půdy pro zajištění 100 % potravinové soběstačnosti

Graf 7: Složení výfukových plynů vznětového motoru v %

Graf 8: Vliv podílu bioložky na emise vznětového motoru

Použité zkratky

MEŘO	Fatty acid methyl ester – Metylester řepkového oleje
EHK	United Nations Economic Commission for Europe – Evropské hospodářské komise
CO	Carbon monoxide – Oxid uhelnatý
NO _x	Nitric oxide – Oxid dusíku
HC	Hydrocarbons – Nespálené uhlovodíky
PM	Solid particles – Pevné částice
SO _x	Sulfur dioxide – Oxid síry
SMN	Mixed diesel – Směsná motorová nafta
B30	Bionafta s 30 % MEŘO
B100	Bionafta se 100 % MEŘO
PTO	Pomocný pohon
E85	85 % bioetanol
CO ₂	Carbon dioxide – Oxid uhličitý
FAME	Fatty acid methyl ester - Metylester řepkového oleje
kW	Kilowatt, jednotka výkonu
Mth	Hour meter – Motohodina
DPH	Value added tax - Daň z přidané hodnoty
N.m	Newton meter, jednotka točivého momentu
Ha	Hectare, jednotka plošného obsahu
T	Ton, jednotka hmotnosti
O ₂	Oxygen - Kyslík
W	Watt, jednotka výkonu
Kg	Kilogram, jednotka hmotnosti
°C	Celsius degrese, jednotka teploty
EPA	U.S. Environmental Protection Agency – Agentura pro ochranu životního prostředí
l	Liter – Litr