

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra mechaniky a strojnictví



Ekonomická analýza výroby biopaliv v ČR na bázi esterifikace rostlinných olejů

diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Aleš Sedláček, Ph.D.

Autor práce: Bc. Renáta Šebestová

PRAHA 2012

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra mechaniky a strojnictví

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Šebestová Renáta

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Ekonomická analýza výroby biopaliv v ČR na bázi esterifikace rostlinných olejů

Anglický název

Economic analysis of biofuel production in Czech Republic based on the esterification of vegetable oils

Cíle práce

Cílem diplomové práce je stanovit ekonomickou náročnost výroby biopaliv, vyrobených na bázi esterifikace rostlinných olejů, v podmínkách ČR a porovnat již publikované teorie ekonomické náročnosti výroby těchto biopaliv.

Metodika

Porovnání publikovaných teorií bude provedeno na základě dosavadních zveřejněných informací a experimentální hodnoty pro stanovení ekonomické náročnosti výroby biopaliv, vyrobených na bázi esterifikace rostlinných olejů, budou stanoveny z podrobné ekonomické kalkulace veškerých nákladů.

Osnova práce

1. Úvod
2. Současný stav
3. Materiály a metody
4. Výsledky
5. Diskuze
6. Závěr

Rozsah textové části

50 stran

Klíčová slova

biopalivo, řepka olejná, analýza, energie

Doporučené zdroje informací

1. BOCKISCH, M.: Fats and Oils Handbook, Urbana, AOCS Press 1998, 838
2. BRUCE, F.: Palm oil miracle, Colorado Springs, Piccadilly Books, Ltd. 2007, 191
3. CORLEY, R., H., V., TINKER, P., H., B.: The oil palm, New York, Wiley-Blackwell 2003, 592
4. ECONOMIDES, N., OLIGNEY, R.: The color of oil : The history, the money and the politics of the world's biggest business, Texas, Round Oak Publishing Company 2000, 220
5. ESTILL, L.: Biodiesel Power: The passion, the people, and the politics of the next renewable fuel, Chatman County , New Society Publisher 2005, 272
6. EUROPEAN PARLIAMENT: Directive 2003/30/EC of the European parliament and the council of 8 May 2003, In Official Journal of the European Union, 2003, L 123/42, s. 1 - 5
7. GOODBURN, K.: EU Food Law: A practical guide, London, CRC Press 2001, 192
8. GREGH, P.: Biodiesel, Chelsea, Chelsea Green Publishing 2005, 224
9. KIPLE, K., F., et al.: The Cambridge World History of Food 2, Ohio, Bowling Green State University 2000, 1958
10. MAUGERI, L.: The Age of Oil: The Mythology, History, and Future of the World's Most Controversial Ressource, Greenwood, Praeger Publishers 2006, 360
11. MIELKE, S.: Oil world, Hamburg, ISTA Mielke GmbH 1988, 680
12. MOLL, H., A., J.: The economics of the oil palm, Wageningen, Pudoc 1987, 288
13. PARRA, F.: Oil politics: a modern history of petroleum, New York, I. B. Tauris 2004, 352

Vedoucí práce

Sedláček Aleš, Ing., Ph.D.

Termín zadání

listopad 2010

Termín odevzdání

duben 2012



prof. Ing. Radomír Adamovský, DrSc.

Vedoucí katedry



V Praze dne 9.2.2011



prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan fakulty

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Aleše Sedláčka, Ph.D. a použila jen ty zdroje informací, které jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze, dne: 29. března 2012

Renáta Šebestová

Touto cestou děkuji Ing. Aleši Sedláčkovi Ph.D. za odborné vedení, ochotu a cenné rady, které mi poskytoval během vypracování této diplomové práce.

Dále děkuji Ing. Petru Schlegelovi z firmy Primagra, a.s. Milín za poskytnuté informace a materiály.

Další poděkování patří Miroslavu Hebedovi z firmy Agrospol Czech, spol. s r.o. Kařez za poskytnuté informace.

Abstrakt:

Diplomová práce je zaměřena na ekonomickou analýzu výroby biopaliv v České republice na bázi esterifikaci řepkového oleje. Výsledky z analýzy jsou porovnány se stávajícími již publikovanými studiemi ekonomické náročnosti výroby biopaliv. V rešeršní části je v krátkosti popsána legislativa EU a ČR, týkající se biopaliv. Dále byly zmíněny materiály a metody, které mají vztah k výrobě bionafty. Hlavním zdrojem praktických informací se stala firma Primagra, a. s. Milín, kde jsem čerpala rady od ing. P. Schlegela.

Klíčová slova: biopaliva, řepka olejka, energie, analýza

Economic analysis of biofuel production in Czech Republic based
on the esterification of vegetable oils

Summary:

The diploma thesis is focused on the economical analysis of biofuel production in the Czech Republic based on the esterification of rapeseed oil. Results of the analysis are compared with existing previously published studies of economical expensiveness of the biofuel production. In the bibliographic search part the legislation concerning biofuels of EU and CZ is briefly described. Then the materials and methods connected with biofuel production are mentioned. As the main source of the practical information I have drawn on the advice of Ing. P. Schlegel from the company Primagra, a.s. Milín.

Key words: biofuels, oilseed rape, power, analysis

Obsah

1. ÚVOD	1
2. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	2
2.1 VÝVOJ LEGISLATIVY	2
2.1.1 Legislativa v České republice	2
2.1.2 Legislativa v Evropské unii	2
2.2 VÝROBA TEKUTÝCH BIOPALIV	3
2.2.1 Terminologie	4
2.2.2 Biopaliva první a druhé generace	4
2.2.3 Bionafta	6
3. MATERIÁLY A METODY	9
3.1 MATERIÁLY	9
3.1.1 Řepka olejná	9
3.1.1.1 Popis a původ rostliny	9
3.1.1.2 Současné rozšíření pěstování řepky olejné	11
3.1.1.3 Pěstování	12
3.1.1.4 Obsah látek v řepce olejné	14
3.1.1.5 Využití	14
3.1.2 Hydroxid sodný	15
3.1.2.1 Výroba hydroxidu sodného	15
3.1.2.2 Vlastnosti	16
3.1.2.3 Použití	17
3.1.3 Methanol	17
3.1.3.1 Výroba methanolu	17
3.1.3.2 Použití	18
3.1.4 Rostlinné oleje	18
3.2 METODY	19
3.2.1 Proces výroby řepkového oleje	19
3.2.1.1 Technologický postup	19
3.2.1.2 Lisování oleje	20
3.2.1.3 Lisování oleje za studena	21
3.2.1.4 Lisování oleje za tepla	22
3.2.1.5 Extrakce	22
3.2.1.6 Rafinace	23
3.2.2 Výroba metylesteru řepkového oleje (MEŘO)	24
3.2.3 Analýzy užívané při hodnocení biopaliv	28
3.2.3.1 Analýza životního cyklu (LCA)	28
3.2.3.2 Další analýzy užívané při hodnocení biopaliv	30
4. VÝSLEDKY	31
4.1 SITUAČNÍ ANALÝZA ODVĚTVÍ	31
4.2 ANALÝZA ŽIVOTNÍHO CYKLU	32
4.3 VÝROBA MEŘO VE SPOLEČNOSTI PRIMAGRA, A.S.	35
4.3.1 Výroba rostlinného oleje a pokrutin	35
4.3.2 Výroba metylesteru řepkového oleje	37
4.4 VÝROBA MEŘO Z HLEDISKA NÁRODNÍ STRATEGIE	38
4.5 NÁKLADOVÉ ZHODNOCENÍ VÝROBY MEŘO A BIONAFTY	40
4.5.1 Nákladové faktory	40
4.5.2 Výpočet nákladů	41
4.5.3 Porovnání spočítaných výsledků se společností CCS	42
4.6 SROVNÁNÍ S JINÝMI METODIKAMI	42
4.6.1 Výpočet ceny bionafty podle metodiky užívané v Primagra, a.s.	43
4.6.2 Výpočet ceny bionafty podle metodiky užívané ve společnostech UNIPETROL, a.s. a ČEPRO, a.s.	44

4.6.3 Metodiky pro výpočet ceny bionafy – zhodnocení	45
5. DISKUZE	46
5.1 NEVÝHODY BIONAFY	46
5.1 VÝHODY BIONAFY.....	47
6. ZÁVĚR.....	49
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	51
SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ	54
SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK	55
SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ.....	56

PŘÍLOHY

1. Úvod

Vnímání vlivů na životní prostředí prodělává v současnosti značný vývoj. Ekologie je skloňována ve všech pádech a zasahuje do mnoha oborů jak přírodovědných, tak i technických.

Rozvoj současné moderní společnosti je podmiňován a doprovázen rostoucí spotřebou energie, čímž dochází k rychlému vyčerpávání tradičních energetických zdrojů, zejména pak fosilních paliv. Přitom moderní průmysl i doprava jsou v současné době na fosilních palivech, především ropě, závislé.

Je nutné si uvědomit, že při používání fosilních paliv dochází ke stále většímu znečišťování ekosystémů na celém světě, což může mít katastrofální účinek právě na současnou lidskou společnost. Uvádí se, že spálením 1 t nafty vznikne 2,8 t emise oxidu uhličitého, přičemž jen státy Evropské unie dokáží vyprodukovat 3 300 milionů tun tohoto skleníkového plynu ročně [27]. Jedním z následků tohoto znečišťování je globální oteplování, které má vliv na celou zeměkouli a jehož výsledkem jsou výrazné klimatické změny v různých částech světa.

Na základě těchto zjištění je na místě uvědomit si důležitost ochrany životního prostředí a snažit se o nahrazení fosilních paliv, i vzhledem k jejich klesajícím světovým zásobám, alternativními zdroji energie, které nebudou mít na životní prostředí tak negativní vliv.

Jako jedna z alternativ jsou z dlouhodobého hlediska uvažována alternativní paliva využívající ke své výrobě obnovitelné zdroje energie. Výroba a využívání obnovitelných surovin mají velmi důležitý pozitivní ekologický účinek, protože surovinové využití těchto rostlin představuje významnou a zpravidla dlouhodobou sekvestraci uhlíku, omezující významně antropogenní skleníkový efekt. Kromě toho představuje využití obnovitelných surovin i šanci pro inovace, například při výrobě hydrofilních biopolymerů vznikají zcela nové produkty s výjimečnými vlastnostmi, které není možno získat z ropných surovin [30].

Cílem diplomové práce je charakterizovat výrobu biopaliv v ČR se zaměřením na její ekonomické aspekty, především pak nákladovou náročnost. Stěžejní hodnocenou surovinou je pak metylester řepkového oleje a jeho využití při výrobě bionafty.

2. Současný stav řešené problematiky

2.1 Vývoj legislativy

2.1.1 Legislativa v České republice

Základním předpisem je zákon č. 311/2006 Sb. o pohonných hmotách a čerpacích stanicích pohonných hmot vypracovaný Ministerstvem průmyslu a obchodu, který vychází ze zákona č. 56/2001 Sb. o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, v gesci Ministerstva dopravy.

V zákoně č. 311/2006 jsou zapracovány i příslušné předpisy Evropských společenství a upravuje:

- a) požadavky na složení a jakost pohonných hmot a sledování a monitorování složení a jakosti prodávaných pohonných hmot
- b) prodej a výdej pohonných hmot
- c) registraci distributorů pohonných hmot
- d) evidence čerpacích stanic pohonných hmot [31].

Základním prováděcím předpisem v této oblasti k zákonu č. 56/2001 Sb. byla vyhláška č. 229/2004 Sb., účinná ode dne 1. května 2004, kterou se stanoví požadavky na pohonné hmoty pro provoz vozidel na pozemních komunikacích a způsob sledování a monitorování jejich jakosti. Tato vyhláška byla zrušena k 1. červnu 2010 a nahrazena vyhláškou č. 133/2010, vyhláška o požadavcích na pohonné hmoty, o způsobu sledování a monitorování složení a jakosti pohonných hmot a o jejich evidenci (vyhláška o jakosti a evidenci pohonných hmot), účinnou od 1. června 2010 [34].

Dalším zákonem, který se zabývá problematikou biopaliv je zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší.

Uvedené zákony a vyhlášky zapracovávají a vycházejí z příslušných legislativních norem Evropské unie.

2.1.2 Legislativa v Evropské unii

Vyhláškou č. 133/2010 byly do naší legislativy implementovány požadavky ze Směrnice Evropského parlamentu (EP) a Rady č. 98/70/ES o jakosti benzínu a motorové nafty, která byla pozměněna Směrnicemi EP a Rady č. 2003/17/ES a 2009/30/ES.

Dalšími legislativními předpisy jsou:

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 98/34/ES ze dne 22. června 1998 o postupu poskytování informací v oblasti technických norem a předpisů a pravidel pro služby informační společnosti, ve znění směrnice 98/48/ES,
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/30/ES, kterou se mění směrnice 98/70/ES, co se týče specifikace benzínu, motorové nafty a plynových olejů, zavedení mechanismu pro sledování a snížení emisí skleníkových plynů,
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES ze dne 23. dubna 2009 o podpoře využívání energie a obnovitelných zdrojů. V této směrnici jsou mj. zapsány závazky, které vedou ke snížení skleníkových plynů do roku 2020 podílu 20% obnovitelných zdrojů energie na celkové spotřebě energie.

2.2 Výroba tekutých biopaliv

Nadbytečná půda pro pěstování nepotravinářské produkce, která představuje v současné době v České republice zhruba 400 tisíc ha, je zatravňována nebo zalesňována, což není z ekonomického hlediska příliš efektivní. Z hlediska efektivity by bylo lépe ji využít pro pěstování průmyslových a energetických rostlin. Rostlinná výroba těchto surovin by z pohledu krajinářství významně krajinu obohatila a zároveň by napomohla vzniku a případně udržení pracovních míst na venkově, což by přispělo k jeho stabilitě.

V České republice není bohužel státem dostatečně podporováno využívání obnovitelných energií, a to jak ze strany legislativy, tak pomocí daňových úlev nebo dotační politikou. Toto vše vede k nižší produkci právě zmíněných energetických surovin. Z výše uvedených důvodů by však bylo vhodné, aby stát více podporoval pěstování a využívání průmyslových rostlin v České republice, což by skýtalo určité dílčí řešení současného agrárního problému nadvýroby potravin, ale především by byly uplatněny příznivé ekologické aspekty výroby a využívání produktů vyrobených na bázi rostlinných surovin. [30]

2.2.1 Terminologie

Biomasa – je biodegradabilní podíl produktů, odpadů a zbytků ze zemědělské výroby ať již rostlinného nebo živočišného původu, dřevařského průmyslu a příbuzných odvětví, též podíl průmyslových a komunálních odpadů

Bioetanol – etanol vyrobený z biomasy kvašením (bezvodný kvasný líh), obvykle z rostlin s vyšším obsahem škrobu a sacharidů, používá se jako příměs do motorového benzínu v různých koncentracích

Bionafta – metylester vyrobený z rostlinného nebo živočišného oleje popř. tuku. Kvalitou odpovídá klasické naftě

Biometanol – metanol, který je vyrobený z biomasy, využívá se jako biopalivo

EEŘO – etylestery mastných kyselin, které jsou možné vyrobit reesterifikací z řepkového oleje

FAEE – při jeho výrobě se používají živočišné tuky, popř. směsi rostlinných a živočišných tuků

FAME – estery mastných kyselin, výroba z odpadních olejů, sójového a palmového oleje

MEŘO – metylester řepkového oleje

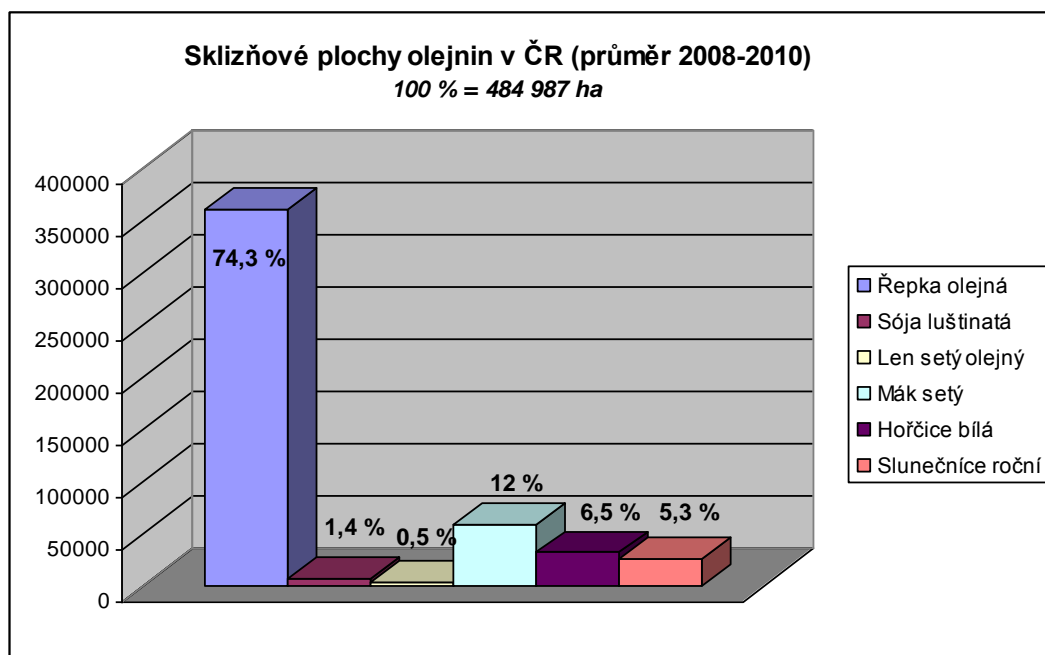
Rostlinný olej – čistý, je možné využít za předpokladu upraveného palivového systému, především, je-li tento olej řepkový. Při rafinačním zpracování současně s přidanými ropnými polotovary vznikne směs, kterou po dalším zpracování lze použít jako motorové palivo.

2.2.2 Biopaliva první a druhé generace

V naší republice, jak uvádí Souček (2011), se vyrábějí a používají téměř výhradně dva druhy motorového biopaliva. Je to bionafta na bázi řepkového oleje (MEŘO), která se používá jako přísada nebo i jako možná náhrada motorové nafty, a bioetanol, který je vyráběn z cukrové řepy nebo obilí též jako přísada a nebo náhrada motorového benzínu. U nás je také vyráběna i bionafta z palmového, sójového oleje a z odpadních olejů (FAME).

V následujícím grafu je uvedeno srovnání sklizňových ploch jednotlivých olejnin v průměru z let 2008 až 2010. Z tohoto grafu je zřejmé, jak významné místo mezi olejninami zaujímá průmyslově využívaná řepka olejná.

Graf č. 1: Sklizňové plochy olejnin v ČR



Zdroj: Přepracováno podle <http://www.spzo.cz/>

Pro výrobu bionafty se využívá jako hlavní složky metylester řepkového oleje, a to nejen v malých výrobnách o kapacitě do 500 t, ale i ve výrobnách průmyslových. Vyrobena bionafta je neomezeně mísitelná s motorovou naftou a tuto vzniklou palivovou směs je možné zakoupit u některých čerpacích stanic v ČR pod obchodními názvy např.: Biopal-22, Diesel – economic 96, Ekomix, Naturaldiesel, Setadiesel. [30]

V tabulce č. 1 jsou přehledně popsány jednotlivé způsoby, kterými je z biomasy získávána energie, respektive jak jsou získávány druhotné výrobky, které mohou mimo jiné sloužit jako palivo.

Tabulka č. 1: Způsoby získávání energie z biomasy

Termo-chemická přeměna	pyrolýza (produkce plynu, oleje)
	zplyňování (produkce plynu)
Bio-chemická přeměna	fermentace, alkoholové kvašení (produkce etanolu)
	anaerobní vyhnívání, metanové kvašení (produkce bioplynu)
Mechanicko- chemická přeměna	lisování olejů (produkce kapalných paliv, oleje)
	esterifikace surových bio-olejů (výroba bionafty a přírodních maziv)
	štipání, drcení, lisování, peletace, mletí (výroba pevných paliv)

Zdroj: http://www.mzp.cz/cz/tekuta_biopaliva

Biopaliva, zejména pak v dopravě, je nutno považovat za zdroj energie, jejichž význam se bude do budoucna stále zvyšovat. Můžeme je rozdělit z hlediska získávání vstupní suroviny na biopaliva první a druhé generace.

Do první generace jsou zařazena paliva, která jsou vyráběna ze záměrně pěstovaných plodin. Etanol tak může být vyráběn ze slunečnice, z obilí, kukuřice, škrobu, cukrové řepy, cukrové třtiny, rostlinných odpadů kvašením a rafinací, metylester řepkového oleje (MEŘO, RME) je vyrobený z vylisované řepky olejné esterifikací, popř. jeho modifikace etylester řepkového oleje (EEŘO). Dále do této skupiny patří metylester mastných kyselin (FAME), který je vyráběn z olejů vylisovaných olejnatých rostlin jako je např. olej palmový, slunečnicový, nebo sojový aj. či vyráběný z odpadních olejů.

Pro biopaliva druhé generace, tj. pro výrobu bioetanolu, je vstupní surovinou lesní biomasa včetně těžebních zbytků, odpad ze zemědělství (např. ze slámy, sena, kukuřice, řepky aj.), další surovinou mohou být energetické rostliny či biologický odpad z domácností.

Transformační potenciál na biopaliva je u energetických plodin druhé generace výrazně vyšší, než u první generace. Protože se ale technologický proces jeví mnohem složitější a náročnější než fermentační výroba etanolu či esterifikace olejů, lze použití druhé generace biopaliv do komerčního provozu očekávat ve větším měřítku až během následujících deseti let [8,25].

2.2.3 Bionafta

Historie bionafty sahá již do doby, kdy konstruktér a tvůrce vznětového motoru R. Diesel představil na světové výstavě v Paříži roku 1900 motor, který byl poháněn olejem z podzemnice olejné. Byl přesvědčen, že oleje v budoucnu budou v podstatě nejdůležitějšími pohony motorů. Toto přesvědčení ale překonala ropa a její produkty, jejichž vlastnosti zcela vytlačily rostlinné oleje z trhu automobilových paliv. K jeho myšlence se začali konstruktéři opět vracet po první ropné krizi.

V následující tabulce je uvedeno srovnání některých parametrů bionafty oproti rostlinnému oleji a běžné naftě.

Tabulka č. 2: Srovnání paliv

	Rostlinný olej	Bionafta (MEŘO)	Nafta
Výhřevnost [MJ/l]	35,1	32,7	35,9
Viskozita při 20 °C [mm ² /s]	78,7	19	3,08
Viskozita při 70°C [mm ² /s]	7	5	3,2
Obsah síry [%]	< 0,001	< 0,02	< 0,035

Zdroj: http://www.mzp.cz/cz/tekuta_biopaliva

Bionafta je používána jako náhrada za ropná paliva. Je ekologickým palivem na bázi metylesterů mastných kyselin rostlinného původu. Vzhledem k tomu, že výroba metylesteru je poměrně drahou záležitostí (dražší než běžná motorová nafta), je tato látka smíchávána s ropnými produkty. Bionafta musí obsahovat podle zákona minimálně 6 % objemových jednotek MEŘO. Tímto způsobem je zachována biologická odbouratelnost a zároveň vlastnosti jako je např. výhřevnost se více přibližuje běžné motorové naftě. Při používání vozidla v provozu je kouřivost nižší, čímž jsou nižší i jeho vyprodukované emise.

Vybrané technické požadavky pro motorovou naftu a MEŘO jsou v následující tabulce srovnány s pokusně připraveným vzorkem EEŘO.

Tabulka č. 3: Porovnání vybraných technických požadavků paliv

Vlastnosti	Měrné jednotky	Nafta (ČSN EN 590)	MEŘO (ČSN 65 6507/Z1)	EEŘO
Hustota při 15 °C	kg/m ³	820 - 860	870 - 890	879
Kinematická viskozita při 40 °C	mm ² /s	2 - 4,5	3,5 - 5,0	4,779
Bod tuhnutí	°C		0,4	-12 (-26)
Filtrovatelnost (CFPP)	°C	-10	max. -5	(-5 až -10)
Destilační zkouška:	°C		320 - 360	320 - 360
rozmezí	% objemová	200 - 370	5	4,5
do 300 °C	°C	70	360	360
95 % objemových		do 370 °C		
Bod vzplanutí (PM)	°C	nad 55	nad 110	56
Voda	mg/kg	stopy	max. 500	-
Karbonizační zbytek (10 % destil. zbytku)	% hmotnostní	0,10 - 0,30	0,05	0,05
Síra	% hmotnostní	max. 0,05	0,02	0,022
Popel	% hmotnostní	max. 0,01	do 0,02	0,02
Obsah mechanických nečistot	mg/kg	max 24	max.24	20
Korozivní působení na Cu (3 h /50 °C)	stupeň koroze	1	1	1a
Číslo kyselosti	mg KOH/g	*	0,5	3,49 /3,97
Alkalické kovy K, Na max.	mg/kg	*	max.10	29
Obsah volného glycerolu	%	*	max.0,02	0,003
Obsah vázaného glycerolu	%	*	max. 0,22	0,069
Obsah fosforu	mg/kg	*	max. 20	20

Zdroj: <http://max.af.czu.cz/~miki/biodiesel/Hluk98/Holas/holas98.htm>

3. Materiály a metody

3.1 Materiály

3.1.1 Řepka olejná

Výroba olejnin patří v České republice k velmi důležitým. Některé tyto plodiny slouží k přerušení osevních sledů, jiné jsou určeny pro průmyslové zpracování. Mezi pěstovanými olejninami má zcela mimořádné postavení řepka olejná, a to zejména ve své ozimé formě. Je ceněnou plodinou, která výrazně diverzifikuje možnosti zemědělských podniků a firem ve významu pěstování širší skladby rostlinných druhů.

3.1.1.1 Popis a původ rostliny

Řepka olejná (*Brassica napus* L. var. *Napus*) patří do čeledi brukvovitých – Brassicaceae (křížaté). Jde o velmi mladý, značně proměnlivý a vitální druh, který byl vypěstován křížením brukve zelné a brukve řepice. Řepka olejná je jednoletá nebo dvouletá rostlina se vzpřímenou lysou lodyhou, která dosahuje výšky 120 - 150 cm a v horní části se větví. Dolní listy jsou řapíkaté, lyrovitě zpeřené na pohled modrozelené, ojiněné. Lodyžní listy jsou přisedlé a poloobjímavé, na rubu lehce chlupaté; prostřední a horní jsou lysé, celokrajné nebo zubaté. Kořenový systém je tvořen kořenem s velkým množstvím postranních větví, přičemž hloubka zakořenění je 110 – 312 cm. Květy jsou uskupeny do řídkého hroznu výrazně žluté barvy. Řepka ve své jarní formě kvete na konci dubna, ale většinou v květnu 20 – 25 dní. Plodem je hladká, válcovitá šešule dlouhá 5 – 10 cm, která obsahuje 15 - 40 semen. Semena jsou drobná, tmavě hnědé až modročerné a černé barvy.

[16]

Obrázek č. 1: Řepka olejná



Zdroj: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Brukev>

Řepka olejná se pěstuje ve dvou formách, a to jarní a ozimá, přičemž ozimý typ kvete v říjnu a má výrazně užší areál rozšíření.

Původní místo pěstování řepky olejné je ve středomoří. Na našem území je pěstována podle některých zdrojů od 8. – 10. století, jiné publikace uvádějí století 13. V prvopočátku druhy této rostliny našly uplatnění v kuchyni jako zelenina, z dalších pramenů je zjevné, že byl již ve středověku ze semen lisován olej, který byl použit ke svícení či k mazání a další použití našel v mydlářství.

Řepka je medonosnou plodinou (rostlinou včelomilnou). Je rostlinou samosprašnou.. Samosprašnost se samozřejmě liší v závislosti na odrůdě.

Pro lepší představu o možnostech této plodiny jsou v následující tabulce uvedeny hektarové výnosy hlavních technických plodin pěstovaných na území ČR v letech 2006 až 2010 tak, jak byly zveřejněny Českým statistickým úřadem. V příloze č. 1 je pak uveden odhad sklizní za roky 2010 a 2011, který je pro srovnání rozšířen o některé další plodiny.

Tabulka č. 4: Hektarové výnosy (t) sklizně zemědělských technických plodin

Plodina	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Průměr let 2006–2010
řepka	2,88	3,01	3,06	2,94	3,18	2,83	3,00
slunečnice na semeno	2,39	2,15	2,13	2,49	2,38	2,11	2,25
soja	2,04	1,85	1,75	2,17	2,26	1,70	1,95
mák	0,82	0,55	0,58	0,71	0,61	0,46	0,58
hořčice na semeno	0,95	0,76	0,60	0,89	0,92	0,58	0,75
len setý olejný	1,21	1,02	0,66	1,20	1,63	0,96	1,09
ostatní olejnin	1,06	0,71	0,64	0,87	0,60	0,33	0,63
len – rosené stonky	2,99	3,02	2,65	3,34	3,01	2,50	2,90
kořeninové rostliny	0,63	0,81	0,72	0,92	0,71	0,69	0,77
léčivé rostliny	1,38	0,81	0,80	0,98	0,67	0,73	0,80
ostatní technické plodiny	0,84	3,63	1,73	1,20	0,86	0,90	1,66

Zdroj: ČSÚ [http://www.czso.cz/csu/2011edicniplan.nsf/t/350020AD6D/\\$File/0001111306.xls](http://www.czso.cz/csu/2011edicniplan.nsf/t/350020AD6D/$File/0001111306.xls)

3.1.1.2 Současné rozšíření pěstování řepky olejné

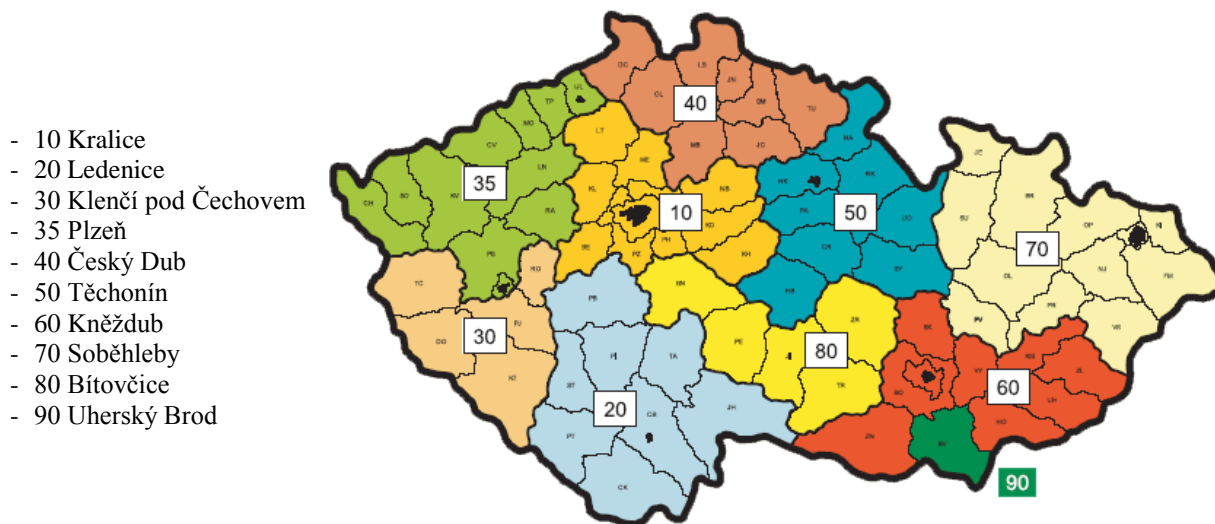
Řepka se stala významnou a ceněnou plodinou náležící k nejdůležitějším olejným rostlinám a řadí se mezi 10 nejvýznamnějších plodin světa. V současné době je pěstována v mírných a subtropických pásmech téměř celého světa, nejvíce v Evropě.

Jarní řepka se pěstuje např. v Indii, Číně, západní Sibíři, na severu Kavkazu, v celé střední Evropě i ve Skandinávii, ale i v Africe i Severní Americe, Kanadě atd. Ozimá řepka je méně rozšířená a pěstuje se např. na jihu Kanady, v nejjižnější části Skandinávie a především ve střední a západní části Evropy.

Pěstování řepky olejné v Čechách se rozšířilo především v letech 1820 – 1839 a ve velkém množství je pěstována od roku 1942. Ozimé odrůdy s minimálním obsahem kyseliny erukové se začaly rychle rozšiřovat od roku 1974. Postupně došlo i ke zjednodušení pěstování, podařilo se podstatně zvýšit výnosy a zásadním způsobem se podařilo změnit i kvalitu olejů tak, aby co možná nejlépe vyhovovala nárokům jak potravinářů, tak i zpracovatelů. V 90. letech minulého století se tato rostlina stala vyhledávanou jako energetická surovina. Pro Českou republiku se stala od roku 2000 nejvýznamnější exportní komoditou rostlinné výroby. S tím je úzce spjatý i nárůst plochy

pro její pěstování. [7] Na obrázku dva jsou znázorněny jednotlivé regiony svazu pěstitelů a zpracovatelů olejnin, který působí v České republice.

Obrázek č. 2: Regiony Svazu pěstitelů a zpracovatelů olejnin



Zdroj: <http://www.spzo.cz>

3.1.1.3 Pěstování

Jak již bylo výše zmíněno, řepka se pěstuje ve dvou formách a to v jarní a ozimé formě, která v naší republice převládá. Semena řepky začínají klíčit již při teplotě + 1°C, kořeny se rozrůstají při + 2,9°C a nadzemní část rostliny při + 5°C. Rostliny, které mají sílu kořenového krčku větší než 8 mm, jsou schopny odolávat v půdě i opakujícím se holomrazům až do -20°C. [7]

Řepce ozimé se špatně daří v těžkých půdách, které mají sklon tvořit hrudky. Naopak nejlepší podmínky pro její pěstování jsou na hlubokých hlinitých půdách, které mají dostatečnou zásobu humusu, hořčíku a vápníku, v půdě s pH 6 – 6,5. Tato plodina může být pěstována i na lehkých půdách, ale pouze při používání dobré agrotechniky. Mělké půdy musí být zase dostatečně hnojeny.

Řepka ozimá je vysévána v srpnu a jako předplodina může být použit např. ozimý ječmen, ranná pšenice, ozimé či jarní směsky, jetel.

Ke škůdcům ozimé řepky patří např. pilatka řepková, blýskáček řepkový, krytonosec řepkový a krytonosec čtyřzubý, dřepčík olejkový, mšice zelná ad.

Jarní forma řepky je v České republice pěstována pouze jako doplňující rostlina. Jako nevýhoda oproti ozimé formě je její nižší výnos, nižší obsah oleje a dále se plodina obtížněji chrání proti škůdcům.

Pěstování řepky doznalo během posledních několika let značného rozmachu, jak uvádí Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin ve svém Stanovisku 2011/2012, hlavně díky čtyřem faktorům: [20]

- úplný přechod na kvalitativně nové odrůdy řepky bez kyseliny erukové a se sníženým obsahem glukosinolátů
- růst výnosových schopností nových odrůd
- dlouholeté působení komplexního Systému výroby řepky
- v ČR již druhým rokem po sobě roste zpracování řepky. Lídrem trhu se stala společnost Preol a.s. (Agrofert Holding a.s.).

V následující tabulce jsou pro srovnání uvedeny osevní plochy zemědělských plodin z let 2005 až 2010, tak jak jsou zveřejněny z údajů Českého statistického úřadu. Z tabulky je zřejmé, jak významné postavení zaujímá řepka olejná mezi technickými plodinami pěstovanými v České republice, ale i jaké jsou její osevní plochy vůči souhrnu ostatních (netechnických) plodin.

V příloze č. 2 jsou pak uvedeny sklizňové plochy řepky olejky v České republice zpracované v přehledném sloupcovém grafu, který zveřejnil Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin za delší období, a to z let 1985 až 2011. V tomto grafu je možno sledovat trend opětovného nárůstu pěstování řepky po určitém propadu, který nastal v roce 2004.

Tabulka č. 5: Osevní plochy (ha) zemědělských plodin v letech 2005 – 2010

Plodina	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Obiloviny celkem	1 593 487	1 527 104	1 561 191	1 552 717	1 528 020	1 459 505
Luskoviny celkem	39 260	39 021	30 668	22 306	29 003	31 318
Okopaniny celkem	102 925	92 016	87 364	81 167	82 206	84 492
Technické plodiny celkem	415 490	450 773	461 628	490 146	494 156	499 792
řepka	267 160	292 246	337 570	356 924	354 826	368 824
slunečnice na semeno	39 648	47 068	24 425	24 468	25 621	27 172
soja	9 276	9 641	7 525	4 339	6 046	9 472
mák	44 615	57 786	56 915	69 793	53 623	51 103
hořčice na semeno	27 085	21 167	21 349	26 246	41 790	26 819
len setý olejný	7 336	7 869	2 640	1 171	2 631	4 094
ostatní olejniny	4 411	2 164	1 233	910	1 997	2 936
len setý přadný	4 499	2 904	705	162	153	13
Píceiny na orné půdě celkem	491 881	459 344	428 599	406 161	396 713	406 450
Osevní plocha úhrnem	2 657 881	2 585 684	2 587 184	2 568 630	2 545 371	2 495 859

Zdroj: ČSÚ <http://www.czso.cz/csu/2011edicniplan.nsf/kapitola/0001-11-2010-1300>

3.1.1.4 Obsah látek v řepce olejné

Řepkové semeno obsahuje 35 – 40 % tuku, také obsah dusíkatých látek je poměrně vysoký (asi 20 %). Biologická hodnota bílkovin je poměrně dobrá. Obsah výtažkových bezdusíkatých látek (BNLV) je nízký (jen asi 5 %), obsah hrubé vlákniny je 7 – 12 % a minerálních látek 2 – 3 %. Semeno řepky obsahuje také značné množství antinutričních látek. Nejvýznamnější jsou glukosinoláty, sinapiny, kyselina eruková, ricinoolejová, ale patří k nim také například antinutriční polysacharidy. [16]

3.1.1.5 Využití

Velkou předností řepky olejné je její mnohostranné využití v nejrůznějších oborech lidské činnosti. Primárně se sice využívala v potravinářství, ale v dnešní době stoupá její význam coby technické plodiny určené pro lisování oleje, který je určen k dalšímu, nepotravinářskému, zpracování. Nejčastější využití této plodiny je následující:

- potravinářské využití řepky olejné
 - ❖ potravinářská surovina pro lidskou výživu – jedlý olej, jehož část se zpracovává hydrogenací (ztužováním) a z těchto tuků jsou vyráběny margaríny nebo vysoko ztužené tuky, jež jsou používány ke smažení a pečení
- nepotravinářské využití řepky olejné
 - ❖ v krmivářství – součást krmných směsí pro hospodářská zvířata v podobě extrahovaných šrotů a pokrutin
 - ❖ předplodina pro obiloviny, zelené krmivo
 - ❖ zvyšuje úrodnost půdy - zelené hnojivo
 - ❖ významná surovina pro chemický průmysl (oleochemie)
 - ❖ výroba plastických hmot, laky, emulgátory, umělá vlákna
 - ❖ ve farmaceutickém průmyslu
 - ❖ v kosmetice
 - ❖ energetická rostlina, která může být alternativním zdrojem obnovitelné energie místo fosilních zdrojů – výroba bionafty, ekomazadel
 - ❖ v obchodě – jako velice důležitá exportní komodita

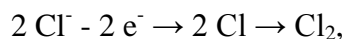
3.1.2. Hydroxid sodný

3.1.2. 1 Výroba hydroxidu sodného

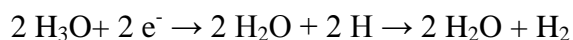
Další surovinou, která je potřeba pro výrobu bionafty je hydroxid sodný (někdy nazýván jako louh sodný či natronové vápno). Je to silně zásaditá anorganická sloučenina, která se vyrábí elektrolytickým rozkladem roztoku chloridu sodného, přičemž vedlejším produktem je plynný chlor. Existují tři metody, které zabraňují zpětné reakci vzniklého hydroxidu a chlóru:

- **Metoda amalgámová** – pomocí Castner-Kellnerova elektrolyzéry, kde katoda je rtuť, na které proběhne redukce sodných iontů na elementární sodík, který se ve rtuti rozpustí za vzniku kapalného amalgámu a v rozkradači se zbaví rtuť sodíku a vrátí se zpět do elektrolyzéry;
- **Metoda diafragmová** – anodový a katodový prostor je v Griesheimově článku vzájemně oddělený polopropustnou stěnou, kterou molekuly vznikajícího chloru nejsou schopny prostoupit. Do prostoru anody se kontinuálně přivádí uhlíčitan

sodný (solanka). Na anodě ionty chloru odevzdávají elektron a mění se na atomární chlor a následně na molekulární chlór, tedy:



zatímco na katodě se redukují přibráním elektronu oxoniové kationty na vodík a vodu:



V katodovém prostoru se hromadí sodné kationty Na^+ a jejich kladný náboj je kompenzován růstem koncentrace záporných hydroxylových aniontů OH^- , čímž zde efektivně vzniká hydroxid sodný. Odpouštěný roztok obsahuje vedle sebe zbytky rozpuštěného chloridu sodného a vzniklého hydroxidu sodného, které je nutno následně oddělit. [12]

- **Metoda membránová** – nejmodernější, zavedená v sedmdesátých letech v Japonsku, kde ji používá téměř 90 % firem je obdobou předchozí metody.

3.1.2.2 Vlastnosti

Vodný roztok hydroxidu sodného je bezbarvou čirou viskózní kapalinou, která při teplotě nižší než 10°C vykrytalizuje. V čistém stavu má podobu pevné bílé látky ve formě peciček, lístečků nebo granulí (viz Obr. č. 3). Hydroxid sodný je látkou dobře rozpustnou jak v ethanolu, tak v methanolu ale i ve vodě. Při rozpouštění dochází k uvolňování značného množství tepla. Vzhledem k tomu, že tato látka je silně hygroskopická, může dojít při ponechání na vzduchu k roztečení na velice silný roztok. Z tohoto důvodu je důležité uchovávat tuto látku v hermeticky uzavřených obalech. [11]

Obrázek č. 3: Hydroxid sodný v krystalické formě



Zdroj: http://cs.wikipedia.org/wiki/Hydroxid_sodn%C3%BD

3.1.2.3 Použití

Hydroxid sodný je využíván díky svému širokému uplatnění hned v několika průmyslových odvětvích. V potravinářském průmyslu je označen pod kódem E 524 a v České republice je jeho používání povoleno v nezbytném množství k potravinám s výjimkou dětské výživy a dále při zpracování tuků a olejů a ve vodárenství při úpravách pitné vody.

Kalibrovaný roztok hydroxidu sodného se používá v chemických laboratořích jako titrační činidlo při kvantitativním stanovování obsahu kyselin ve vzorcích. Používá se také při výrobě mýdel a povrchově aktivních látek, k přípravě dalších sloučenin sodíku, jako reakční složka při organických a anorganických syntézách. Další uplatnění je v textilním průmyslu, při výrobě celulózy a papíru. V neposlední řadě nachází hydroxid sodný uplatnění v hutnictví.

Slouží ale také jako desinfekční činidlo pro vymývání strojů a v domácnostech se dá užít při čištění odpadních potrubí. [11]

Při výrobě biopaliv slouží hydroxid sodný jako katalyzátor, který se mísí s metanolem a olejem vylisovaným ze semen řepky olejné.

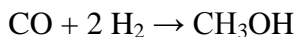
3.1.3 Methanol

Methanol je další ze surovin potřebných k výrobě bionafty.

Methanol (metylalkohol, karbinol) je nejjednodušším alifatickým alkoholem, dříve známý pod názvem dřevný líh. Tuto bezbarvou a po alkoholu zapáchající kapalinu je možné neomezeně míchat s vodou, jde ale o těkavý, hořlavý a vysoce jedovatý materiál.

3.1.3.1 Výroba methanolu

Dříve byl methanol vyráběn suchou destilací bukového dřeva. Dnes se průmyslově vyrábí katalytickou hydrogenací oxidu uhelnatého z vodního plynu, tzn. z oxidu uhelnatého a směsi vodíku při vysokých teplotách 250 °C a tlaků 5 - 10 MPa a za přítomnosti katalyzátorů na bázi směsi mědi, oxidu zinečnatého a oxidu hlinitého podle rovnice:



Přičemž uvedená reakce je vratná; za nižších teplot a tlaků a v přítomnosti solí trojmocného chromu probíhá opačným směrem [13].

3.1.3.2 Použití

Methanol má široké uplatnění v různých oborech, mezi jinými se používá jako:

- rozpouštědlo
- přísadu do nemrznoucích směsí
- přísadu do pohonných látek
- samostatná pohonná látka a to zejména u přeplňovaných spalovacích motorů
- uvažuje se o jeho využití v palivových člancích, jako možné palivo
- surovinu pro výrobu jiných organických látek např.:
 - ❖ kyselina mravenčí
 - ❖ dimetylexer – tj. ekologický hnací plyn pro aerosolové spreje
 - ❖ formaldehyd (methanol)
 - ❖ výroba MTBE – aditivum do benzínu, je karcinogenní a z tohoto důvodu se přestává používat [13].

3.1.4 Rostlinné oleje

Jak některé literatury uvádějí, je světově známo zhruba 300 druhů rostlin, z nichž je možné získávat olej. Z nejnámějších je možno uvést slunečnici, olivy, sóju, mák, kokosový ořech, podzemnici olejnou (jak bylo již výše zmíněno, její palivo pohánělo dieselův motor na světové výstavě v Paříži) a v ČR nevíce používanou olejinu – řepku olejnou. Všechny tyto plodiny, či spíše jejich oleje lze použít jako biopalivo. Samozřejmě, že fyzikální vlastnosti těchto plodin se od sebe liší.

Za předpokladu, že bychom se drželi myšlenky R. Diesela o přímém použití oleje jako pohonu vznětového motoru, muselo by v současné době nutně dojít ke konstrukčním úpravám těchto motorů. Hodnoty motorové nafty, které se týkají především viskozity a bodu vzplanutí, jsou odlišné od hodnot olejů. Ve spalovacím prostoru motoru by docházelo ke shlukování velkých kapek oleje, tím by se tvořil karbon, který má nízkou schopnost se odpařit. Konstrukteři tento problém řeší motory s předkomůrkou, případně vířivou komůrkou.

Z uvedeného vyplývá, že ani přes nízkou cenu oleje, by nebylo ekonomické upravovat tak každý motor. Řešením je vhodně chemicky upravit palivo a konstrukci motoru ponechat v nezměněném stavu. Takto vyrobené palivo je rychle biologicky odbouratelné a v jeho spalínách je méně škodlivých produktů, než obsahují spaliny z motorové nafty. Nevýhodou je však v tomto případě vyšší cena. K jeho přednostem, jak píše Váňa 1998, je

vysoký energetický potenciál 40 MJ/kg a vysoká výhřevnost 37 MJ/kg a vysoké cetanové číslo.

Hlavní fyzikální vlastnosti některých rostlinných olejů v porovnání s motorovou naftou jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka č. 6: Fyzikální vlastnosti některých rostlinných olejů a motorové nafty

Parametr paliva	Olej				Motorová nafta
	řepkový	slunečnicový	lňený	sojový	
Měrná hmotnost [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$]	0,92	0,927	0,935	0,934	0,8 až 0,86
Bod vzplanutí [$^{\circ}\text{C}$]	317	316	-	330	min. 55
Bod tuhnutí (zákalu) [$^{\circ}\text{C}$]	0 až -2	-16 až -18	-18 až -27	-8 až -18	0 až -12
Kinematická viskozita při 20 $^{\circ}\text{C}$ [$\text{mm}^2\cdot\text{s}^{-1}$]	97,7	65,8	51	63,5	2 až 8
Spalné teplo [$\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$]	40,56	39,81	39,51	39,73	45,3

Zdroj: *Alternativní pohony motorových vozidel* [26]

Technologický proces výroby řepkového oleje a stejně tak také výroba metylesteru řepkového oleje jsou detailně popsány v další části diplomové práce.

3.2 Metody

3.2.1 Proces výroby řepkového oleje

Při výrobě řepkového oleje jako suroviny pro výrobu bionafty je používán běžný postup jako pro výrobu rostlinných olejů v potravinářském průmyslu. Tento olej je možné použít mj. také jako mazivo, v kosmetice ale i ve farmaceutickém průmyslu a průmyslu chemickém.

Semena řepky olejné je možno zpracovávat jak v malých decentralizovaných provozech, ale i ve velkých průmyslových lisovnách. Olej se získává lisováním a to dvěma způsoby, lisování oleje probíhá buď za studena nebo za tepla.

3.2.1.1 Technologický postup

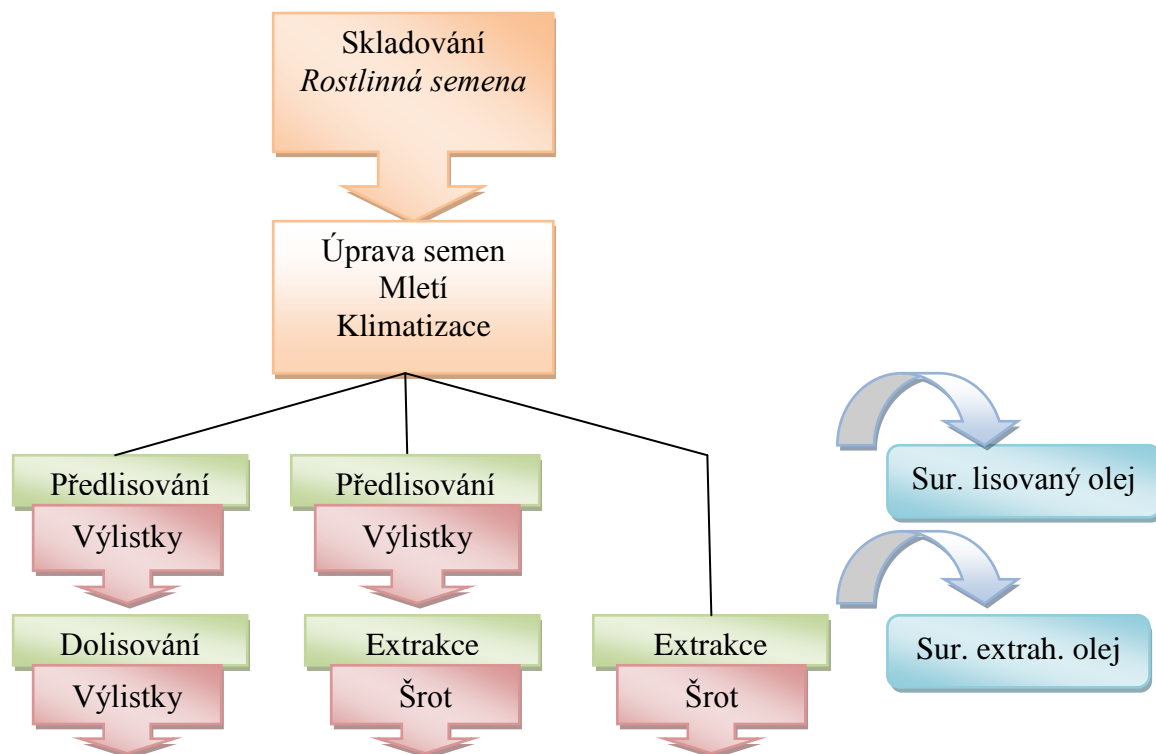
Technologický postup při zpracování semen řepky olejné lze rozdělit do zhruba těchto fází:

- Uskladnění řepkového semene, vyčištění, popř. dosušení
- Přeprava ze skladu (případně ze sil). Tato přeprava probíhá nejčastěji pomocí mechanických dopravníků (transportérů), např. dopravních pásů, šnekových dopravníků, korečkových, pneumatických dopravníků, korečkovými elevátory
- Předlisování (drcení) – dochází k oddělení oleje od rostlinných pletiv

- Příprava na další zpracování prostřednictvím klimatizace, která lisovanou surovinu připravuje prostřednictvím úpravy teploty a vlhkosti
- Konečné získávání olejů – lisováním, extrakcí, nebo kombinací předlisování a extrakce

Popsané kroky jsou zobrazeny v následujícím schématu.

Obrázek č. 4: Schéma procesu výroby rostlinných olejů



Zdroj: Přepřacováno podle *Technologie potravin II*

3.2.1.2 Lisování oleje

Lis je stroj, který slouží k mechanickému zpracování např. olejnin, v tomto případě řepky olejné, tlakem. Lis se skládá ze šnekovice se závity a mezikroužky, cedřákového koše s lamelami. Štěrbínami mezi lamelami odtéká olej.

Kadlec 2002 říká, že prakticky se využívají výkonné kontinuální šnekové lisy. Stlačením rozdrcených semen dochází k uvolnění oleje mechanicky. Olej vytéká vytvořenými kapilárami. Maximální hodnoty tlaku jsou 5 – 17 MPa, u předlisů 3 – 5 MPa (95 °C) a u dolisů až 40 MPa (115 – 125 °C). Denní výkon šnekových předlisů se pohybuje podle konstrukce od 20 do 200 t, u největších více než 500 t. Výlistky z předlisů jsou ve velkých suroárnách ihned dávkovány do procesu extrakce, popř. do dolisů. Pokrutiny ze zmíněných dolisů jsou používány jako krmivo.

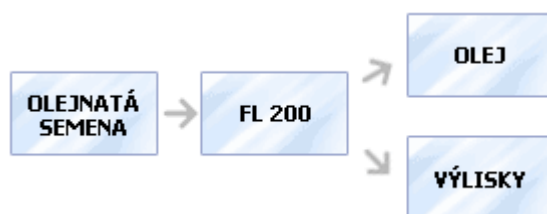
3.2.1.3 Lisování oleje za studena

Proces lisování za studena je charakteristický tím, že semena řepky olejné jsou lisována bez tepelné přípravy. Hlavní znaky lisování za studena:

- jednoduchost technologického zařízení
- nízká energetická náročnost technologie
- malé nároky na plochu
- nízký obsah fosforu v oleji [33]

Lisování probíhá v jednom, nebo ve dvou stupních, jak je popsáno v následujících schématech, která jsou příkladem technologie používané ve společnosti Farnet, a.s. FL 200 a FS 1000 je obchodní označení lisů této společnosti. V obrázku č. 7 je pak zobrazeno technologické schéma lisování za studena u této společnosti.

Obrázek č. 5: Schéma procesu – jednostupňové lisování



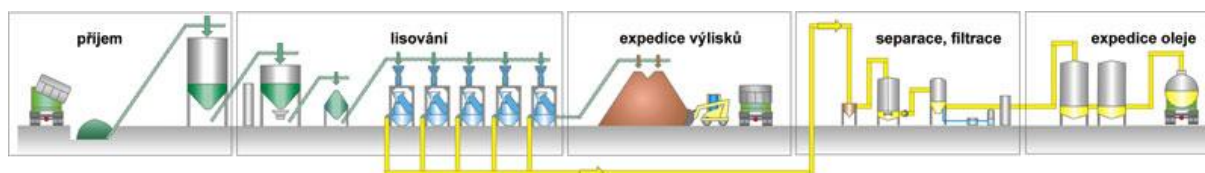
Zdroj: <http://www.farnet.cz/technologie-zpracovani-olejnin/lisovani-za-studena.html>

Obrázek č. 6: Schéma procesu – dvoustupňové lisování



Zdroj: <http://www.farnet.cz/technologie-zpracovani-olejnin/lisovani-za-studena.html>

Obrázek č. 7: Technologické schéma lisování za studena

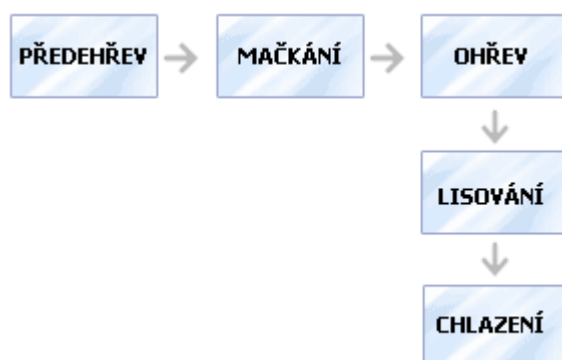


Zdroj: <http://www.farnet.cz/technologie-zpracovani-olejnin/lisovani-za-studena.html>

3.2.1.4 Lisování oleje za tepla

Schéma procesu lisování oleje za tepla je popsáno v následujícím schématu.

Obrázek č. 8: Schéma procesu



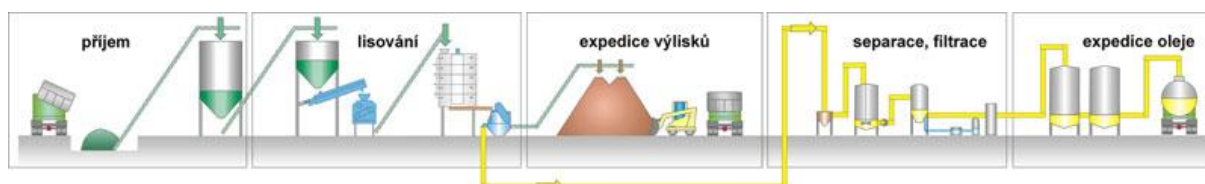
Zdroj: <http://www.farmet.cz/technologie-zpracovani-olejnin/lisovani-za-tepla.html>

Proces lisování za tepla je procesem s tepelnou úpravou olejnatých semen. Mezi jeho charakteristické znaky patří:

- vyšší výtěžnost oleje
- vyšší obsah fosforu v oleji
- energeticky náročnější technologický proces [33]

Technologické schéma lisování je uvedeno v následujícím obrázku. Výše uvedené schéma i tento obrázek jsou využívány ve společnosti Farmet, a.s.

Obrázek č. 9: Technologické schéma lisování za tepla



Zdroj: <http://www.farmet.cz/technologie-zpracovani-olejnin/lisovani-za-tepla.html>

3.2.1.5 Extrakce

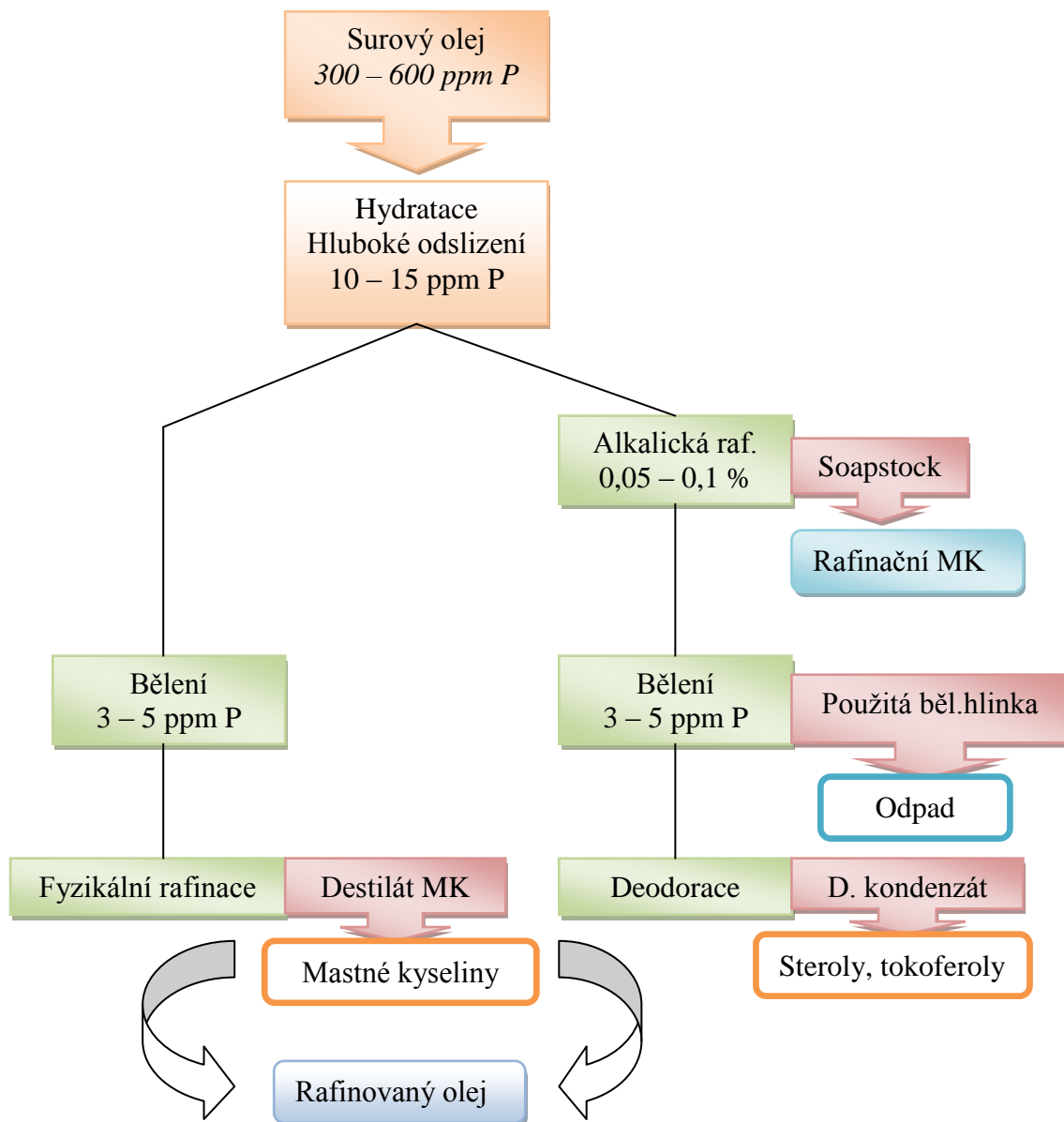
Účelem extrakce je získat pomocí vhodného rozpouštědla maximální množství oleje z vylisovaných semen po lisování.

Extraktory se rozlišují na ponorné a skrápěné, dále perkolační a protiproudé. Jako rozpouštědlo se používá extrakční benzín (gazoline) a především technický hexan. Při normálním tlaku nemůže být překročena teplota 60 °C (obvykle je 50 – 55 °C).[2]

3.2.1.6 Rafinace

Rafinace má za cíl odstranit ze surového oleje látky, které mají vliv na jeho vlastnosti, trvanlivost a vhodnost k výživě. Provádí se po lisování za tepla a extrakci. Odstraňují se např. nečistoty, prolis, hrubé nečistoty, barviva, voda a u jedlého oleje, jak uvádí Krause 2010 z firmy Farnet a.s., fosfolipidy, karoteny, volné mastné kyseliny, zápachové látky.

Obrázek č. 10: Schéma procesů výroby rafinovaných rostlinných olejů



Zdroj: Přepracováno podle Technologie potravin II

Technologický postup rafinace obsahuje operace:

- hydratace – odslizení
- alkalická rafinace (neutralizace)
- bělení
- deodorace

Tento vyrobený čistý řepkový olej je teoreticky možné použít již jako palivo do vznětových motorů přímo bez dalších úprav, chemické struktury a aditivace. Obvykle se ale vzhledem k některým svým negativním vlastnostem, které byly popsány výše, zpracovává dále jako jedna ze složek pro výrobu bionafty.

3.2.2 Výroba metylesteru řepkového oleje (MEŘO)

V České republice se označuje zkratkou MEŘO metylester řepkového oleje (dále jen MEŘO). MEŘO je čirá nažloutlá netoxická kapalina, která neobsahuje mechanické nečistoty, těžké kovy, ani škodlivé látky a je možné ji libovolně míchat s motorovou naftou. Bohužel je však agresivní vůči pryžím.

Porovnání vybraných vlastností MEŘO a nafty je uvedeno v následující tabulce. Normované požadavky na MEŘO jsou pak uvedeny dále v práci.

Tabulka č. 7: Porovnání vlastností MEŘO a nafty

	Nafta s nízkým obsahem síry	MEŘO
Cetanové číslo	46	61,2
Bod varu [°C]	191	347
Viskozita při 20 °C [mm²/s]	5,1	7,5
Viskozita při 50 °C [mm²/s]	2,6	3,8
Obsah síry [% hmot.]	0,036	0,012
Obsah dusíku [ppm]	0	6
Zbytkový obsah uhlíku [%]	0,15	0,025
Výhřevnost [MJ.kg⁻¹]	44,5	40,4
Hustota [kg.m³]	845,9	906,6

Zdroj: Vlč 2004 [6]

Jak uvádí Šebor a kol. 2006, je 80 % světové roční produkce bionafty realizováno na bázi řepkového oleje. Je to dáno tím, že řepka obsahuje příznivé množství oleje v semenech a kromě toho patří k vlastnostem tohoto oleje vysoká výhřevnost.

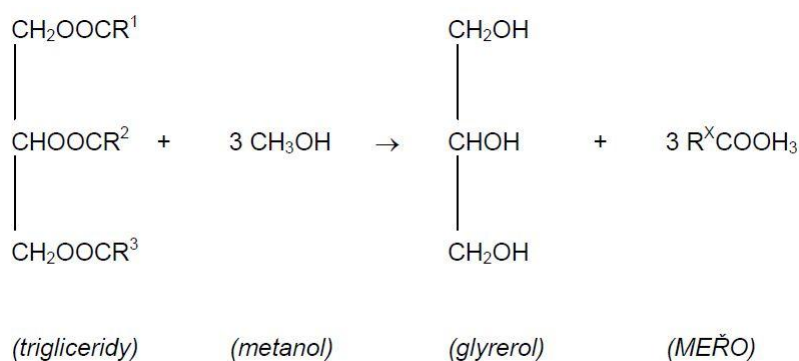
Metylester řepkového oleje se získává chemickým procesem esterifikací (transesterifikací) mastných kyselin. Jedná o rozpouštění metanolu při použití vhodného katalyzátoru, kterým může být hydroxid draselný (KOH) nebo hydroxid sodný (NaOH). Podíl katalyzátoru tvoří 1 – 3 % z množství řepkového oleje. Tato směs je společně

s rostlinným olejem nadávkována do uzavřeného reaktoru k esterifikaci, jež probíhá za běžné, nebo zvýšené teploty. Zvolená teplota u určena na základě zvolené technologie.

Esterifikace je prováděna ve velkých průmyslových zařízeních, nebo malých zařízeních o objemu 1500 l a méně. V malých zařízeních probíhá již zmiňovaná esterifikace za běžného tlaku a teplotě. Jak uvádí Váňa 1998, probíhá tato chemická reakce 6 – 8 hodin, zatímco Šebor a kol. 2006, uvádějí reakční dobu 1-8 hodin.

Chemické reakce, které při transesterifikaci triglyceridů metanolem probíhají, jsou znázorněny na níže uvedeném obrázku.

Obrázek č. 11: Základní schéma transesterifikace triglyceridů metanolem

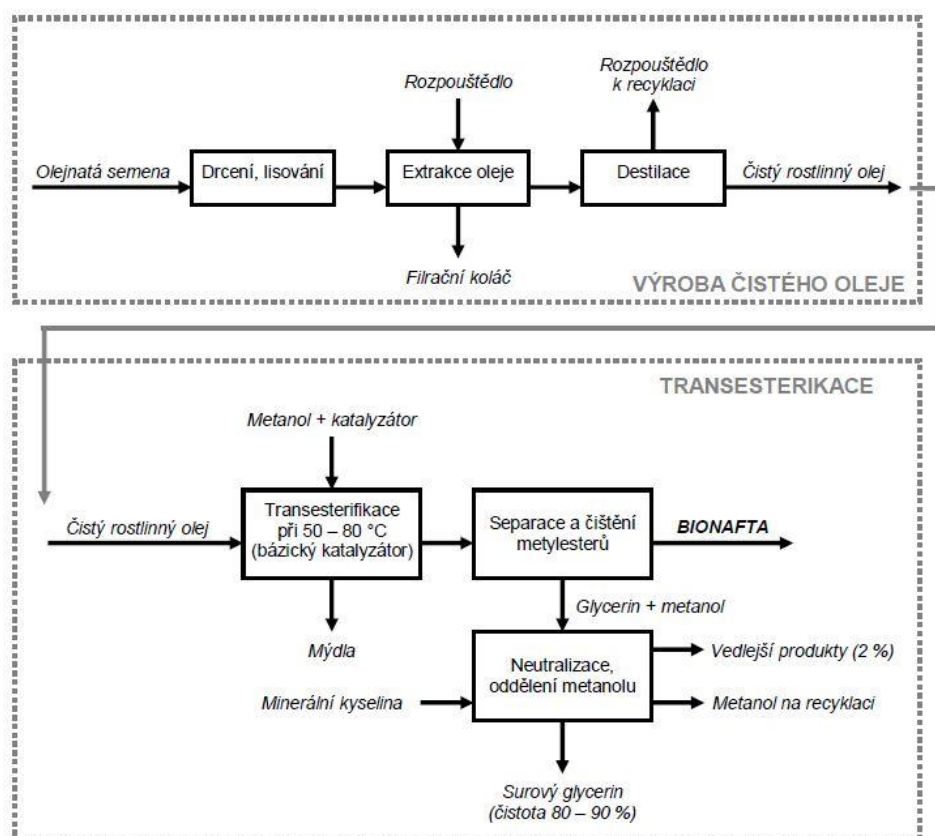


Zdroj: Technicko-ekonomická analýza vhodných alternativních paliv v dopravě [23]

Při provedení transesterifikace dochází k oddělování glycerolu od metylesterů. Vzhledem k tomu, že oba tyto produkty obsahují metanol, je nutné směs napřed neutralizovat minerální kyselinou a poté separovat pomocí destilace.

Jednotlivé kroky technologického postupu výroby oleje a jeho přeměny transesterifikací na MEŘO jsou uvedeny na následujícím obrázku.

Obrázek č. 12: Výroba čistého oleje a MEŘO



Zdroj: Technicko-ekonomická analýza vhodných alternativních paliv v dopravě [23]

U výsledného produktu se uvádí následující poměr jednotlivých složek v MEŘO obsažených:

- 98 % metylesteru mastných kyselin řepkového oleje
- 1 % směsi mono-di- a triglyceridů
- 0,3 % metanolu
- 0,3 % volných mastných kyselin
- 0,02 % volného glycerolu
- Zbytek tvoří nezmýdelnitelné látky

Proces esterifikace je poměrně jednoduchý a v zemědělství a chemickém průmyslu zcela běžně používaný. Výslednými produkty jsou metylester nebo ethylester. Vedlejším produktem při výrobě MEŘO je surový glycerin, který je dále upravován. Tyto produkty lze dále využít v chemickém a farmaceutickém průmyslu.

Hlavní chemické a fyzikální vlastnosti MEŘO jsou dány ČSN normou 65 6507 (změna 1997) a podle této normy je posuzován i vyrobený produkt. Vybrané vlastnosti stanovené touto normou jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka č. 8: Technické požadavky na MEŘO podle ČSN 65 6507

Vlastnosti	Měrné jednotky	Mezní hodnoty		Zkouší se podle
		min.	max.	
Hustota při 15 °C	kg.m ⁻³	870	890	ČSN EN ISO 3675
Kinematická viskozita při 40 °C	mm ² .s ⁻¹	3,5	5,0	ČSN EN ISO 3104
Filtrovatelnost (CFPP)	°C		-5	ČSN 65 6166
Bod vzplanutí (PM)	°C	110		ČSN EN 22719
Síra	% hm.		0,02	ČSN EN ISO 8754
Voda	mg.kg ⁻¹		500	ČSN 65 0330
Obsah mechanických nečistot	mg.kg ⁻¹		24	ČSN 65 6080
Conradsonův karbonizační zbytek (vztaženo na vzorek)	% hm.		0,05	ČSN 65 6210
Popel	% hm.		0,02	ČSN 65 6063 (metoda B-sulfátová)
Číslo kyselosti	mg KOH na 1 kg		0,5	ČSN ISO 660 ČSN 65 6070
Korozivní působení na měď (3 h při 50 °C)	stupeň koroze	třída 1		ČSN EN ISO 2160
Celkový obsah glycerolu	% hm.		0,24	Příloha B normy
Volný glycerol	% hm.		0,02	Příloha C normy
Fosfor	mg.kg ⁻¹		20	ČSN 58 8790
Cetanový index (informativně)		48		ČSN 65 6187
Esterové číslo (informativně)	mg KOH na 1 kg	185	190	ČSN 58 8763 ČSN ISO 660 CSN ISO 6293 ČSN 65 6070
Alkalické kovy K, Na (informativně)	mg.kg ⁻¹		10	Příloha A normy
Výhřevnost (informativně)	MJ.kg ⁻¹	37,1		ČSN 65 6169

<http://www.mpo-efekt.cz/dokument/1234.pdf>

Co se týče ekonomické stránky, je pravdou, že esterifikací se zvyšují výrobní náklady na bionaftu, na druhé straně se zlepší proces hoření a sníží viskozita látky, což znamená, že tento celkový produkt se vlastnostmi přibližuje motorové naftě. Sníží se měrná hmotnost olejů, proto se v porovnání s motorovou naftou zvýší spotřeba paliva o 7 – 10 % při stejné tepelné účinnosti. Seřizemím motoru lze dosáhnout stejných výkonů, jako při provozu s naftou. [29]

Z pohledu životního prostředí je výhodou, že produkt není jedovatý a má plnou biologickou odbouratelnost. Vezmeme-li v úvahu vzniklé zplodiny při spalování, jsou

prakticky bez SO₂, tzn., že oproti naftě mají méně uhlovodíků a sazí. Emise CO₂ jsou téměř stejné, jen je vyšší obsah některých oxidů dusíku.

Palivo je použitelné bez úprav motorů. Výkon motoru je nižší zhruba o 5 %, z důvodu nižší výhřevnosti. Metylester řepkového oleje, jak bylo již uvedeno, lze bez jakýchkoliv problémů mísit s naftou. Nevýhodou se může zdát zvyšování nároků na použití pryžových materiálů a plastů, které přicházejí do styku s palivem. Nevhodný je, jak uvádí Váňa 1998, přírodní kaučuk a styrol (butadienový kaučuk). Studený start je možný do -10 °C. Pro použití v motoru je nutný souhlas výrobce.

3.2.3 Analýzy užívané při hodnocení biopaliv

3.2.3.1 Analýza životního cyklu (LCA)

Většina informačních zdrojů se shoduje na tom, že vliv biopaliv na životní prostředí je bezesporu kladný. Tato myšlenka vyplývá z principu, kdy rostliny při svém vegetačním období spotřebovávají oxid uhličitý (CO₂), čímž dochází ke snižování objemu tohoto skleníkového plynu v atmosféře.

Je také pravdou, že hlavním argumentem pro používání biopaliv jsou ekologické důvody. Při jejich spalování se uvolňuje do ovzduší v porovnání s klasickými fosilními palivy výrazně nižší množství skleníkových plynů (GHG – Green House Gasses). Totéž platí i o produkci dalších, jak uvádí Hromádka a kol. (2009), anorganických a organických škodlivin, jež obsahují výfukové plyny spalovacích motorů. To se týká především oxidu uhelnatého (CO), oxidů dusíku (NO_x) a uhlovodíků (HC), u kterých nedojde ke spálení pevných částic a též minoritních organických sloučenin s vysokým rizikovým potenciálem např. polyaromatické uhlovodíky, aldehydy a alkeny.

Biopaliva vykazují mnohem lepší biologickou odbouratelnost v porovnání s klasickými fosilními pohonnými hmotami.[10] Z objektivního hlediska je potřeba při tvrzení o ekologické výhodnosti vzít v úvahu celý řetězec při výrobě bionafty a klasického fosilního paliva.

Na základě provedené analýzy životního cyklu (Life cycle analysis) je možno odpovědět na otázku týkající se dopadu paliv a biopaliv na životní prostředí. Ve zjednodušené formě se tato analýza nazývá Well-to-wells analýza (WTW, od zdroje ke kolům) a je používána při hodnocení a porovnání environmentálního dopadu paliv v dopravním sektoru u různých dopravních módů, typů vozidel a jejich pohonů. Přičemž

výše zmíněné dopady jsou vyjadřovány ve vztahu ke kategorii dopadu na globální oteplování jako ekvivalenty CO₂.

Jak uvádí předkládací zpráva „Dlouhodobá strategie využití biopaliv v ČR“, bylo provedeno posouzení publikovaných dat pro klasická kapalná motorová paliva a biopaliva a je uplatňovaná, jak uvádí Špička, při hodnocení emisí skleníkových plynů, které vyprodukuje motorové vozidlo za 1 km s tímto závěrem: „Bionafta vykazuje ve srovnání s klasickou motorovou naftou 50 – 80% snížení emisí“. [20].

WTW analýza je obvykle prováděna ve dvou stupních hodnocení:

- - well-to-tank (WTT, od zdroje do nádrže)
- - tank-to-wheels (TTW, od nádrže ke kolům).

3.2.3.1.1 Well-to-tank (WTT)

Tato analýza posuzuje, jak uvádí Hromádka 2009, energetickou náročnost a produkci skleníkových plynů v jednotlivých fázích při výrobě biopaliva a fosilního paliva až k jejímu spálení ve vozidle. Za jednotlivé fáze výroby biopaliva považujeme druh použité zemědělské půdy, způsobu pěstování a obdělávání půdy, druh a množství použitého hnojiva. Dalšími fázemi výroby jsou veškeré dopravy spojené s pěstováním a výrobou a přeprava k prodejcům biopaliva a ke spotřebiteli, kdy poté teprve dojde ke spalování paliva a tím vznikající emise.

Ke znečišťování emisemi dochází také z výroby dusíkatých hnojiv, a dále pak emisemi oxidu dusného z polí apod. S přihlédnutím k tomu, že skleníkový efekt z oxidu dusného je přibližně 300x větší než u oxidu uhličitého, může mít i relativně malé množství tohoto plynu vliv na bilanci emisí skleníkových plynů [24].

Výše vzniklé emise spalovacích motorů, u nichž byla použita bionafta, mohou být porovnávány s klasickými emisemi z fosilních pohonných hmot, jejichž řetězec se skládá z těžby ropy a její dopravy do rafinérie ke zpracování a výroby pohonné hmoty až po distribuci ke spotřebiteli. Stejně tak, jako v předchozím řetězci, končí spalováním paliva v motoru vozidla.

3.2.3.1.2 Tank –to-Well (TTW)

Analýza od nádrže ke kolům posuzuje tak jako předešlá analýza energetickou náročnost a produkci emisí skleníkových plynů, jež vzniknou při spalování paliv v motoru vozidla. Tato metoda zohledňuje kvalitu jednotlivě vyrobeného paliva, jak uvádí Hromádka 2009, a také možnosti spalování různých druhů paliv ve spalovacích motorech a jejich účinnost při spalování.

3.2.3.2 Další analýzy užívané při hodnocení biopaliv

Výše uvedené analýzy životního cyklu, které hodnotí biopaliva z hlediska jejich dopadu na životní prostředí, jsou v této oblasti nejrozšířenější. Nejsou však zdaleka jedinou možností, jak lze biopaliva hodnotit.

Analýza životního cyklu je v odborných pracích často doplňována analýzou odvětví včetně určitých prognóz budoucího vývoje.

Dalším neméně důležitým hlediskem, které s výše uvedenými úzce souvisí, je analýza nákladů výroby a dalších souvisejících činností vztahujících se k produkci biopaliv. Nákladová analýza výroby biopaliv, na kterou je zaměřena i tato diplomová práce, spočívá v analýze a vyčíslení jednotlivých technologických operací, které mají svůj podíl na výrobě konkrétního biopaliva, v našem případě bionafty se složkou MEŘO.

Je na místě konstatovat, že na výsledném nákladovém hodnocení mají svůj podíl také marže jednotlivých zúčastněných výrobců a v neposlední řadě i dotace, které jsou za určitých podmínek poskytovány státem (případně EU). Tyto dotace mohou být poskytovány jak zemědělcům, coby primárním výrobcům základní suroviny, tak i na konci celého výrobního řetězce běžnému spotřebiteli, a to ve formě úlevy na spotřební dani. Toto jsou faktory, které nelze v jejich konečném důsledku opomíjet.

4. Výsledky

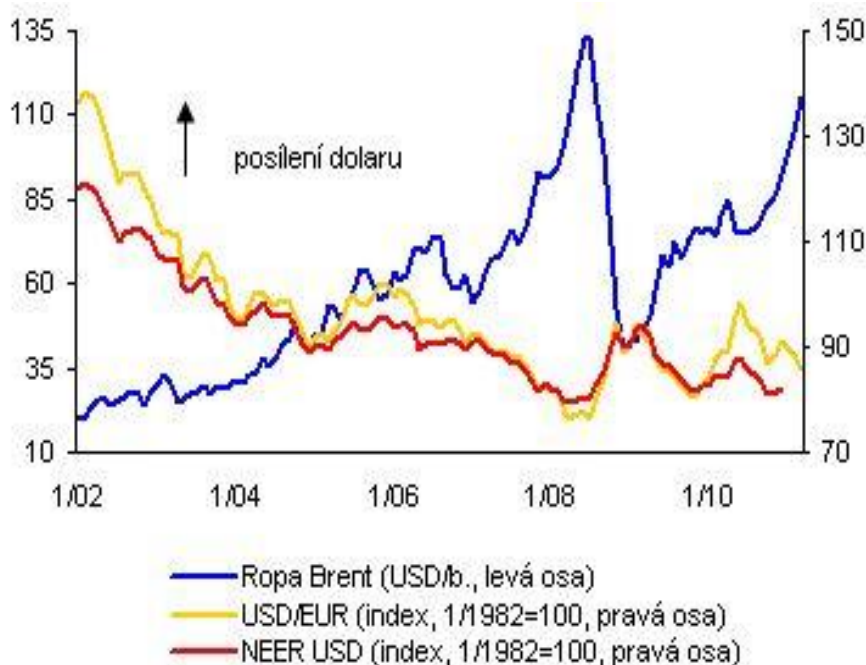
4.1 Situační analýza odvětví

Z historie je patrné, že zhruba od třicátých do sedmdesátých let minulého století byl o rostlinné oleje a bionaftu jako motorového paliva velmi malý zájem. To bylo způsobeno především nízkou cenou ropy a jejím dostatečným množstvím na světových trzích. V sedmdesátých letech minulého století došlo k dvěma ropným krizím, při nichž si svět a zejména Spojené státy plně uvědomily svoji závislost na cizích zdrojích a od té doby se začal rozvíjet výzkum a vývoj biopaliv. Stále se však ještě neřešil např. vliv skleníkových plynů na životní prostředí, popřípadě byl sledován minimálně.

V současné době je sledování emisí nejen věcí obecného zájmu veřejnosti, ale je dané zákonem. Množství ropy se stálou těžbou snižuje, cena ropy za barel v posledních letech opět stoupá a cena dolaru kolísá. V posledních letech se do kurzu amerického dolaru vůči euru stále promítá nejistota, která je spojena s dluhovou krizí v eurozóně.

Kolísavý vývoj cen je dobře vidět z údajů sledovaných Českou národní bankou, které jsou uvedeny v následujícím grafu.

Graf č. 2: Vývoj ceny ropy Brent a měnového kurzu USD v letech 2002 – 2010



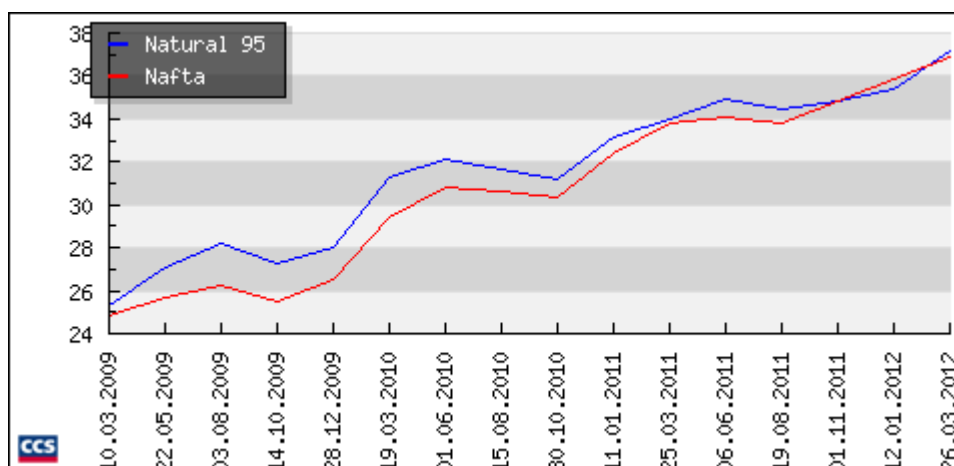
Zdroj: ČNB

Po roce 1989 byla v České republice oživena myšlenka výroby bioetanolu a jeho použití přimícháním do benzínu a motorové nafty. Preferovaný se stal program na výrobu metylesteru řepkového oleje před výrobou biolihu. Zcela cíleně začaly být orné půdy osazovány řepkou olejnou. V devadesátých letech se na výstavbu a nákup technologií poskytovala návratná půjčka a pro uplatnění přídatku min. 30 % MEŘO do motorové nafty pro výrobu nafty směsné. Výroba metylesteru řepkového oleje měla velkou ekonomickou podporu např. v dotaci ceny řepkového semene, MEŘO bylo osvobozeno od spotřební daně a sazba DPH činila do konce roku 2003 pouze 5 %.

Vstupem do EU byla zrušena dotace na výrobu MEŘO a DPH vzrostlo z 5 % na 19 % (resp. nyní již 20 %). Výroba MEŘO ale i nadále pokračuje a jako produkt se vyváží zejména do SRN.

V následujícím grafu je znázorněn vývoj cen pohonných hmot v České republice od roku 2009 až do současnosti. Detailní údaje za březen 2012 jsou uvedeny v příloze č. 4.

Graf č. 3: Vývoj ceny pohonných hmot v ČR (březen 2009 – březen 2012)



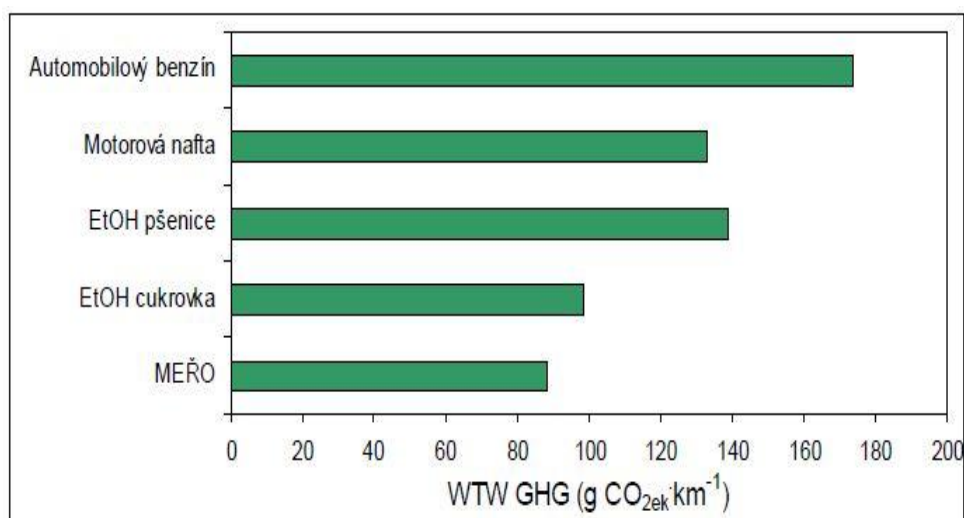
Zdroj: CCS

4.2 Analýza životního cyklu

Jako příklad konkrétních výsledků analýzy životního cyklu uvádím analýzu provedenou Špičkou L. a Jedličkou J. 2011, kde byla hodnocena fosilní motorová paliva a biopaliva I. generace. Za funkční jednotku této analýzy byla stanovena vzdálenost 1 km ujetý osobním automobilem Škoda Fabia. [24]

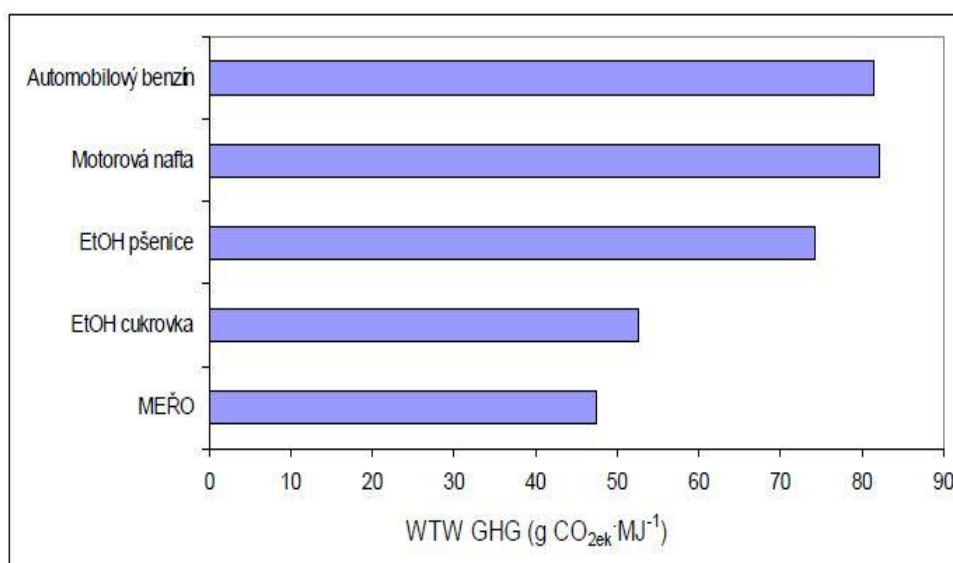
Dílní výsledky této analýzy jsou zobrazeny v následujících grafech.

Graf č. 4: Emise CO_{2ek} Well-to-wheels analýzy biopaliv a fosilních motorových paliv v podmínkách ČR ($g CO_{2ek} \cdot km^{-1}$)



Zdroj: <http://www.cemc.cz/> [29]

Graf č. 5: Emise CO_{2ek} Well-to-wheels analýzy biopaliv a fosilních motorových paliv v podmínkách ČR ($g CO_{2ek} \cdot MJ^{-1}$)

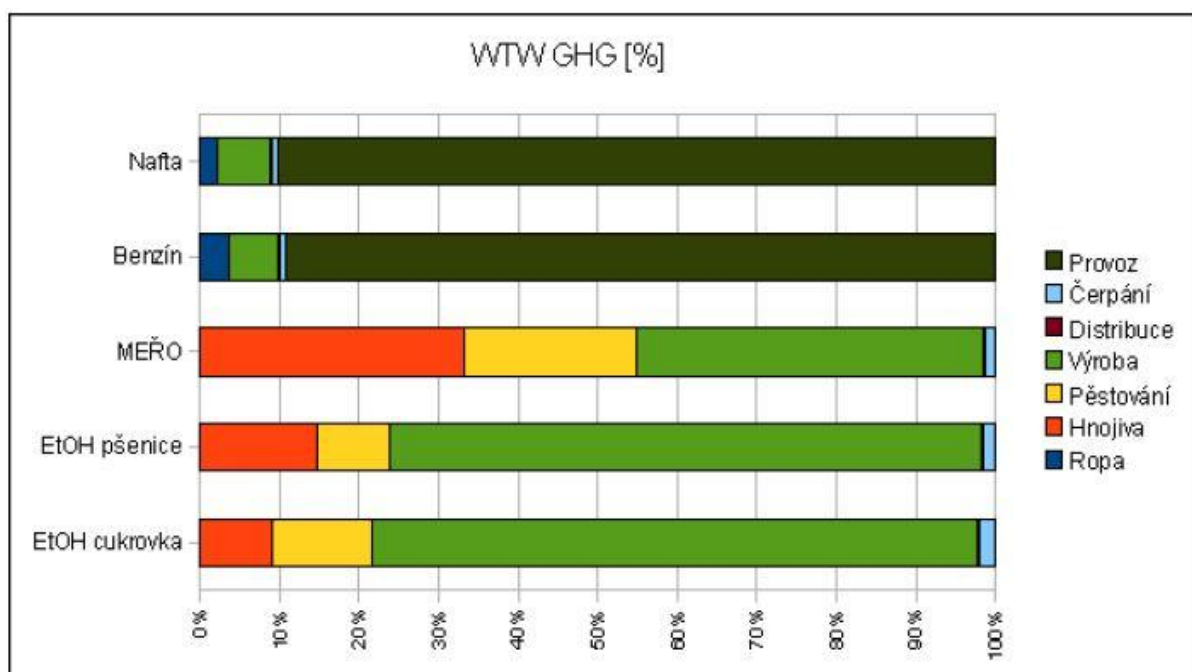


Zdroj: <http://www.cemc.cz/> [29]

Z výsledků jednoznačně vyplývá největší snížení skleníkových plynů při použití metylesterů řepkového oleje, na druhém místě je pak etanol vyrobený z cukrové řepy. Tato paliva splňují požadavky, které vyplývají ze směrnic Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES a 2009/30/ES.

Neméně zajímavé je srovnání podílu jednotlivých fází životního cyklu na celkových emisích skleníkových plynů, které je uvedeno v následujícím grafu.

Graf č. 6: Podíl jednotlivých fází životního cyklu na celkových emisích skleníkových plynů



Zdroj: <http://www.cemc.cz/>[29]

Z výsledků analýzy z pohledu nejnižší produkce skleníkových plynů vyšel jako nejvýhodnější metylester řepkového oleje. Je to ale za předpokladu, že oxid uhličitý, který vznikl spálením paliva v motoru bude opět využit rostlinami při jejich růstu.

Z hodnocení této analýzy je patrné, že jednu z nejdůležitějších rolí v produkci skleníkových plynů a při spotřebě energií hraje nejen druh motorového paliva, ale i jeho způsob zpracování a výrobní proces a také i účinnost pohonné jednotky ve vozidle. U alternativních paliv je patrný významně nižší podíl skleníkových plynů, ale za cenu vyšší energetické náročnosti. Bilanci biopaliv je možné snížit např. částečnou náhradou syntetických hnojiv za přírodní.

Zajímavou skutečností je, že autoři v této studii u biopaliv nezapočítávají do analýzy životního cyklu jejich emise v provozu. Lze se však domnívat, že oproti konvenčním palivům je toto množství považováno za zanedbatelné a současně, že u těchto paliv nejvíce emisí vyprodukuje jejich výroba, což je z grafu patrné.

4.3 Výroba MEŘO ve společnosti Primagra, a.s.

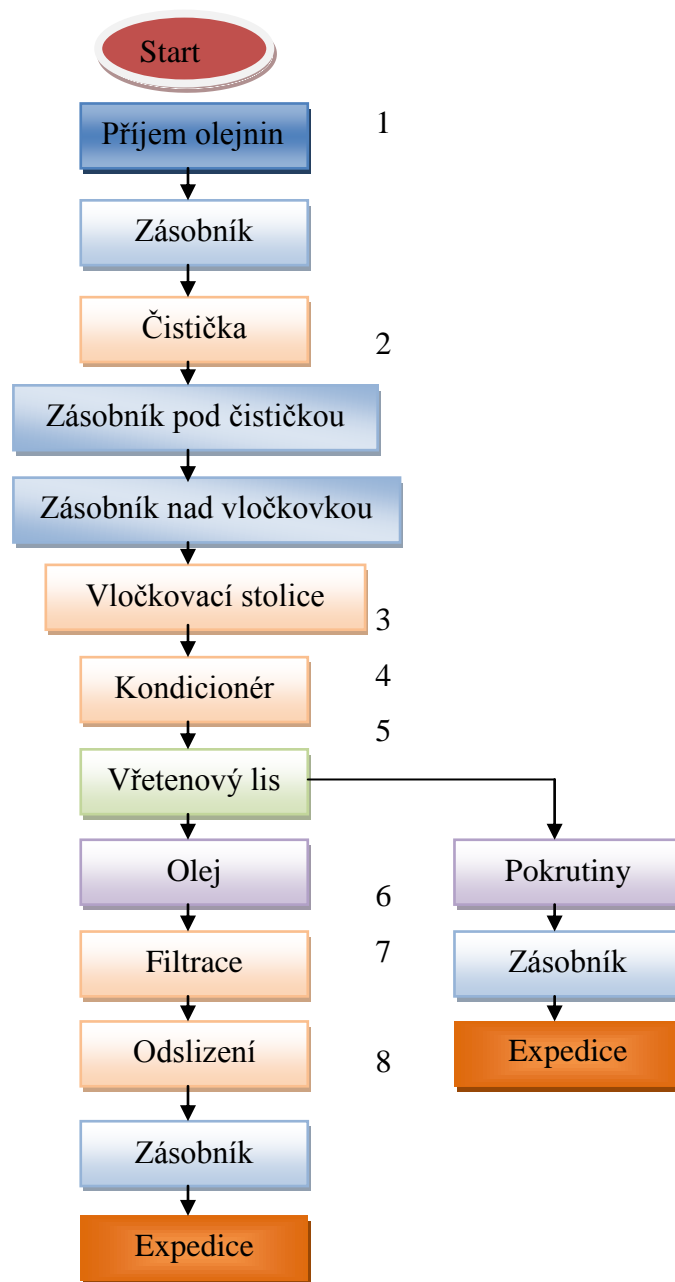
V této části předkládám popis výroby oleje z řepky olejné a jeho následného zpracování na MEŘO. Tento technologický postup je zpracován na základě spolupráce s konkrétním subjektem, který se výrobou těchto produktů zabývá. Jedná se o společnost Primagra, a.s. se sídlem v Milíně, která působí na trhu v České republice již od roku 1992. Autorka diplomové práce při tomto zpracování spolupracovala se zaměstnancem této společnosti, Ing. Petrem Schlegelem. Kalkulace nákladovosti výrobního cyklu řepkového oleje a MEŘO, které jsou následně uváděny v dalších částech práce vycházejí z tohoto konkrétního technologického postupu.

Bližší konkretizace technologického vybavení, které je uvedeno v následujících schématech, je provedena v příloze č. 3.

4.3.1 Výroba rostlinného oleje a pokrutin

1. Příjem olejnin (produktu) se provádí denně ze sila do haly lisovny. Produkt se dopravuje redlerem do vyrovnávacího zásobníku a odtud do provozních zásobníků.
2. Ze zásobníku odchází produkt na čisticí linku. Vyčištěné olejninny propadají do zásobníku pod čističkou a odtud jsou dopraveny do zásobníku nad vločkovkou. Přepad sít je sveden do kontejneru.
3. Na vločkovací stolicí dochází k mechanické úpravě.
4. Vločkový produkt je dopraven k tepelné úpravě do kondicioneru, kde dochází k nahřátí a následnému vysušení pomocí přivedené technologické páry.
5. Z kondicioneru je upravený produkt dopraven do vřetenového lisu, kde se z něj vylisuje olej a pokrutiny. Ty jsou dopraveny do podjezdových zásobníků a připraveny k expedici.
6. Vylisovaný olej stéká do cedícího dopravníku, kde dochází k oddělení prolisu od oleje. Prolis je vracen zpět do procesu lisování.
7. V sítovém filtru dochází k dalšímu čištění (filtraci) oleje.
8. Olej je zbaven slizů a fosfolipidů vysrážením a odstředěním. Po celkovém vyčištění je olej přečerpán do zásobníku, kde je připraven k expedici.
9. Pokrutiny jsou skladovány v podjezdových zásobnících nebo v hale [27]

Obrázek č. 13: Výrobní diagram

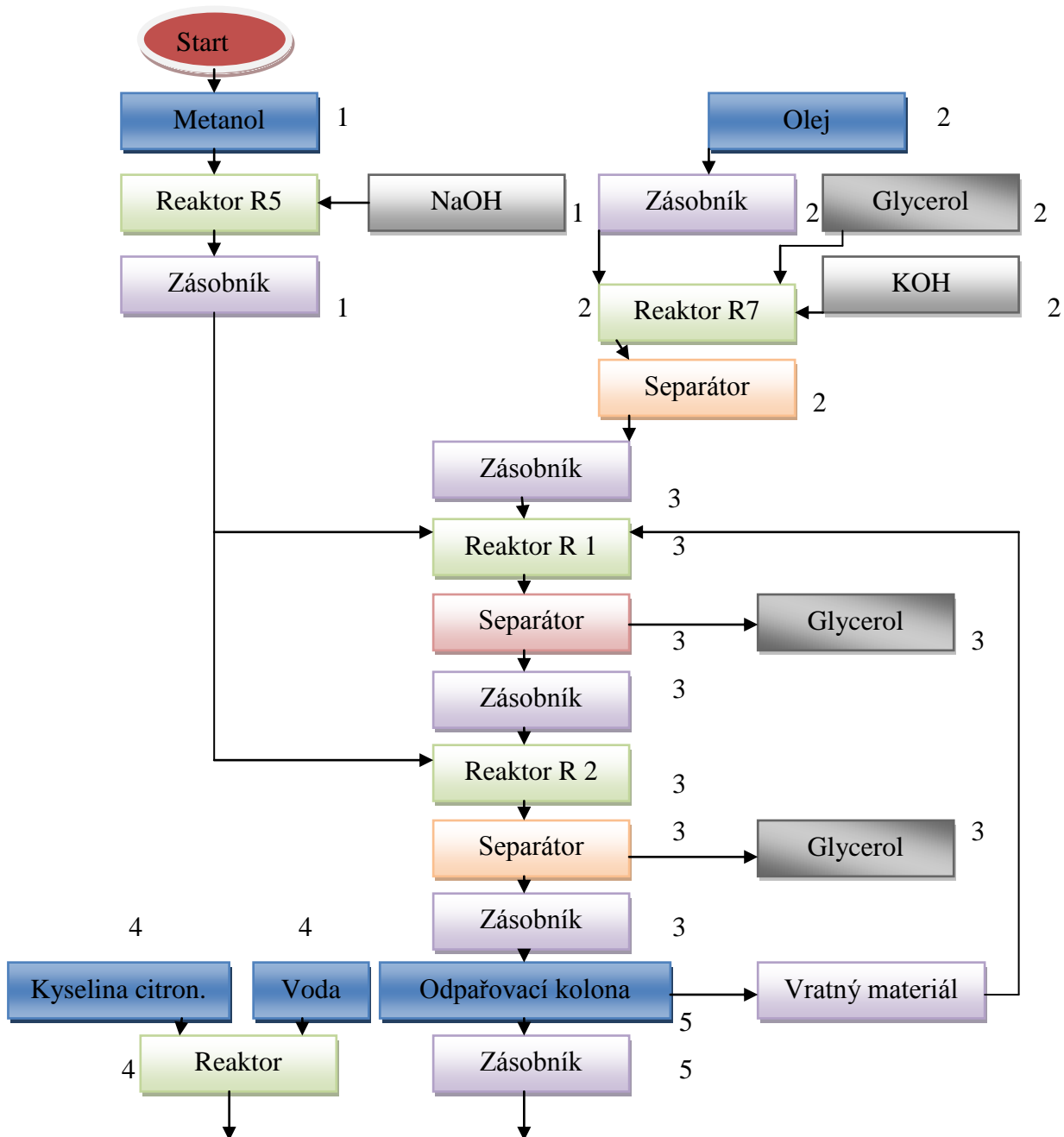


Zdroj: Primagra, a.s., interní informace

4.3.2 Výroba metylesteru řepkového oleje

1. Příprava katalyzátoru (slouží k reakci)
2. Úprava oleje – sjednocuje se kvalita oleje do reakce
3. Reesterifikace oleje – výstupem je surová směs a glycerol
4. Příprava roztoku kyseliny citrónové
5. Odpaření přebytečného metanolu – přebytečný metanol se vrací zpět do výroby (do přípravy katalyzátoru)

Obrázek č. 14: Výrobní diagram



Zdroj: Primagra, a.s., interní informace

4.4 Výroba MEŘO z hlediska národní strategie

Výroba biopaliv v České republice vychází z legislativy jak národní, tak ze směrnic Evropské unie. Tyto směrnice mimo jiné přesně ukládají členským státům zajistit minimální podíl biopaliv na národních trzích. Z toho důvodu byla formulována „Dlouhodobá strategie využití biopaliv“ a zákonem jsou stanoveny minimální podíly biosložky v palivech. V roce 2007 byla tato složka definována v minimální výši 2 % objemových jednotek. Pro rok 2010 už je to v běžné motorové naftě minimálně 6 %, obsah biosložky, tj. MEŘO, ale nesmí překročit 7 %.

V níže uvedené tabulce předkládám tabulku Indikativní cíle výroby a uplatnění paliv na trhu ČR nahlášené počátkem roku 2009 Evropské komisi. Bude-li zajištěna minimální spotřeba biopaliva ve výši 2 % z celkové hrubé roční spotřeby motorových paliv, bude dosaženo spotřeby 140 – 160 kt MEŘO, přičemž plánovaný objem ve výši 200 kt MEŘO by umožnil náhradu klasického motorového paliva z 2,7 – 3,0 %. Příklad 0,5 % objemu MEŘO do motorové nafty při její předpokládané roční spotřebě 3 800 – 4 400 kt představuje objem 20 – 23 kt. [9]

Tabulka č. 9: Indikativní cíle výroby a uplatnění paliv na trhu ČR

Palivo	Měrná jednotka	Rok				
		2006	2007	2008	2009	2010
Hrubá spotřeba motorového benzínu	tis. t	2 294	2 361	2 428	2 476	2 514
Hrubá spotřeba motorové nafty	tis. t	3 704	3 856	3 968	4 045	4 108
Hrubá spotřeba motorového benzínu	hl	30 688 963	31 585 284	32 481 605	33 123 746	33 632 107
Hrubá spotřeba motorové nafty	hl	44 200 477	46 014 320	473 508 35	48 269 690	49 021 480
MEŘO	tis. t	65	81	125	127	173
MEŘO	hl	738 636	920 455	1 420 455	1 443 182	1 965 909
Ethylalkohol	tis. t	0	51,4	79,3	107,8	109,5
Ethylalkohol	hl	0	631 217	973 843	1 323 836	1 344 713

Zdroj: MZe

Pro potřebné zajištění požadované produkce MEŘO je v další tabulce uvedena bilance surovinových zdrojů, tzn. semene řepky olejné, řepkového oleje a metanolu a dále pak i výtěžky vedlejších produktů, a to pokrutin a glycerinu. V tabulce jsou uvedeny i osevní plochy, pro potřebné výnosy řepky olejné, které se pohybují od 1,6 do 3,5 t/ha. Budeme-li uvažovat průměrný hektarový výnos řepky olejné cca 2,8 t/ha a předpokládat roční výrobní kapacitu MEŘO 200 kt, potřebujeme velikost osevní plochy zhruba 190 tis. hektarů. Z tohoto důvodu Ministerstvo zemědělství předpokládá, že půdní fond, který se týká nepotravinářského využití této plodiny, bude v roce 2012 přes 400 tisíc hektarů. Jedná se o údaje z Dlouhodobé strategie využití biopaliv v České republice [9]

Tabulka č. 10: Surovinové zdroje pro zajištění požadované produkce MEŘO

Produkce MEŘO (kt)	50	100	150	200	250	300	350	400
<i>Bilance surovin:</i>								
Řepkové semeno (kt)	130	265	395	530	660	795	925	1 055
Řepkový olej (kt)	50	105	155	205	260	310	360	410
Metanol (kt)	6	11	17	22	28	33	39	44
<i>Bilance vedlejších produktů:</i>								
Pokrutiny (kt)	80	155	235	310	390	470	545	625
Glycerin (kt)	6	11	17	22	28	33	39	44
<i>Bilance osevních ploch:</i>								
Osevní plocha (tis ha) (výnos řepky 1,6 t/ha)	85	165	250	330	415	495	580	660
Osevní plocha (tis ha) (výnos řepky 2,8 t/ha)	45	95	140	190	235	285	330	380
Osevní plocha (tis ha) (výnos řepky = 3,5 t/ha)	40	75	115	150	190	225	265	300

Zdroj: Mze ČR

4.5 Nákladové zhodnocení výroby MEŘO a bionafty

Faktorů, které působí na konečnou cenu MEŘO a bionafty je celá řada. Mezi nejdůležitější patří ceny vstupních surovin. Ty jsou ovlivněny jak poměrně stabilními náklady danými konkrétní výrobní technologií, ale značný vliv zde mají i vnější ekonomické vlivy.

K nejdůležitějším vlivům, které je nutno zohlednit při výpočtu nákladů tedy budou patřit především následující faktory:

- cena semene řepky olejně
- cena metanolu a NaOH
- účinnost výrobní linky
- cena ropy za barel
- kurz USD/Kč
- kurz €/Kč
- cena motorové nafty

4.5.1 Nákladové faktory

Cena semene řepky olejně

V současné době je cena semene řepky olejně různá. V příloze č. 6 jsou uvedeny informace o nákladech dvou podniků působících v na území České republiky. Jak je dobře vidět z tabulek v příloze, firma Agro Slatiny, která podniká v řepařské oblasti, má celkové náklady ve výši 27 424 Kč/ha, zatímco firma ZOD Kámen v okrese Havlíčkův Brod, která se nachází v bramborářské oblasti, má tyto náklady ve výši pouze 12 890Kč/ha. Obě tyto firmy mají výnos semene řepky olejně 3,99 t/ha.

Z toho jasně vyplývá, že obě tyto firmy budou s velkou pravděpodobností prodávat semeno řepky za rozdílnou cenu. Řepka se nakupuje v podstatě celý rok, tj. od sklizně do další sklizně a také to ovlivňuje momentální cenu semene. Podle informací získaných z interních dat společnosti Primagra, a.s. se tato cena pohybuje od poslední sklizně roku 2011 v cenovém rozmezí od 10 200 – 11 700 Kč/tunu, tyto náklady však mohou být podle okolností i vyšší.

Cena oleje

Co se týče ceny oleje, vždy záleží na technologii, výtěžnosti, kvalitě a druhu semene, které však lze přesně zjistit až po lisování. Obecně lze ekonomiku lisování charakterizovat tak, že náklady se pohybují v rozmezí 2 – 2,50 Kč/kg řepkového semene.

Účinnost výrobní linky

Účinnost výrobní linky při výrobě MEŘO je 97 – 98 % při standardní kvalitě oleje. S nižší kvalitou (např. vysoká kyselost) účinnost klesá a může se zastavit až na 95 %.

Další nákladové faktory

MEŘO se přimíchává kontinuálně do nafty při jejím výdeji. Procento blendingu je nastaveno elektronicky (6,7 % nebo 31 %) a čidla toto nastavení udržují po celou dobu výdeje. Náklady na přimíchávání se pohybují v rozmezí 0,08 - 0,10 Kč/l.

4.5.2 Výpočet nákladů

V následující tabulce předkládám souhrnnou tabulku jednotlivých nákladových položek při výrobě bionafty s podílem metylesteru řepkového oleje. Tato tabulka byla sestavena s použitím údajů společnosti Primagra, a.s. a současně byly zohledněny dříve uvedené nákladové faktory.

Tabulka č. 11: Přehled nákladů a výpočty ceny bionafty

Ukazatel	Jednotka	Hodnota
cena semene řepky olejné	Kč/kg	10,95
olejnatost (výtěžnost) semene	%	41,5
spotřeba řepky na 1 kg oleje	kg	2,41
energetické náklady na lisování oleje	Kč/kg	2,25
celkové náklady na výrobu oleje	Kč/kg	31,81
cena metanolu	Kč/kg	8,2
potřeba metanolu na 1 kg MEŘO	kg	0,11
cena šupinkového NaOH	Kč/kg	10,8
potřeba NaOH na 1 kg MEŘO	kg	0,01
energetické náklady na MEŘO	Kč/kg	2
celkové náklady na výrobu MEŘO	Kč/kg	34,82
cena MEŘO	Kč/l	30,29
cena nafty	Kč/l	18,08
náklady na suroviny bionafty	Kč/l	21,76
náklady na přimíchávání MEŘO	Kč/l	0,09
náklady na bionaftu bez daní	Kč/l	21,85
spotřební daň	Kč/l	10,95
náklady na bionaftu se spotřební daní a DPH 20 %	Kč/l	37,17

Zdroj: Výpočet na základě interních informací Primagra, a.s.

4.5.3 Porovnání vypočtených výsledků se společnostmi CCS

Cenu bionafty jsem ve výše uvedené tabulce počítala z průměrných hodnot, které jsem získala od firmy Primagra, a.s. Cena bionafty je dopočítána včetně spotřební daně a DPH ve výši 20 %, tato celková částka je ve výši 37,17 Kč. Výše částky není úplně přesná, protože do konečné částky nebyla kalkulována marže konkrétní společnosti. Je to z toho důvodu, že se jedná o informace podléhající obchodnímu tajemství a neměla jsem je k dispozici. Výše marže by pravděpodobně činila něco mezi 5 a 25 % z celkové ceny bionafty bez započtených daní.

Cena motorové nafty činí k 25. březnu 2012 podle společnosti CCS 36,93 Kč/l.

Z výsledku tohoto porovnání lze konstatovat, že výroba biopaliv je v současné době z ekonomického hlediska náročnější, než zpracování ropy, a proto je velmi důležitá podpora státu. Produkce biopaliv zvyšuje ochranu životního prostředí, přispívá ke zvýšení, nebo alespoň udržení pracovních míst na venkově a zvyšuje konkurenceschopnost resortu.

Na druhé straně je si třeba uvědomit, že ceny za fosilní paliva celosvětově neustále stoupají a lze předpokládat, že do budoucna se tyto ceny budou ještě zvyšovat.

Z ekonomického hlediska se tak může stát bionafta konkurenceschopnou i bez podpory státu.

4.6 Srovnání s jinými metodikami

4.6.1 Výpočet ceny bionafty podle metodiky užívané v Primagra, a.s.

Výpočet ceny bionafty je ve společnosti Primagra, a.s. prováděn podle následujícího vzorce, jehož výsledek je v CZK/kg:

$$C_p = (P_t + IP) * K_t / 1000$$

C_p – cena zboží sjednaná pro fakturaci jednotlivých dodávek v průběhu časového období na území ČR v Kč za dohodnutou jednotku, k ceně jsou pak účtovány veškeré daně podle platných zákonů

- jednotka CZK/kg

P_t – cena produktu, v případě firmy Primagra, a.s. Milín, biodiesel, daná burzou Rotterdam

- jednotka USD/t

K_t – aritmetický průměr všech uveřejněných denních kotací kursu CZK/USD vydaných Českou národní bankou, přepočítává se tím a eliminuje kurzový rozdíl, vzhledem ke Kč, za zpravidla delší časový úsek – 1 měsíc

IP – je prémie tuzemského trhu, vystihující obvyklé náklady prodávajícího na dopravu, skladování, administrativu na tuzemském trhu + skrývá i marži prodejce

- jednotka USD/t (metrickou tunu)

Ve jmenovateli vzorečku se dělí 1000, to znamená, že výsledek vzorce je cena CZK/kg. Tato jednotka je v běžném obchodě dost neobvyklá.

4.6.2 Výpočet ceny bionafty podle metodiky užívané ve společnostech UNIPETROL, a.s. a ČEPRO, a.s.

Metylestery řepkového oleje jsou v České republice nejvíce používány jako náhrada motorové nafty, nebo do ní přimíchávány. Z velkých českých firem, které se zabývají mícháním biopaliv je např. společnost ČEPRO, a. s. a společnost UNIPETROL, a. s.

Metodika výpočtu ceny bionafty u firmy UNIPETROL, a.s. vychází z velmi podobného vzorce, jaký používá firma Primagra, a.s. Tyto výpočty jsou ovlivňovány jednotlivými indexy ve vzorci a v neposlední řadě má vliv na cenu bionafty i povinné přimíchávání MEŘO do motorové nafty.

Společnost dodává bionaftu v silničních nádržkových vozech a, jak zdůrazňuje ve svých interních materiálech, je její produkt předepsaných parametrech, které jsou definovány podle normy ČSN 65 6508.

Další metoda výpočtu ceny biopaliva používaná společností ČEPRO, a. s. je použití kotací 50 % diesel a biodiesel a poté použití obdobného výpočtového vzorce jako v předchozích případech.

Společnost ČEPRO, a.s. zajišťuje v současné době dodávky, prodej a přimíchávání MEŘO, které plyne ze zákonných povinností. Tzn. od 1. června 2010 je MEŘO přimícháváno ve výši 6 % objemových jednotek z objemového množství.

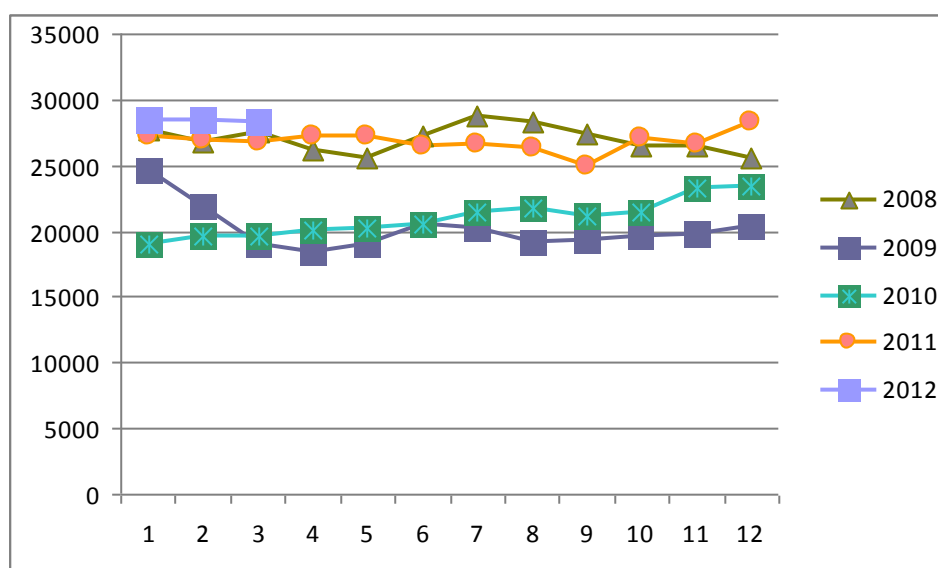
V následující tabulce a grafu je uveden vývoj cen bionafty za předchozí čtyři roky a jsou uvedena i dostupná data za rok 2012.

Tabulka č. 12: Vývoj ceny bionafty Kč/t

Měsíc	2008	2009	2010	2011	2012
1	27630	24660	19050	27190	28410
2	26770	21850	19560	27010	28530
3	27530	19040	19610	26850	28260
4	26230	18470	20030	27170	
5	25520	19060	20280	27240	
6	27220	20600	20540	26540	
7	28830	20200	21420	26560	
8	28370	19170	21740	26320	
9	27370	19320	21110	24970	
10	26430	19640	21450	27090	
11	26550	19770	23330	26670	
12	25640	20360	23380	28280	
Celkem	324090	242140	251500	321890	85200

Zdroj: UNIPETROL, a.s.

Graf č. 7: Vývoj cen bionafty za období 2008 - březen 2012 v Kč/t



Zdroj: UNIPETROL, a.s., data z tabulky č. 12

Data v tabulce č. 12 a grafu č. 7 ukazují vývoj cen bionafty jednoho z konkrétních provozů Unipetrolu, a.s., který byl spuštěn v roce 2008, tyto ceny jsou proto uvedeny od tohoto data.

Dále byl vytvořen graf vývoje cen bionafty, který je zpracován na základě předložené tabulky pro lepší přehlednost.

4.6.3 Metodiky pro výpočet ceny bionafty – zhodnocení

V předchozím textu diplomové práce byly předvedeny některé způsoby metod výpočtu bionafty tak, jak byly získány z interních zdrojů jmenovaných firem. Vlastní výpočty byly provedeny postupem, který je uveden v kapitole 4.5.

Z kalkulace na výrobu metylesteru řepkového oleje a bionafty vyplývá, že celková cena je citlivá jak na ceny základních surovin pro výrobu MEŘO, tak i na další možnosti uplatnění při prodeji vedlejších produktů – glycerinu, šrotů a pokrutin. Dále pak co se týče ceny bionafty, je její výše závislá na ceně ropy, cenové formuli, indexech uvedených ve výpočtovém vzorci a v neposlední řadě i na množství přimíchávaného MEŘO.

5. Diskuze

Povinnost objemového přimíchávání MEŘO do motorové nafty vyvstala dnem 1. září 2007 na základě zákona č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění zákona č. 180/2007, podle nějž jsou osoby povinné, uvádějící do volného daňového oběhu motorové benziny a motorovou naftu, zajistit, aby v pohonných hmotách bylo obsaženo i minimální množství biopaliv. Minimální podíl MEŘO v motorové naftě byl v roce 2007 ve výši 2 %, v souladu s platnými technickými normami ČSN 590 a ČSN EN 228, od roku 2010 se zvýšil na 6 % (zákon č. 86/2007, § 3a, odst. 1, písm. f). U směsné nafty je tento podíl v poměru: 30 % MEŘO a 70 % motorové nafty. Výrobce musí garantovat správnou jakost u motorové nafty (i u automobilového benzínu) a tuto jakost má povinnost prověřit.

V současné době základní právní předpisy týkající se problematiky biopaliv nemají jednoznačný výklad a podmínky plynoucí ze zákona jsou definovány složitě. Tím vznikají značná rizika pro osoby, které uvádějí pohonné hmoty do volného daňového oběhu. Všeobecně je možné říci, že výroba biopaliv je zatím ekonomicky náročnější oproti ceně motorové nafty a je zde proto velmi důležitá podpora státu.

Přes to, že výroba biopaliv zůstává doposud nerentabilní, v porovnání s vysokými cenami konkurenčních fosilních paliv, produkce a užití bionafty, lze předpokládat, že trh s biopalivy se bude i nadále rozšiřovat a produkce biopaliv v příštích letech poroste dynamičtěji.

Na druhé straně je třeba si uvědomit, že ceny za fosilní paliva celosvětově neustále stoupají a lze předpokládat, že do budoucna se budou ještě zvyšovat. Do popředí se tak dostává výroba biopaliv na rostlinné bázi, která je významná pro praktické využití jak hlediska z ekologického, tak i z ekonomického.

5.1 Nevýhody bionafty

Jednou z hlavních nevýhod je energetická náročnost celého výrobního procesu a také vysoká produkce skleníkových plynů při výrobě. Nejdražší surovina je olej. Bionafta je silnější rozpouštědlo než standardní nafta, a tak rozrušuje usazeniny v palivovém potrubí, čímž se mohou ucpat vstřikovací ventily. Z tohoto důvodu výrobci vozidel doporučují vyměnit palivový filtr několik měsíců po přechodu na spalování bionafty. Při vyšším poměru smíchání s motorovou naftou může bionafta poškodit přírodní kaučuk a materiály z polyuretanové pěny.

Poměrně významnou nevýhodou je zkrácená doba skladování. Dá se říci, že čím větší je podíl bionafty, tím kratší dobu nafta vydrží "čerstvát". Časem se složky oddělí a může docházet ke zhoršení spalování, případně motor nemusí jít nastartovat. Doporučená doba skladování bionafty je maximálně jeden měsíc.

Při používání bionafty dochází k řadě problémů jako např.:

- vyšší spotřeba paliva díky menší výhřevnosti v porovnání s fosilními palivy,
- degradace motorového oleje,
- agresivita vůči pryžím a plastům,
- zanášení palivového filtru a celého palivového potrubí včetně trysek,
- dochází ke značné tvorbě úsad na stěnách spalovacího motoru, v mezikroužkových mezerách a v drážkách pro pístní kroužky,
- větší pěnivost u tankování.

5.1 Výhody bionafty

- při používání bionafty jako paliva do vznětových motorů je asi nepodstatnější absence nutných konstrukčních úprav těchto motorů,
- ve srovnání s motorovou naftou vykazuje příměs velmi pozitivní vliv zejména snížením emisí při spalování. Oproti naftě neobsahují rostlinné oleje téměř žádnou síru, z čehož vyplývá, že nedochází ke vzniku oxidů síry, jež při styku se vzdušnou vlhkostí vytvářejí slabé kyseliny, které poté vedou ke vzniku tzv. kyselých dešťů,
- při využívání biopaliv dochází v porovnání s motorovou naftou k významnému snížení skleníkových plynů, zejména CO₂,
- biopaliva jsou vyrobena z obnovitelného zdroje energie,
- pěstování především řepky olejné pro výrobu biopaliv pomáhá udržet kulturní ráz krajiny,
- produkce biopaliv zlepšuje ochranu životního prostředí, přispívá ke zvýšení, nebo alespoň udržení pracovních míst na venkově a zvyšuje konkurenceschopnost resortu,
- biologická odbouratelnost je upravena mezinárodním předpisem a na tomto základě je bionafta první i druhé generace odbouratelná do 21 dnů. Čistě MEŘO není toxické a je biologicky odbouratelné.

Lze předpokládat, že na našem trhu budou zřejmě stále ještě několik let upřednostňována fosilní motorová paliva, přičemž s ohledem na technický vývoj a ekonomické podmínky bude současně probíhat postupná náhrada těchto paliv za biopaliva.

6. Závěr

Cílem předložené diplomové práce bylo stanovit ekonomickou náročnost výroby biopaliv na bázi esterifikace rostlinných olejů v České republice a porovnat s publikovanými teoriemi ekonomické náročnosti výroby těchto biopaliv.

V teoretické části je v nejdříve popsán současný stav řešené problematiky počínaje vytvořením přehledu legislativy jak České republiky, tak i legislativy Evropské unie, které se problematika biopaliv bezprostředně týká. Vstupem naší republiky do Evropské unie vzniká povinnost zapracovávat do české legislativy zákony, které vycházejí ze Směrnice Evropského parlamentu a Rady, jež se týkají ČR. Dále je v kapitole 2.2 v krátkosti popsána výroba tekutých biopaliv – bionafty. Kapitole 3 uvádím problematiku týkající se základních vstupních prvků pro technologii výroby bionafty, zejména pak technologii lisování semene řepky olejné včetně extrakce a rafinace oleje.

Analytická část se zabývá ekologicko-technickým zhodnocením emisí dopravních prostředků, tzv. analýza životního cyklu. Dále je proveden vlastní výpočet nákladů na výrobu bionafty a její výsledná cena a tyto výsledky jsou porovnány s dosud publikovanými metodami a interními zdroji společností UNIPETROL, a.s., ČEPRO, a.s., Primagra, a.s.

Na základě zhodnocení ekonomických aspektů při výrobě MEŘO a bionafty v České republice, které jsou podloženy provedenými analýzami, lze konstatovat, že při pohledu na současný tržní a cenový stav není možné, aby z hlediska efektivnosti výroby metylesteru řepkového oleje, bionafty a směsné nafty (30-31 % objemových jednotek) tato výroba mohla cenou konkurovat ropným produktům.

Jak již bylo dříve uvedeno, Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES ukládá členským zemím zajistit minimální podíl biopaliv na národních trzích a v tomto ohledu stanoví i národní priority. Nahrazení fosilních paliv biopalivy dle energetického obsahu bylo definována, podle zákona č. 86/2002 Sbírky, pro rok 2007 v minimální výši 2 % objemových jednotek, hodnota definovaná pro rok 2010 byla již ve výši 6 % objemových jednotek.

Na základě těchto informací se domnívám, že k výše uvedenému by bylo zapotřebí vypracovat předmětnou a srozumitelnou legislativu, která bude zohledňovat jednak ekologické, ale i technické a také ekonomické aspekty. Samozřejmě je nutné zohlednit

i hledisko uskutečnění požadavku trvale udržitelného rozvoje a zajištění ekologické rovnováhy.

Potřeba hledání a uplatňování nových ekologických motorových paliv byla a je vyvolávána snahou lidstva zlepšit současný stav životního prostředí, k jehož obrovskému zhoršení došlo v důsledku dřívějšího prudkého rozmachu civilizace, který nebral ohled na negativní dopady. Trendem dnešní doby je snaha o nápravu současného stavu a v tom je potřeba spatřovat největší význam a přínos bionafty , tj. docílit globálního ekologického efektu.

Seznam použité literatury

- 1) Gandalovič, P. a kol. *Biopaliva Pomoc přírodě, nebo zločin proti lidskosti? 1. vydání.* Vydavatelství CEP, Praha 2009, 80 s. ISBN 978-80-86547-73-2
- 2) Krause, T., *Technologie zpracování rostlinných olejů Firma Farnet a.s., 2010-07-12, PPD [cit. 3. února 2012].*
- 3) Murtinger, K., Beranovský, J. *Energie z biomasy. 2 aktualizované. vydání,* Vydavatelství ERA, Brno 2005. 92 s. ISBN 978-80-7366-1
- 4) Pastorek, Z., Kára, J, Jevič, P. *Biomasa obnovitelný zdroj energie.* Vydavatelství FCC PUBLIC s. r. o., Praha 2004. 286 s. ISBN 80-86534-06-5
- 5) Porter, Michael E.: *Konkurenční strategie,* Victoria Publishing, Praha 1994, vyd. 1., 404 s., ISBN 80-85605-11-2
- 6) Vlk, F., *Alternativní pohony motorových vozidel. 1. vydání.* Nakladatelství a vydavatelství Vlk, Brno, 2004, 234 s. ISBN 80-239-1602-5
- 7) Brukev řepka, Brassica napus L., čeled': brukvovité – Brassicaceae. [online], [cit. 3. ledna 2012]. Dostupné z:
<http://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/systematika/ucebni_text/seminarky/brukev_repk_a.rtf>
- 8) Co jsou to biopaliva první a druhé generace? Jaký je mezi nimi rozdíl? [online], [cit. 3. ledna 2012]. Dostupné z: <http://www.ekoporadny.cz/faq/co-jsou-to-biopaliva-prvni-a-druhe-generace-jaky-je-mezi-nimi-rozdil.htm>
- 9) Dlouhodobá strategie využití biopaliv v České republice – Předkládací zpráva Ministerstvo průmyslu a obchodu [online], [cit. 7. ledna 2012]. Dostupné z:
<<http://www.mpo.cz/dokument5489.html>>
- 10) Hromádka, J., a kol. Hodnocení životního cyklu fosilních paliv a bioetanolu. [online], [cit. 9. března 2012]. Dostupné z: http://www.cukr-listy.cz/on_line/2009/pdf/320-323.pdf
- 11) Hydroxid sodný [online] 2007-03-21, [cit. 12. ledna 2012]. Dostupné z:
<<http://radosv.blog.cz/0703/hydroxid-sodny>>
- 12) Hydroxid sodný [online] 2007-03-21, [cit. 12. ledna 2012]. Dostupné z:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Hydroxid_sodn%C3%BD>

- 13) Methanol. [online] 2007-03-21, [cit. 12. ledna 2012]. Dostupné z: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Methanol>>
- 14) Pražák, V. Motorová paliva a bionafta. [online], [cit. 3. listopadu 2011]. Dostupné z <www.crc.cz/data/publications/motorova_paliva_a_biopaliva.pdf>
- 15) Raen s.r.o., Využití kapalných paliv z biomasy [online], [cit. 19. března 2012]. Dostupné z: <http://www.mpo-efekt.cz/dokument/1234.pdf>
- 16) Řepka olejná (Brassica napus L. var. Napus) [online], [cit. 3. ledna 2012]. Dostupné z: <http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Repka_olejna.htm>
- 17) Sbirka právních předpisů, OKEČ - Odvětvová klasifikace ekonomických činností, [online], [cit. 27. února 2012]. Dostupné z: <<http://www.esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sezn?DR=OK&SORT=CP&ROK=0&OK=SEZN1>>
- 18) Složení MEŘO [online], [cit. 19. března 2012]. Dostupné z: <http://biopaliva.webgarden.cz/mero>
- 19) Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES (autorský zákon). [online], [cit. 15. listopadu 2011]. Dostupné z: <http://www.mzp.cz/cz/klimaticko_energeticky_balicek>
- 20) Stanovisko k odrůdové skladbě řepky pro rok 2011/12 Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin [online], [cit. 5. ledna 2012]. Dostupné z: <<http://www.spzo.cz>>
- 21) Stupavský, V., Porovnání emisí skleníkových plynů benzínu a etanolu na základě Well-to-Wheels analýzy. [online], [cit. 9. března 2012]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/well-to-wheels-a-well-to-pump>
- 22) Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, SPZO s.r.o., a DOLŇÁCKO a.s. HLUK, Sborník 24. – 25. 11. 2011. SPZO s.r.o., Praha 7. 28. vyhodnocovací seminář Systém výroby řepky, systém výroby slunečnice, ISBN 80-903464-6-4
- 23) Šebor, G. a kol., Technicko-ekonomická analýza vhodných alternativních paliv v dopravě. VŠCHT Praha. [online] červen 2006, [cit. 12. ledna 2012]. Dostupné z: <http://www.mdcz.cz/cs/Strategie/Zivotni_prostredi/Alternativni_paliva.htm>
- 24) Špička, L., Jedlička, J., LCA motorových (bio)paliv pro zavedení daně z CO₂, [online] 2011-04-13, [cit. 27. února 2012]. Dostupné z: <<http://www.cemc.cz/OZE2011/113.pdf>>

- 25) Tekutá biopaliva [online], [cit. 3. ledna 2012]. Dostupné z: <http://www.mzp.cz/cz/tekuta_biopaliva>
- 26) Tichá, I., Hron, J., Strategické řízení. Reprografické studio PEF ČZU Praha, 2010. 238 s. ISBN 978-80-213-0922-7
- 27) Váňa, J., Motorová biopaliva – obnovitelný zdroj energie. [online], [cit. 3. listopadu 2011]. Dostupné z <www.stary.biom.cz/mag/18.html>
- 28) Váňa, J., Nové cíle při výrobě motorových biopaliv. [online], 2002-03-19 [cit. 3. listopadu 2011]. ISSN: 1801-2655 Dostupné z <biom.cz/cz/odborne-clanky/nove-cile-pri-vyrobe-motorovych-biopaliv-2>
- 29) Váňa, J., Rostlinné oleje jako palivo [online] 1998, [cit. 12. ledna 2012]. Dostupné z: <<http://stary.biom.cz/clen/jv/pr5.html>>
- 30) Váňa, J., Využívání obnovitelných surovin v České republice. [online], 2007-07-20 [cit. 3. listopadu 2011]. ISSN: 1801-2655. Dostupné z <www.biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuzivani-obnovitelnych-surovin-v-ceske-republice>.
- 31) Vlivy ekonomické přimíchávání bionafty na cenu pohonných hmot [online] 2009, [cit. 19. března 2012]. Dostupné z: <http://www.preol.cz/info-pro-verejnost/vliv-na-cenu-pohonnnych-hmot/>
- 32) Zákon o pohonných hmotách a čerpacích stanicích pohonných hmot a o změně některých souvisejících předpisů, (autorský zákon Ministerstva průmyslu a obchodu) č. 311/2006 Sb., účinný ode dne 1. září 2006
- 33) Zákon podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích (autorský zákon Ministerstva dopravy) č. 56/2001 Sb., účinný ode dne 1. července 2001
- 34) Zákony pro lidi [online], [cit. 15. listopadu 2011]. Dostupné z <<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2010-133>>
- 35) Zařízení pro finalizaci potravinářských zrnin a olejnin [online], [cit. 12. ledna 2012]. Dostupné z: <<http://ari.wikidot.com/zarizeni-pro-finalizaci-potravinarskych-zrnin-a-olejnin#toc1>>

Seznam použitých obrázků

Obrázek č. 1: *Řepka olejná*

Obrázek č. 2: *Regiony Svazu pěstitelů a zpracovatelů olejnin*

Obrázek č. 3: *Hydroxid sodný v krystalické formě*

Obrázek č. 4: *Schéma procesu výroby rostlinných olejů*

Obrázek č. 5: *Schéma procesu – jednostupňové lisování*

Obrázek č. 6: *Schéma procesu – dvoustupňové lisování*

Obrázek č. 7: *Technologické schéma lisování za studena*

Obrázek č. 8: *Schéma procesu*

Obrázek č. 9: *Technologické schéma lisování za tepla*

Obrázek č. 10: *Schéma procesů výroby rafinovaných rostlinných olejů*

Obrázek č. 11: *Základní schéma transesterifikace triglyceridů metanolom*

Obrázek č. 12: *Výroba čistého oleje a MEŘO*

Obrázek č. 13: *Výrobní diagram*

Obrázek č. 14: *Výrobní diagram*

Seznam použitých tabulek

Tabulka č. 1: Způsoby získávání energie z biomasy

Tabulka č. 2: Srovnání paliv

Tabulka č. 3: Porovnání vybraných technických požadavků paliv

Tabulka č. 4: Hektarové výnosy (t) sklizně zemědělských technických plodin

Tabulka č. 5: Osevní plochy (ha) zemědělských plodin v letech 2005 – 2010

Tabulka č. 6: Fyzikální vlastnosti některých rostlinných olejů a motorové nafty

Tabulka č. 7: Porovnání vlastností MEŘO a nafty

Tabulka č. 8: Technické požadavky na MEŘO podle ČSN 65 6507

Tabulka č. 9: Indikativní cíle výroby a uplatnění paliv na trhu ČR

Tabulka č. 10: Surovinové zdroje pro zajištění požadované produkce MEŘO

Tabulka č. 11: Přehled nákladů a výpočty ceny bionafty

Tabulka č. 12: Vývoj ceny bionafty Kč/t

Seznam použitých grafů

Graf č. 1: Sklizňové plochy olejnin v ČR

Graf č. 2: Vývoj ceny ropy Brent a měnového kurzu USD v letech 2002 – 2010

Graf č. 3: Vývoj ceny pohonných hmot v ČR (březen 2009 – březen 2012)

Graf č. 4: Emise CO_{2ek} Well-to-wheels analýzy biopaliv a fosilních motorových paliv v podmínkách ČR (g CO_{2ek}.km⁻¹)

Graf č. 5: Emise CO_{2ek} Well-to-wheels analýzy biopaliv a fosilních motorových paliv v podmínkách ČR (g CO_{2ek}.MJ⁻¹)

Graf č. 6: Podíl jednotlivých fází životního cyklu na celkových emisích skleníkových plynů

Graf č. 7: Vývoj cen bionafty za období září 2007-březen 2012

Přílohy

Příloha č. 1: Odhady výnosů sklizní vybraných plodin za roky 2010 a 2011

Příloha č. 2: Sklizňové plochy řepky olejné v ČR v letech 1985 – 2011

Příloha č. 3: Technologie a technické zařízení společnosti Primagra, a.s.

Příloha č. 4: Vývoj cen pohonných hmot v březnu 2012

Příloha č. 5: Průměrné ceny pohonných hmot k březnu 2012 podle krajů

Příloha č. 6: Náklady na výrobu semene řepky olejné

Příloha č. 1: Odhady výnosů sklizní vybraných plodin za roky 2010 a 2011

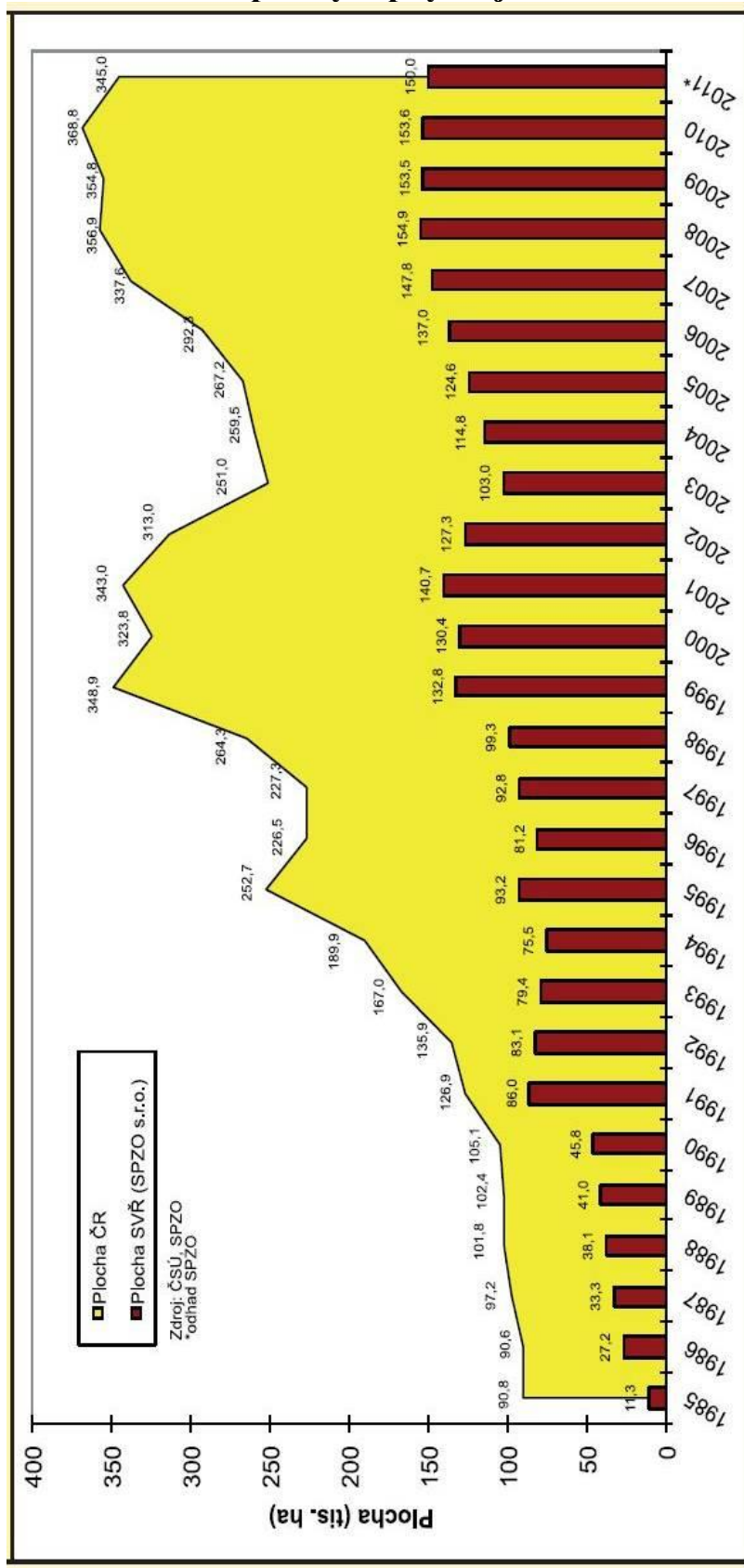
**Tab. 1 Odhady výnosů a sklizní (vybrané zemědělské plodiny, absolutně, indexy)
Table 1 Yield and production forecast (selected crops, in tonnes per hectare and tonnes, indices)**

Plodina Crops	Osevní plocha (ha) Sowing area (ha)		Výnos (t/ha) Yield (t/ha)			Sklizeň (t) Production (t)			Hektarový výnos Yield			Sklizeň Production												
	2010	2011	sklizeň Final harvest 2010	odhad Estimate	září September 2011	sklizeň Final harvest 2010	odhad Estimate	září September 2011	rozílí (t/ha) proti Difference (t/ha)	sklizeň Final harvest 2010=100	odhad Estimate August 2011=100	rozílí (t) proti Difference (t)	sklizeň Final harvest 2010=100	odhad Estimate August 2011=100	rozílí (t) proti Difference (t)	sklizeň Final harvest 2010=100	odhad Estimate August 2011=100	rozílí (t) proti Difference (t)	sklizeň Final harvest 2010=100	odhad Estimate August 2011=100	rozílí (t) proti Difference (t)			
	Agriculture total		Index (%)	Index (%)	Index (%)	Index (%)	Index (%)	Index (%)	Index (%)	Index (%)	Index (%)	Index (%)	Index (%)	Index (%)	Index (%)	Index (%)	Index (%)	Index (%)	Index (%)	Index (%)	Index (%)			
Obiloviny celkem Cereals, total	1 450 844	1 459 313	4,73	x	5,62	6 866 275	x	8 199 636	0,89	118,7	x	1 333 361	119,4	x	1 333 361	119,4	x	1 333 361	119,4	x	118,4	x	118,4	x
Základní obiloviny Main cereals	1 350 899	1 349 662	4,57	5,20	5,43	6 173 686	7 021 062	7 332 630	0,86	118,8	104,4	1 158 944	118,8	104,4	1 158 944	118,8	104,4	1 158 944	118,8	104,4	118,8	104,4	118,8	104,4
Pšenice celkem Wheat total	833 577	863 132	4,99	5,52	5,79	4 161 553	4 768 693	4 993 430	0,80	116,0	104,9	831 877	120,0	104,9	831 877	120,0	104,9	831 877	120,0	104,9	120,0	104,9	120,0	104,9
Žito Rye	30 249	24 985	3,91	4,56	4,69	118 233	113 837	117 077	0,78	119,9	102,9	-1 156	99,0	102,8	-1 156	99,0	102,8	-1 156	99,0	102,8	99,0	102,8	99,0	102,8
Jčmen celkem Barley total	388 925	372 780	4,07	4,81	4,97	1 584 456	1 793 511	1 852 496	0,90	122,1	103,3	268 040	116,9	103,3	268 040	116,9	103,3	268 040	116,9	103,3	116,9	103,3	116,9	103,3
Oves Oats	52 278	45 236	2,64	3,51	3,72	138 244	159 930	168 244	1,08	140,9	106,0	30 000	121,7	105,9	30 000	121,7	105,9	30 000	121,7	105,9	121,7	105,9	121,7	105,9
Tritikale Triticale	45 871	43 529	3,73	4,28	4,63	171 200	186 090	201 363	0,90	124,1	108,2	30 183	117,6	108,2	30 183	117,6	108,2	30 183	117,6	108,2	117,6	108,2	117,6	108,2
Kukuřice na žito Grain maize	99 945	109 651	6,71	x	7,91	692 589	x	867 006	1,20	117,9	x	174 417	125,2	x	174 417	125,2	x	174 417	125,2	x	125,2	x	125,2	x
Hrách Peas	24 391	17 189	1,98	2,85	3,05	48 242	48 913	52 398	1,07	154,0	107,0	4 156	108,6	107,1	4 156	108,6	107,1	4 156	108,6	107,1	108,6	107,1	108,6	107,1
Brambory celkem Potatoes, total	27 079	26 450	24,56	28,27	29,72	865 176	747 812	786 058	5,16	121,0	105,1	120 882	118,2	105,1	120 882	118,2	105,1	120 882	118,2	105,1	118,2	105,1	118,2	105,1
Cukrovka technická Industrial sugar beet	56 388	58 328	54,36	57,35	59,51	3 064 986	3 344 852	3 470 830	5,15	109,5	103,8	405 844	113,2	103,8	405 844	113,2	103,8	405 844	113,2	103,8	113,2	103,8	113,2	103,8
Řepka Rape	368 824	373 366	2,83	2,89	2,88	1 042 418	1 080 145	1 076 803	0,05	101,8	99,7	34 385	103,3	99,7	34 385	103,3	99,7	34 385	103,3	99,7	103,3	99,7	103,3	99,7
Slunečnice Sunflower	27 172	28 554	2,11	x	2,54	57 358	x	72 478	0,43	120,4	x	15 120	126,4	x	15 120	126,4	x	15 120	126,4	x	126,4	x	126,4	x
Mák Poppy	51 103	31 495	0,46	0,76	0,85	23 690	24 083	26 689	0,39	184,8	111,8	2 999	112,7	110,8	2 999	112,7	110,8	2 999	112,7	110,8	112,7	110,8	112,7	110,8
Kukuřice na zeleno a sláď Green and silage maize	181 939	197 579	33,04	x	39,90	5 901 650	x	7 804 154	6,46	119,6	x	1 902 504	132,2	x	1 902 504	132,2	x	1 902 504	132,2	x	132,2	x	132,2	x

Výsledky jsou propočteny z nezaokrouhlených hodnot.
Calculations are based on unrounded figures.

Zdroj: ČSÚ <http://www.czso.cz/csu/csu.nsf/informace/skl10121111.xls>

Příloha č. 2: Sklizňové plochy řepky olejné v ČR v letech 1985 – 2011



Zdroj: <http://www.spzo.cz/>

Příloha č. 3: Technologie a technické zařízení společnosti Primagra, a.s.

Hlavní výrobní produkt – metylester – se bude vyrábět rafinačním procesem (reesterifikací), při kterém dochází k „přeměně“ řepkového oleje na metylester řepkového oleje za vzniku glycerolu pomocí katalyzátoru (4% roztok hydroxidu sodného v metylalkoholu).

Kapacita technologického zařízení je projektována na 70 000 tun metylesteru za rok, přičemž realizace stavby je rozdělena do dvou etap:

1. etapa řeší vybudování skladu vstupních surovin a vybudování technologické linky esterifikace s kapacitou 30 000 tun metylesteru za rok
2. etapa řeší technologie výroby rozšířené o druhou technologickou linku s navýšením celkové kapacity výroby na 70 000 tun metylesteru za rok.

Výrobní technologie, skladovací nádrže a stáčení nádrže budou umístěny ve stávajících stavebně upravených objektech.

POPIS TECHNOLOGIE:

Technologické zařízení má následující členění:

Technologie na výrobu 70 tisíc tun metylesteru:

- I. etapa – technologie na výrobu 30 000 tun metylesteru
- II. etapa – technologie na výrobu 40 000 tun metylesteru

Každá z etap obsahuje:

Rafinace oleje (řepkový, sójový)

Slouží ke snížení obsahu volných mastných kyselin v oleji vstupujícím do reakce. Olej ze zásobníku surového oleje je přečerpáván přes výměníky tepla VT1 a VT2 do zásobní nádrže oleje N2. Z nádrže je dávkován do reaktoru na rafinaci R7; zde se do reaktoru přidá vodní roztok KOH ze zásobníku N45 a glycerolová fáze ze zásobníku N8A. promíchá se a přečerpá čerpadlem M2 do sedimentační kolony 07m kde dochází k odseparování glycerolu s obsahem VMK. Olej se sníženým obsahem VMK z vrchu 07 přetéká do nádoby N11. Glycerol z VMK je přečerpán čerpadlem M27 do reaktoru R7.

Příprava roztoku katalyzátoru (společná pro obě etapy)

Šupinkový NaOH, čistoty min 90 hm. %, balený na paletě, se vyloží zdvihadlem na ocelovou platformu nacházející se nad reaktorem na přípravu roztoku katalyzátoru R5. NaOH se vysype do koše v reaktoru, příruba na reaktoru se uzavře a začne se rozpouštět promýváním čerpadlem M 15 tak, že se nepovolí nárůst teploty roztoku katalyzátoru nad 45 °C a konečná teplota roztoku bude pod 35 °C.

Po skončení kontroly kvality roztoku katalyzátoru (v první řadě kontrola zvolené koncentrace) se ochlazený roztok transportuje čerpadlem M15 do denního skladového zásobníku N1.

Tento proces může být nahrazen koupí metanolátu sodného a jeho ředěním metanolem před vstupem do rakce.

SAMOTNÁ TRANSESTERIFIKACE A EXTRAKCE

Transesterifikace rostlinného oleje (I. Fáze)

Začátek transesterifikace rostlinného oleje probíhá v reaktoru první fáze transesterifikace R1, v němž se za současného přidávání (míchání) odměřených množství rostlinného oleje z N11 a roztoku katalyzátoru z N26A formuje reakční směs.

Celý technologický proces začínající první fází transesterifikace probíhá kontinuálně, přestože jednotlivé fáze technologického procesu jsou diskontinuální, ale probíhají úplně synchronizovaně a jsou řízeny automaticky. Probíhá za atmosférického tlaku. Během první fáze transesterifikace probíhají v turbulentním reaktoru R1 reakce se stupněm konverze oleje na metylester orientačně 93 % hm. Metano, který se během reakce odpařuje, je kondenzován v kondenzátoru CH2 a CH18 a vrací se zpět do reakce. (Kondenzátor CH18 slouží k tomu, aby metanolové páry, které nezkondenzují v CH2, nepronikly do ovzduší. Je vymrazován na -15 °C.)

Po reakci je přečerpán čerpadlem M3 do kolony O1.

První fáze transesterifikace kontinuálně pokračuje ve vysoké reakční koloně O1. V této reakční koloně je zabezpečen stálý kontakt reaktantů, čistý metylester přetéká do nádoby N33 a glycerolová fáze je odčerpávána čerpadlem M28 do nádoby N8.

Transesterifikace nezreagovaného rostlinného oleje (II. Fáze)

Začátek transesterifikace nereagovaného rostlinného oleje probíhá v reaktoru druhé fáze transesterifikace R2, v němž se za současného přidávání (míchání) odměřených množství rostlinného oleje z N33 a roztoku katalyzátoru z N26B formuje reakční směs. Během druhé fáze transesterifikace probíhají v turbulentním reaktoru R2 reakce se stupněm konverze oleje na metylester orientačně 97 % hm. Metanol, který se během reakce odpařuje, je kondenzován v kondenzátoru CH3 a CH19 a vrací se zpět do reakce. (Kondenzátor CH19 slouží k tomu, aby metanolové páry, které nezkondenzují v CH3, nepronikly do ovzduší je vymrazován na 15 °C.) Potom je metylester přečerpán čerpadlem M4 do kolóny O2.

Druhá fáze transesterifikace kontinuálně pokračuje ve vysoké reakční koloně O2. V této reakční koloně je zabezpečen stálý kontakt reaktantů, čistý metylester přetéká do nádoby N34 a glycerolová fáze je odčerpávána čerpadlem M29 do nádoby R6.

Zpětné získávání metanolu

Celá transesterifikace probíhá za přebytku metanolu, protože metanol tvoří v nákladech na výrobu metylesteru významnou položku, mezi II. stupeň transesterifikace a I. Stupeň extrakce zařazujeme vakuové oddestilování metanolu z metylesteru. Metylester je za zvýšené teploty a podtlaku nastříkáván čerpadlem M5 do vakuové odparky ODP1, v níž se odpařuje metanol s malým obsahem vody. Páry metanolu s vodou procházejí do deflegmátoru DF, kde dochází ke kondenzaci vody tak, aby metanol mohl být použit zpětně do reakce. Metanolové páry po zkondenzování vody přecházejí do trubkového kondenzátoru CH1 a CH8, kde zkondenzují a přetékají do nádrže N9A. Po kontrole kvality metanolu je metanol přečerpán do zásobníku metanolu N7 čerpadlem M30. Zkondenzovaná voda přetéká do nádrže N57. Odtud je přečerpána čerpadlem M34 do nádrže N8B. metylester je přečerpáván čerpadlem M6 do nádrže N35 a postupuje na další úpravu.

Čištění extrakcí (I. Fáze, II. fáze a III. fáze)

Postup odstraňování malých množství mýdel z MEŘO je nevyhnutelný i kvůli jejich negativnímu vlivu na nízkoteplotní vlastnosti MEŘO, ale i kvůli jeho mimořádně negativnímu vlivu na průběh finální filtrace MEŘO.

Extrakce probíhá v reakčních zařízeních (statických mixérech) při teplotě 60 °C za přítomnosti speciálně připravených deemulgátorů (voda a kyselina citrónová).

I. fáze:

Z nádrže dN35 je čerpadlem M39 metylester kontinuálně přečerpáván přes statický mixér SM1 do sedimentační nádrže O3. Před mixérem je do potrubí načerpáván deemulgátor z nádrže N40 čerpadlem M18. Odsedimentovaná voda se směsí mýdel, nezreagovaného oleje a glycerolu je přečerpávána čerpadlem M20 do úpravny vod.

II. fáze:

Z nádrže O3 je čerpadlem M7 metylester kontinuálně přečerpáván přes statický mixér SM2 do sedimentační nádrže O4. Před mixérem je do potrubí načerpáván deemulgátor z nádrže N41 čerpadlem M19. Odsedimentovaná voda se směsí mýdel, nezreagovaného oleje a glycerolu je přečerpávána čerpadlem M21 do nádrže N40.

III.fáze:

Z nádrže O4 je čerpadlem M8 metylester kontinuálně přečerpáván přes statický mixér SM3 do sedimentační nádrže O5. Před mixérem je do potrubí načerpávána změkčená voda čerpadlem M24. Odsedimentovaná voda se směsí mýdel, je přečerpávána čerpadlem M22 do nádrže N41. Metylester z nádrže O5 přetéká do nádrže N4.

Sušení ve vakuové odpařovací stanici

Efektivní odstranění malých koncentrací metanolu a vody je možné ve vakuové odpařovací stanici pracující při teplotách značně nad teplotou varu snadno odpařovatelných součástí, ale značně nižších, než je teplota varu MEŘO, při zvoleném nízkém absolutním tlaku.

Metylester je z nádrže N4 přes výměníky tepla přečerpáván čerpadlem M10 do odparky ODP2, kde se z něho odpaří voda. Voda kondenzuje na kondenzátoru CH4. Po kondenzaci přetéká do nádoby N18. Z této nádoby je přečerpávána do nádrže N8B čerpadlem M34. Zbytky metanolu kondenzují na kondenzátoru CH5 a přetékají do nádrže N9B. Z ní je čerpadlem M34 přečerpána do nádrže N8B.

Metylester je čerpadlem M11 přes sadu výměníků dochlazen a přečerpán do nádrže N34.

Filtrace a aditivace

Vysušený MEŘO se pomocí čerpadla M40 podrobuje konečné filtraci, která mu zabezpečuje kvalitu předepsanou národními normami.

Aktivace probíhá tak, že se dávkovacím čerpadlem M36 do potrubí vystupujícího metylesteru po filtraci přidá přesně stanovené množství aditiva a promíchá se společně ve statickém mixéru SM7. Metylester spolu s aditivem prochází ještě přes chladič CH11, kde se dochladí na teplotu 25 °C, do nádrže N3.

POMOCNÁ ZAŘÍZENÍ

Chlazení

Chladicí zařízení 27°C (společné pro obě etapy)

Slouží k chlazení: kondenzátorů CH1, CH2, CH3, CH4, CH6, CH11, CH15

Chladicí zařízení CHA2 10°C

Slouží k chlazení: kondenzátorů CH1, CH2, CH3, CH4, CH6, CH11, CH15

Chladicí zařízení CHA2 15°C

Slouží k chlazení: kondenzátorů CH1, CH2, CH3, CH4, CH6, CH11, CH15

Kotelna

Slouží k ohřevu technologie. Nosným médiem je pára, která je výměníkem přeměněna na tlakovou vodu.

Stlačený vzduch (společné pro obě etapy)

Zdrojem vzduchu je kompresor s výtlakem 8 bar a výkonem 30 m³/hod.

Vakuum

Vakuum ODP1

Slouží k vytvoření podtlaku v odparce ODP1 a deflegmátoru DF. Zařízení se skládá z vývěvy M31, nádrže oběhové vody BV1 a chladicího čerpadla M41.

Vakuum ODP2

Slouží k vytvoření podtlaku v odparce ODP2. Zařízení se skládá z vývěvy M32, nádrže oběhové vody BV2 a chladicího čerpadla M42.

1.1.1 Skladování, stáčení/plnění

Objemy nádrží skladového hospodářství:

- 2 nádrže dvouplášťové, objem každé 60 m³ pro skladování metanolu
- 2 nádrže dvouplášťové, objem každé 60 m³ pro skladování G-fáze
- 3 válcové, stojaté, jednoplášťové nádrže, objem každé 645 m³ pro skladování MEŘO
- 3 válcové, stojaté, jednoplášťové nádrže, objem každé 645 m³ pro skladování řepkového oleje

Stáčecí/plnicí místo:

Jedno stáčecí/plnicí místo bude umístěno poblíž skladovacích nádrží.

Základní údaje:

Předmětem řešení předkládané dokumentace je stáčecí a výdej surovin:

- metanol
- glycerinové vody
- řepkový, sójový olej
- metylester řepkového, sójového oleje

Výstavba bude probíhat v jedné etapě následovně:

Metanol bude uskladněn ve 2 kusech nádrží o objemu 60 000 litrů N7A, B (nádrže budou mít dvojitý plášť se zařízením pro kontrolu těsnosti mezipláště).

Glycerinové vody budou uskladněny ve dvou kusech nádrží o objemu 60 000 litrů N10A, B umístěných v havarijní jímce.

Olej bude uskladněn ve 3 kusech nádrží o objemu 600 000 litrů N6A, B, C umístěných v havarijní jímce.

Metylester bude uskladněn ve 3 kusech nádrží o objemu 600 000 litrů N3A, B, C umístěných v havarijní jímce.

Použité podklady

- Projektové podklady od společnosti Ing. Karel Petráň – projekce
- Projektové podklady od společnosti Monticom Zlín
- Dokumentace existujícího stavu
- Zaměření objektu

Technické parametry zařízení

Projektovaná kapacita skladu je 3 840 000 litrů uskladněného oleje, metanolu metylesteru a glycerinových vod v 10 skladovacích nádržích. Nádrže na glycerinové vody musejí být v zimě temperovány na teplotu cca 20°C. sklad je určený ke skladování hořlaviny I., III. a IV. třídy nebezpečnosti.

Technické řešení

Sklad bude tvořen 6 nádržemi o objemu jedné nádrže 600 000 litrů od společnosti MONTICOM Zlín. Jde o nové smaltované nádrže spojované šrouby. Tyto musejí být před napuštěním olejem revidovány ve smyslu STN 65 0201 čl. 216-224. Nádrže musejí být upraveny tak, aby každá nádrž o objemu větším než 25 000 litrů byla osazena dvěma dómy o průměru min. 0,6 metru, 2 ks nádrží s dvojitým pláštěm o objemu 120 000 l a 2 ks nádrží o objemu 120 000 litrů s ohřevem.

Do nadzemního neuzavřeného skladu se budou olej a metanol dopravovat v automobilových cisternách. Olej z nich bude přečerpáván pomocí stáčecího čerpadla přes filtr do skladovacích nádrží. Do nádrží vede jedno potrubí, rozvětvené do nich pomocí uzavíracích uzamykatelných klapek. Potrubí je vedeno po ocelové konstrukci haly a po skladovacích nádržích. V potrubí jsou zařazeny kompenzační členy, které kompenzují

roztžitelnost potrubí. Stáčekí čerpadlo je blokováno proti přeplnění jednotlivých nádrží čidlem maxima, které je osazeno v každé nádrží v počtu 2 kusů.

Olej do technologického zařízení je kontinuálně přečerpává ze skladovacích nádrží čerpadlem p. č. MXX po potrubním mostě cca 3 800 kg za hodinu (potrubí musí být v zimě ohříváno).

Metanol je do technologie přečerpáván čerpadlem p. ř. M14 po potrubním mostě.

Glycerinové vody jsou přečerpávány čerpadlem p. č. M13 po potrubním mostě do zásobníku p. č. N10 (potrubí musí být ohříváno).

Metylester je kontinuálně dopravován čerpadlem p. č. M40 po potrubním mostě do nádrží M3A, B, C (3 800 kg/hod).

Plnění cisteren

Na uskladňování metylesteru a glycerinové vody slouží 2 ks čerpadel umístěných na stáčekí ploše. V potrubí jsou zařazeny kompenzační členy. Čerpadla jsou blokována proti přeplnění cisteren pomocí kapacitního čidla umístěného na plnicím ramenu. Stáčení a plnění oleje do cisteren probíhá na zastřešené stáčekí ploše. Nad nádržemi jsou vytvořené pochůzkové plošiny pro lepší manipulaci s čerpadly a klapkami. Okolo plošin je zábradlí a okapové plechy. Kontrola stáčení probíhá z plošiny, která je umístěna na stáčekí ploše. Vážení automobilových cisteren se realizuje v objektu na mostové váze.

Energetické nároky

- Napěťová soustava PEN, 50 Hz, 230/400 V, TN-S
- Instalovaný příkon – 50 kW
- Současný výkon – 20 kW
- Ohřívací pára (ohřev nádrží a potrubí)

Potrubní rozvody

Všechny potrubní rozvody jsou navrženy z materiálů odolávajících přečerpávanému médiu. Potrubí jsou navržena z ocelových bezešvých trubek hladkých STN 42 0250 tvářených za tepla.

Dimenze potrubí je 133 x 4 a 57 x 2,9. Příruby PN16. Potrubí bude vedeno ve vyznačených výškách a spádech, uloženo na konzolách, resp. stropních závěsech. Budou označena směrem a názvem protékajícího média ve smyslu ČSN 13 0072.

Armatury

Pro rozvětvení potrubí do skladovacích nádrží jsou navrženy klapky ABO série 900 typ 924 s uzamykatelnou pákou DN 125, 100, 50. Do stáčecího potrubí je osazený průzor DN100 PN 16 typ U70-616. Jako pojistné armatury jsou vytypované pojistné ventily P12 217040 DN80 PN16.

Nátěry

Zařízení bude po montáži jedenkrát natřeno základní syntetickou barvou. Po tlakové zkoušce bude proveden dvojnásobný syntetický vrchní nátěr. Nádrže označit označením:

- „OLEJ – HOŘLAVINA III. TŘÍDY NEBEZPEČNOSTI“
- „METANOL – JED – HOŘLAVINA I. TŘÍDY NEBEZPEČNOSTI“ a znakem lebky s překříženými hnáty a nápisem „Mimořádně nebezpečný jed podléhá evidenci, nebezpečné výpary, vstřebává se kůží“. Objem nádrže
- „GLYCERINOVÁ VODA – HOŘLAVINA I. TŘÍDY NEBEZPEČNOSTI“
- „METYLESTER – HOŘLAVINA IV. TŘÍDY NEBEZPEČNOSTI“
- Zkouška potrubí

Po namontování třeba provést zkoušku potrubí na těsnost ve smyslu ČSN 1,5 násobkem provozního tlaku.

Kompenzace

V potrubí jsou zařazeny kompenzační osově členy od společnosti AREKO, s.r.o., Bratislava DN50, DN125 na délkovou kompenzaci roztažnosti potrubí.

Proplach zařízení

Smontované zařízení třeba před spuštěním do provozu propláchnout proudem oleje za účelem odstranění okují, návarů, kalu a ostatních nečistot. Jednotlivé větve je potřebné propláchnout samostatně.

Ochrana zdraví a bezpečnosti

Montáž a obsluhu musejí vykonávat jenom odborně způsobilé osoby. Při montáži je potřebné dodržovat všechny bezpečnostní a protipožární předpisy a používat ochranné pracovní pomůcky.

Nároky na obsluhu

Technologické zařízení bude vyžadovat 1 člověka na obsluhu zařízení. Tento se bude starat o stáčení cisteren do skladu a o výdej ze skladu. Obsluha musí být prokazatelně obeznámena s provozním předpisem a předpisy bezpečnosti práce a manipulací s ropnými látkami.

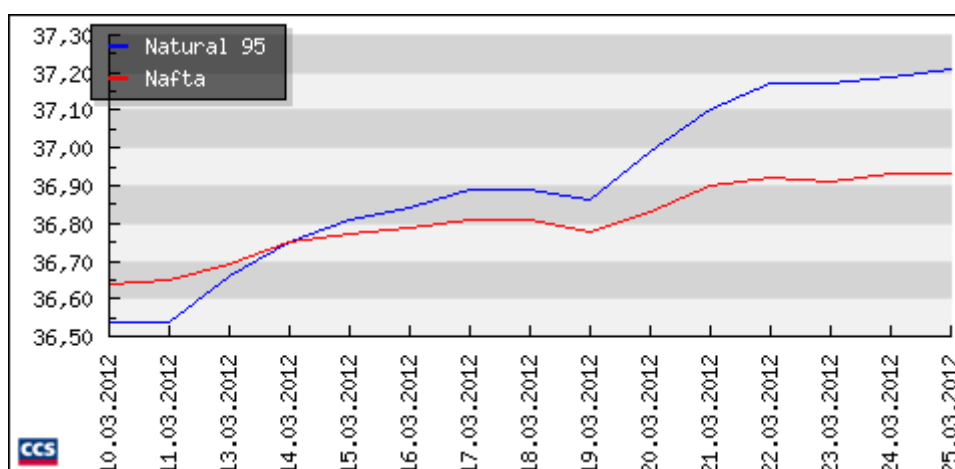
Příloha č. 4: Vývoj cen pohonných hmot v březnu 2012

Průměrná cena PHM v ČR v březnu 2012

Datum	Natural 95	Změna	Nafta	Změna
10.3.2012	36.54		36.64	
11.3.2012	36.54	0.00	36.65	+0.01
13.3.2012	36.66	+0.12	36.69	+0.04
14.3.2012	36.75	+0.09	36.75	+0.06
15.3.2012	36.81	+0.06	36.77	+0.02
16.3.2012	36.84	+0.03	36.79	+0.02
17.3.2012	36.89	+0.05	36.81	+0.02
18.3.2012	36.89	0.00	36.81	0.00
19.3.2012	36.86	-0.03	36.78	-0.03
20.3.2012	36.99	+0.13	36.83	+0.05
21.3.2012	37.10	+0.11	36.90	+0.07
22.3.2012	37.17	+0.07	36.92	+0.02
23.3.2012	37.17	0.00	36.91	-0.01
24.3.2012	37.19	+0.02	36.93	+0.02
25.3.2012	37.21	+0.02	36.93	0.00

Zdroj: CCS

Průměrný vývoj cen PHM v březnu 2012



Zdroj: CCS

Příloha č. 5: Průměrné ceny pohonných hmot k březnu 2012 podle krajů

Průměrné ceny pohonných hmot k 25. 3. 2012 podle krajů

kraj	Natural 95	nafta
celá ČR	37,21	36,93
Hl. m. Praha	37,46	37,2
Jihočeský	36,75	36,49
Jihomoravský	37,69	37,38
Karlovarský	36,98	36,7
Královéhradecký	37,06	36,79
Liberecký	36,95	36,76
Moravskoslezský	37,18	37,05
Olomoucký	37,11	36,86
Pardubický	37,27	36,89
Plzeňský	37,58	37,12
Středočeský	37,23	36,88
Ústecký	36,84	36,62
Vysočina	37,52	37,35
Zlínský	37,28	36,87

Zdroj: CCS

Příloha č. 6: Náklady na výrobu semene řepky olejné

Zvolené pracovní postupy	Rozsah práce [ha]		Souprava		ALT	Výkonnost			Spotřeba			Náklady			Potřeba souprav nebo linek
	traktor (typ)	stroj (typ)	[ha/hod]	[ha/den]		[ha/sez.]	palivo [l/ha]	materiál [*/ha]	prac. síla [lh/ha]	materiál [Kč/ha]	přímé [Kč/ha]	celkové [Kč/ha]			
Hnojení		Samojízdný drapákový nakladač			15.VII	1	8	500	2,0		1,00	200	200	1	
Hnojení	13	Terragator			15.VII	1	8	500	14,0	100 kg	1,00	960	5 960	1	
Podmítka	13	JD 8300	Disk 6 m		2.VIII	4,5	60	1 500	5,2		0,22	420	420	1	
Orba	13	JD 8300	Rabewerk 7 radlic		12.VIII	1,4	20	1 000	23,3		0,71	1 230	1 230	1	
Příprava půdy	26	JD 8300	Kockerling - radičkový kyprič		13.8	5	60	1 500	4,8		0,20	350	350	1	
Setí	13	JD 7810	Vaderstad Verken 6 m		13.8	3,2	38	900	6,9	4 kg	0,31	780	2 640	1	
Ochranný postřik	13	Hardi	36 m		13.8	16	120	9 000	1,6	2,5 l	0,06	140	2 003	1	
Ochranný postřik	13	Hardi	36 m		9.9	16	120	9 000	1,6	1,1 l	0,06	140	1 214	1	
Hnojení + ochranný postřik	13	Hardi	36 m		15.9	16	120	9 000	1,6	6 kg + 1 l + 1,2 l	0,06	140	1 200	1	
Hnojení	13	Z 8011	Amazone		6.10	12	80	4 500	1,6	100 kg	0,16	140	780	1	
Hnojení	13	Hardi	36 m		25.10	16	120	9 000	1,6	1,5 l + 6 kg	0,06	140	281	1	
Hnojení	13	Z 8011	Amazone		8.3	12	80	4 500	1,6	300 kg	0,16	140	2 068	1	
Hnojení + ochranný postřik	13	Hardi	36 m		7.4	16	120	9 000	1,6	0,6 l + 0,2 l + 200 kg	0,06	140	1 860	1	
Hnojení + ochranný postřik	13	Hardi	36 m		19.4	16	120	9 000	1,6	1 l + 5 kg + 0,75 l	0,06	140	1 006	1	
Hnojení + ochranný postřik	13	Hardi	36 m		24.4	16	120	9 000	1,6	100 kg + 0,1 l + 5 l	0,06	140	982	1	
Ochranný postřik	13	Hardi	36 m		29.4	16	120	9 000	1,7	0,1 kg + 0,1 l	0,06	150	831	1	
Ochranný postřik	13	Hardi	36 m		13.5	16	120	9 000	1,7	1 l + 0,2 l + 0,1 l	0,06	150	1 450	1	
Ochranný postřik	13	Hardi	36 m		12.7	16	120	9 000	1,7	3 kg	0,06	150	1 079	1	
Sklizeň	13	Claas Lexion			27.7	3,1	35	900	15,8		0,32	1 620	1 620	1	
Odvoz	13	JD 7810	Annaburger		27.7	4,2	45	1 000	6,2		0,24	250	250	2	
											4,92	19 904	7 520	27 424	
											97,7				

ZOD Kámen, Sídlo: Kámen, Okres: Havlíčkův Brod, Oblast: bramborařská, rok 2009/2010, předplodina Pšenice ozimá

Zvolené pracovní postupy	Rozsah práce [ha]		Souprava		ALT	Výkonnost			Spotřeba			Náklady				Potřeba souprav nebo linek
	traktor (typ)	stroj (typ)	traktor (typ)	stroj (typ)		[ha/hod]	[ha/den]	[ha/sez.]	palivo [l/ha]	materiál [*/ha]	prac. síla [lb/ha]	materiál [Kč/ha]	přímé [Kč/ha]	celkové [Kč/ha]		
Podmítka	15	JD 8200	Disk 6 m		22.VII	4	40	1 300	6,3			610	610	1		
Orba	15	JD 8200	Kverneland 7 radlic		9.8.	1,5	32	1 200	16,8			1 120	1 120	1		
Příprava půdy	4	JD 8220	Kompaktor 6m		11.8	4,5	45	1 500	4,6			450	450	1		
Setí	15	JD 8100	Amazone 4,5 m		12.8	3	23	1 000	9,2	3 kg	360	860	1 220	2		
Příprava půdy	15	Z 7245	Cambridge 6 m		12.8	4	24	1 200	2,6			250	250	1		
Ochranný postřik	15	Hardi	36 m		19.8	7	50	6 000	1,7	2 l	1 590	140	1 730	1		
Ochranný postřik	15	Hardi	36 m		21.9	7	50	6 000	1,7	0,6 l + 0,7 l + 0,1 l	1 366	140	1 506	1		
Hnojení	15	Z 7245	Amazone		31.3	5	50	3 000	1,8	200 kg	1 065	145	1 210	1		
Hnojení	15	Z 7245	Amazone		14.4	5	50	3 000	1,8	200 kg	1 000	145	1 145	1		
Hnojení + ochranný postřik	15	Hardi	36 m		30.4	7	50	6 000	1,7	1 kg + 80 kg + 0,5 l	478	140	618	1		
Ochranný postřik	15	Hardi	36 m		10.5	7	50	6 000	1,7	0,8 l	631	140	771	1		
Skližeň	15	Claas Lexion			18.8	3,6	20	750	17,7			1 680	1 680	3		
Odvoz	15	NA	Liaz 706		18.8	7	60	600	7,2			580	580	2		
									74,8		3,14	6 400	12 890			

Zdroj: Vlastní výpočty