

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO  
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

## PALIVA ZÍSKÁVANÁ Z BIOMASY. FUELS FROM BIOMASS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

MILAN POSKOČIL

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

ING. JAROSLAV RAUSCHER, CSC

BRNO 2008

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá studií současného stavu využití paliv získávaných z biomasy pro pohonné jednotky vozidel a jejich další perspektivou. Cílem práce je zpracování přehledu motorových paliv získávaných z biomasy, jejich využití a nastínění dalšího vývoje v této oblasti. Práce je zaměřena převážně na stav a vývoj v České Republice.

## **Abstract**

Bachelor's thesis deals with the study of the status quo use of fuels derived from biomass for automotive engines and their prospects. The goal of this work is processing the inventory of motor fuels derived from biomass, their utilization and illustrate the developments in this field. The work is focused mainly on the situation and developments in the Czech Republic.

**Klíčová slova:** benzin ,biomasa, etanol, metylester, nafta

**Klíčová slova ENG:** biomass, diesel, ethanol, methylester, petrol

## **Bibliografická citace mé práce:**

POSKOČIL, M. *Paliva získávaná z biomasy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 23 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jaroslav Rauscher, CSc.

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne .....

.....

podpis

# Obsah

<b>1.Úvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2.Používání biopaliv pro pohonné jednotky v ČR.....</b>	<b>2</b>
2.1.Historie.....	2
2.2.Současný stav a výhled do budoucna.....	4
<b>3.Biopaliva a způsob jejich výroby.....</b>	<b>5</b>
3.1.Bioetanol .....	5
3.1.1. Základní charakteristika bioetanolu.....	5
3.1.2. Výroba bioetanolu.....	6
3.1.2.1.Suroviny pro výrobu bioetanolu.....	6
3.1.2.2.Obecný postup výroby bioetanolu.....	6
3.1.2.3.Výroba bioetanolu z cukrové třtiny a cukrové řepy.....	7
3.1.2.4.Výroba bioetanolu ze surovin obsahující škrob.....	7
3.1.2.5.Výroba bioetanolu z lignocelulózových surovin.....	8
3.2.Bionafta.....	9
3.2.1. Základní charakteristika bionafty.....	9
3.2.2. Výroba bionafty.....	9
3.3.Bio-ETBE a Bio-MTBE .....	11
3.4.Biodimetyléter .....	12
3.5.Bioplyn.....	13
3.6.„Bio“Vodík.....	13
3.7.Biopaliva tzv. druhé generace.....	13
<b>4.Konstrukce motorů pro biopaliva.....</b>	<b>15</b>
4.1.Pohonné jednotky pro bioetanol.....	15
4.1.1. zážehové motory pro BE paliva.....	15
4.1.2. Zážehové motory pro Flexible Fuel Vehicles (FFVs).....	16
4.1.3.Zážehové motory pro paliva s nízkým obsahem BE.....	16
4.1.4.Vznětové motory pro BE paliva.....	16
4.2.Pohonné jednotky pro bionaftu.....	17
4.2.1. Vznětové motory pro FAME.....	17
<b>5.Vliv používání biopaliv na pohonné jednotky.....</b>	<b>18</b>
5.1.Vliv bioetanolu na pohonné jednotky .....	18
5.2.Vliv bionafty na pohonné jednotky.....	19
<b>6.Závěr.....</b>	<b>21</b>
<b>7.Použité zdroje.....</b>	<b>22</b>
<b>8.Seznam Obrázků.....</b>	<b>23</b>

# 1. Úvod

Na stále se zvyšující spotřebě fosilních paliv se výrazně podílejí motorová vozidla se spalovacími motory. Mají také výrazný vliv na neustále zvyšující se emise skleníkových plynů a jsou jedním z hlavních zdrojů znečištění ovzduší ve městech. Normy emisí motorových vozidel a normy kvality pohonných hmot, které jsou stále přísnější, sice měrné emise znečišťujících látek snižují, ale vzhledem k rostoucí intenzitě dopravy není toto snižování dostačující.

Další z cest ke snížení emisí je náhrada fosilních paliv biopalivy. Tato náhrada je relativně jednoduchá, ať již ve stavu tzv. „čistém“ (100% biopaliva) nebo ve směsi s motorovými benzíny či motorovou naftou v souladu se směrnicí 2003/17/ES a platnými technickými normami pro tyto pohonné hmoty. Vzhledem k relativní jednoduchosti a efektům pro zemědělství je řešení podpory biopaliv v současné době v EU (tedy i v ČR) stavěno na první místo.

Biopalivy rozumíme plynná a kapalná paliva vyrobená z biomasy.

Biomasa je definována jako biodegradibilní podíl produktů, odpadů a zbytků ze zemědělské výroby (rostlinného i živočišného původu), dřevařského průmyslu a příbuzných odvětví a komunálních odpadů.

K náhradě fosilních paliv biopalivy vedou zejména tyto důvody:

- jedná se o obnovitelný zdroj energie
- celkově rostoucí spotřeba energie včetně energie pro dopravu
- nedostatečné zásoby fosilních paliv v zemích Evropské Unie a obavy z růstu jejich cen
- závislost na dovozu fosilních paliv (v roce 2020 by mohla dosáhnout až 70%(2))
- rostoucí emise zejména skleníkových plynů a závazky na jejich snižování

Jako náhrada fosilních paliv pro pohon motorových vozidel jsou vhodná především biopaliva kapalná (v současnosti nejvíce využívaný bioethanol a bionafta), kterým se budeme níže věnovat podrobněji.

## 2. Používání biopaliv pro pohonné jednotky v ČR

### 2.1. Historie

Biopaliva se u nás začala používat po první světové válce v podobě lihobenzinových směsí. Pod názvem Dynakol se prodávala směs obsahující: 50% etanolu, 30% benzenu a 20% benzínu. V letech 1926-1936 bylo v tehdejší Československu zavedeno zákonem povinné přimíchávání 20% bezvodého etanolu s benzínem. Používání směsí Benzínu s etanolem zaniklo počátkem padesátých let minulého století.

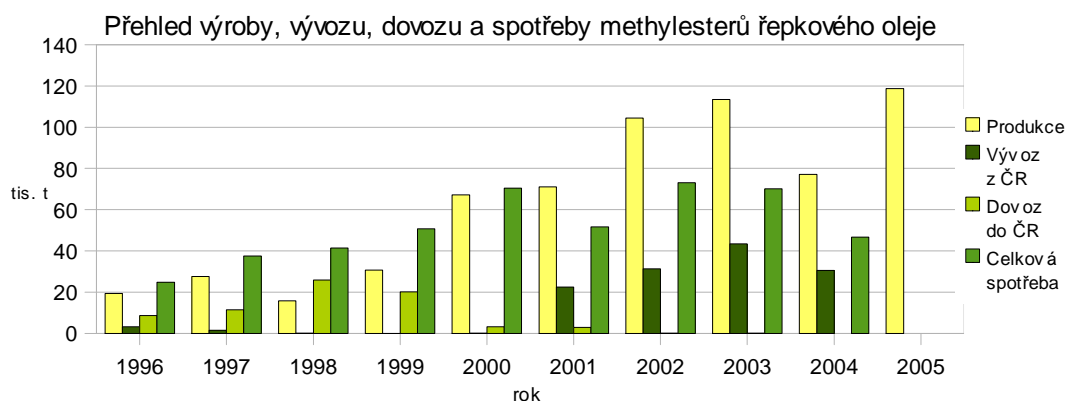
Novodobou etapu využití biopaliv odsartoval tzv. Oleoprogram (r. 1992) dotovaným státem. Předmětem programu byla podpora výroby a užití metylesterů řepkových olejů (MEŘO). V letech 1992 - 1996 byla podpora poskytována formou návratných finančních výpomocí na nákup a výstavbu technologií. Do konce roku 1996 byly vybudovány kapacity na zpracování 184 tisíc tun řepky ročně na výrobu přibližně 63 tisíc tun MEŘO. Půjčky zpravidla dosahovali 80% nákladů dotované investiční stavby (7). Od r. 1997 byla poskytována podpora pro výrobu směsné nafty B30 (přimíchávání přídatku min. 30% MEŘO do motorové nafty)

Výraznou ekonomickou podporou výroby MEŘO byly dotace ceny řepkového semene cca 4700 Kč/tuna, do konce roku 2003 sazba DPH 5% a osvobození MEŘO od spotřební daně. Díky tomu se v ČR dařilo vyrábět a prodávat 170-260 tis. tun směsné motorové nafty za rok, což představovalo podíl cca 1,4% z celkové spotřeby pohonných hmot.

Po 1.5.2004 se podmínky výrazně zhoršily a směsná nafta téměř vymizela od čerpacích stanic. Výroba MEŘO ovšem pokračuje, novým odbytištěm se stalo hlavně SRN, kde existují příznivější ekonomické podmínky. (3) V následující tabulce je uveden přehled výroby, vývozu a dovozu MEŘO v ČR v letech 1996 - 2005.

Tabulka 1.1 : Přehled výroby, vývozu, dovozu a spotřeby metylesterů řepkového oleje v České republice v letech 1996 – 2005

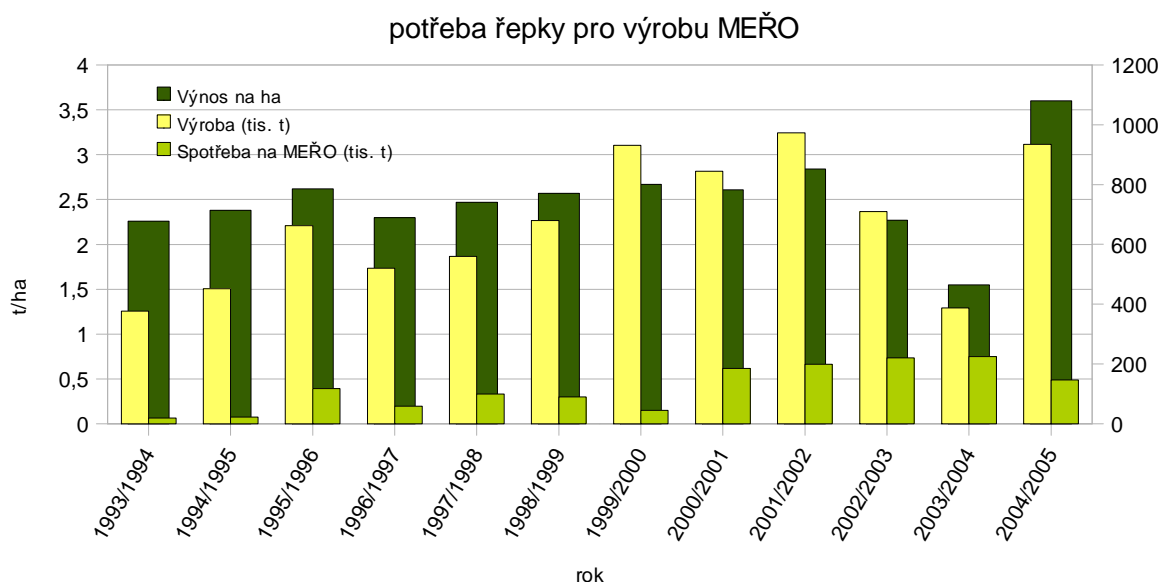
Ukazatel	Jednotka	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Produkce	tis. tun	19,3	27,6	15,7	30,63	67,2	71,1	104,4	113,5	77,13	118,67
Vývoz z ČR	tis. tun	3,2	1,5	0,08	0,03	0,07	22,4	31,3	43,5	30,5	115,5
Dovoz do ČR	tis. tun	8,7	11,4	25,8	20,2	3,2	2,9	0,04	0,06	-	-
Celková spotřeba	tis. tun	24,8	37,5	41,4	50,77	70,4	51,6	73,06	70,06	46,63	3,17



Spotřeba řepkového oleje na výrobu MEŘO sice v jednotlivých letech kolísala, dlouhodobě však narůstala. V následující tabulce je uveden přehled spotřeby řepky pro výrobu MEŘO v letech 1993 – 2004.

Tabulka 1.2 : Přehled spotřeby řepky pro výrobu MEŘO v letech 1993 – 2004.

Hospodářský rok	Výroba (tis. t)	Výnos na ha	Spotřeba na MEŘO (tis. t)
1993/1994	377,2	2,26	19
1994/1995	451,6	2,38	23
1995/1996	662,2	2,62	117,6
1996/1997	520,6	2,3	59,2
1997/1998	560,5	2,47	100
1998/1999	680,2	2,57	90
1999/2000	931,1	2,67	45
2000/2001	844,4	2,61	185
2001/2002	973,3	2,84	199,2
2002/2003	709,5	2,27	220
2003/2004	387,8	1,55	225
2004/2005	934,7	3,6	147



Od roku 1999 byli podporováni také výrobci bioetanolu a to formou přímých dotací. V roce 1999 bylo ve výrobní jednotce v Kralupech nad Vltavou zpracováno 513 tun bezvodého etanolu na 1057 tun ETBE, který se míchal v maximálně 15% objemu do bezolovnatého benzínu. Využívání bioetanolu bylo umožněno přímou dotací ve výši 15 Kč/litr bioetanolu. Na rok 2000 byla poskytnuta dotace ve výši 3,5 Kč/litr bioetanolu, z předpokládaných 40 milionů Kč však byla vyčerpána přibližně desetina a v dalších letech se podpora čerpala v minimálním množství. V roce 2003 bylo na produkci bioetanolu poskytnuto 1,434 mil. Kč, což odpovídá množství 1.795 hektolitrů vyrobeného bioetanolu. Bioetanol se dále používal na různé provozní zkoušky a na výrobu alternativních paliv. Celkem bylo v roce 2003 vyrobeno 3.000 hektolitrů bioetanolu pro palivové účely, což odpovídá zpracování z výměry cca 200 hektarů. Tyto dotace bioetanolu byly v roce 2003 ukončeny. Další podporu bioetanolu používaného v pohonných hmotách představuje osvobození od spotřební daně. (7)

## 2.2. Současný stav a výhled do budoucna

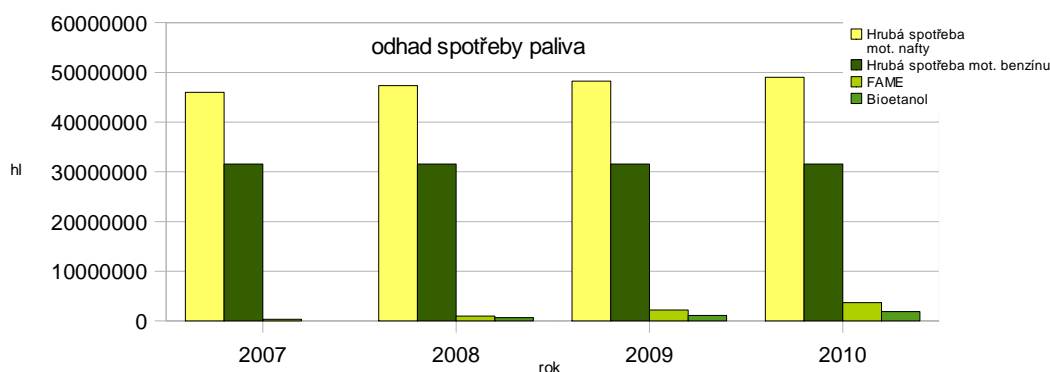
V rámci zavedení povinnosti nahrazení části fosilních paliv biopalivy dle směrnice 2003/30/ES v souladu s platnými normami ČSN EN 228 a ČSN EN 590 je realizováno (plánováno) přimíchávání následujících minimálních množství biosložek do fosilních paliv: (1)

- od 1.9.2007 – 2% objemových z celkového množství motorové nafty přimíchaných do motorové nafty.
- od 1.1.2008 – 2% objemových z celkového množství motorových benzínů přimíchaných do motorových benzínů.
- od 1.1.2009 – 3,5% objemových z celkového množství motorových benzínů přimíchaných do motorových benzínů a 4,5% objemových z celkového množství motorové nafty přimíchaných do motorové nafty.

V další etapě, cca od r. 2009 je plánováno zavedení využívání vysokoprocenčních směsí biopaliv, například palivo E85, které je tvořeno směsí 85% bioetanolu a 15% benzínu, palivo E95, které je tvořeno směsí 95% bioetanolu a 5% benzínu, MEŘO v čisté formě, atd. a biopaliv čistých. Vysokoprocenční směsi biopaliv a biopaliva čistá budou na rozdíl od nízkoprocenčních směsí podporována úlevami na spotřební dani z důvodu konkurenceschopnosti. Principem podpory je daňové zvýhodnění pouze biosložky, u směsných paliv tedy zůstává fosilní část plně zdaněna. Technicky ČR zvolila osvobození od spotřební daně u čistých biopaliv a systém vratky spotřební daně u paliv směsných. V následující tabulce je uveden odhad množství biopaliv potřebných k naplnění směrnice 2003/30/ES pro rok 2010. Hodnoty hrubé spotřeby jsou převzaty z odhadů MPaO. (1)

Tabulka 2.1: odhad množství biopaliv potřebných k naplnění směrnice 2003/30/ES pro rok 2010

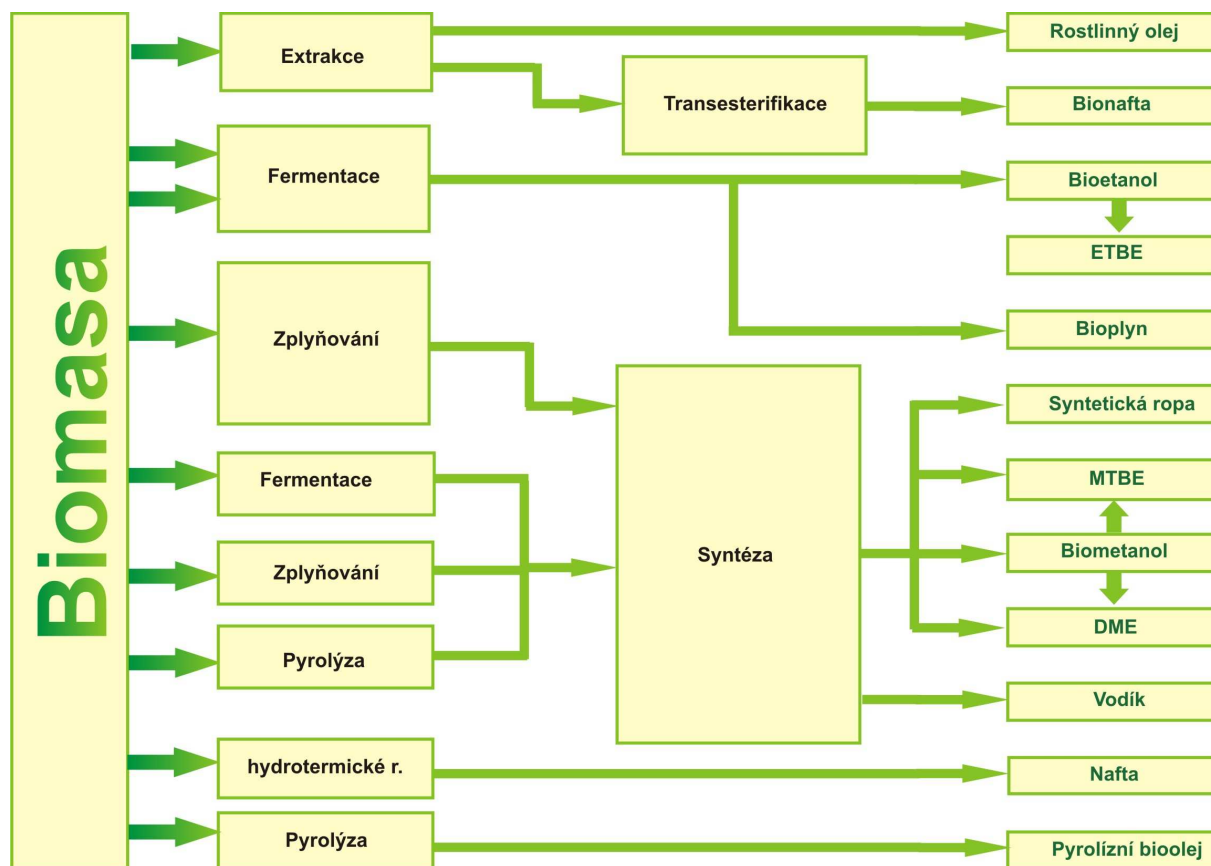
palivo	Jednotka	2007	2008	2009	2010
Hrubá spotřeba mot. nafty	hl	46014320	47350835	48269690	49021480
Hrubá spotřeba mot. benzínu	hl	31585284	31585284	31585284	31585284
FAME	hl	306818	947017	2172136	3671550
Bioetanol	hl	0	631706	1105485	1868595



Do 31.12. 2010 by mělo být dle směrnice 2003/30/ES nahrazeno 5,75% energetického obsahu veškerého benzínu a motorové nafty biopalivy.

### 3. Biopaliva a způsob jejich výroby

Níže uvedené schéma znázorňuje souhrnný přehled technologií výroby biopaliv. Nejvýznamnější paliva a technologie jejich výroby budou rozebrány podrobněji.



Obr.3.0: Schéma technologie výroby biopaliv

#### 3.1. Bioetanol

Kvasný, zvláště denaturovaný etylalkohol, ČSN 65 6511

Bioetanol je používán především jako alternativní palivo pro zážehové motory (nízko či vysokoprocenní náhrada benzínu), možné je také použití pro motory vznětové.

##### 3.1.1. Základní charakteristika bioetanolu

Bioetanol je etylalkohol vyrobený fermentací vyšších cukrů, získaných ze surovin rostlinného původu (cukrová řepa, cukrová třtina, obilí, brambory, biomasa, atd.) Kvalita vyrobeného etanolu musí vyhovovat Evropské normě EN 15376. Bioethnol je dodáván jako zvláště denaturovaný 2 - 4 % V/V BA-95N a od 1.2.2008 jako obecně denaturovaný – denurant 1b (technický benzín, petrolej, solventní nafta) (1)

V následující tabulce je uvedeno porovnání bioetanolu a klasického Benzínu. (6)  
Z tabulky je patrná výrazně nižší výhřevnost etylalkoholu oproti benzínu.

Tabulka 3.1: Vlastnosti Bioethanolu a klasického Benzínu

Vlastnosti paliva	Bioetanol	Benzín
Rel. molekulová hmotnost (g/mol)	46	111
Oktanové číslo (RON)	109	97
Oktanové číslo (MON)	92	86
Cetanové číslo	11	8
Tlak par podle Reida (kPa)	16,5	75
Hustota 15°C (g/cm <sup>3</sup> )	0,8	0,75
Výhřevnost (MJ/kg)	26,4	41,3
Výhřevnost (MJ/l)	21,2	31
Stechiometrický poměr vzduch/palivo (hm.)	9	14,7
Bod varu (°C)	78	30 - 190

### 3.1.2. Výroba bioetanolu

#### 3.1.2.1. Suroviny pro výrobu bioetanolu

Pro výrobu bioetanolu je možno využít jakoukoliv biomasu s dostatečným obsahem cukrů, nebo látek, které lze na cukr převést (např. celulóza, škrob). Typickými představiteli plodin s obsahem cukru jsou cukrová třtina a cukrová řepa. Představitelem plodin obsahujících škrob jsou například brambory (hlízy) nebo obiloviny (zrno). V Evropě je to především pšenice a ječmen, v USA kukuřice a pšenice. Dalšími surovinami pro výrobu bioetanolu jsou polysacharid inulin obsahující hlízy topinamburů a čekanky. Štěpení inulinu je snadnější než štěpení škrobu.

Nejjednodušší je výroba bioetanolu z biomasy obsahující cukry se šesti uhlíkovými atomy v molekule. Takovými surovinami jsou cukrová řepa a třtina. V některých evropských zemích se používá jako surovina pro výrobu bioetanolu cukrovka, zatímco cukrová třtina je klíčovou surovinou pro výrobu bioetanolu v Brazílii.

Velká pozornost je věnována také využití biomasy stromů a trav. Biomasa stromů a trav je tvořena celulzou a hemicelulózou, které lze převést na jednoduché cukry, ovšem podstatně obtížněji než škrob.

#### 3.1.2.2. Obecný postup výroby bioetanolu

Kvasný (fermentační) způsob výroby je založen na působení enzymů (bílkovinných katalyzátorů) mikrobiální buňky v procesu nazývaném lihové kvašení.

Pro výrobu kvasného etanolu tedy přicházejí v úvahu následující sacharidy:

- Monosacharidy - glukosa, fruktosa, mannososa, galaktosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>).
- Disacharidy (kvasinky je mohou z větší části převést na monosacharidy působením svých vlastních enzymů), sacharosa, maltosa, laktosa, celobiosa (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>).
- Trisacharidy, které mohou být působením některých enzymů kvasinek rozštěpeny na jednotlivé monosacharidy, resp. na mono- a di-sacharid. Nejběžnějším trisacharidem je rafinosa (C<sub>18</sub>H<sub>32</sub>O<sub>16</sub>)

- Polysacharidy, škrob (a dextriny), inulin, celuloza ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub> a hemicelulosa (polysacharidy různého složení obsahující jak hexosy, tak i pentosy, jsou obsaženy v lignocelulosových materiálech) nemohou být přímo lihovarskými kvasinkami zkvašovány.

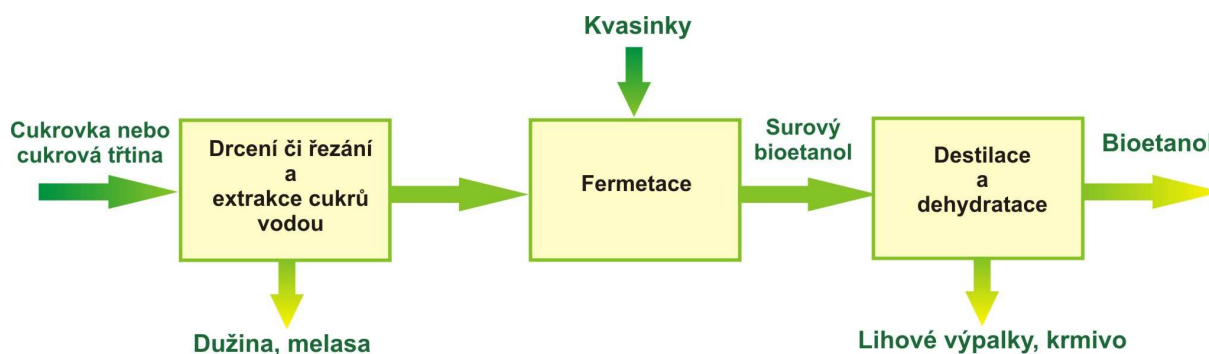
V průměru je třeba na výrobu 1 t bioetanolu asi 3 t zrn či 2 - 4 t suché dřevnaté (travnaté) suroviny. (4)

### 3.1.2.3. Výroba bioetanolu z cukrové třtiny a cukrové řepy



Obr. 3.1: Cukrová řepa

Výroba není složitá, jelikož suroviny obsahují jednoduché cukry, které lze snadno oddělit a fermentovat působením kvasinek na bioetanol. Blokové schéma výroby je uvedeno na obr.3.1 .



Obr. 3.2: Blokové schéma výroby bioetanolu z cukrové řepy a cukrové třtiny

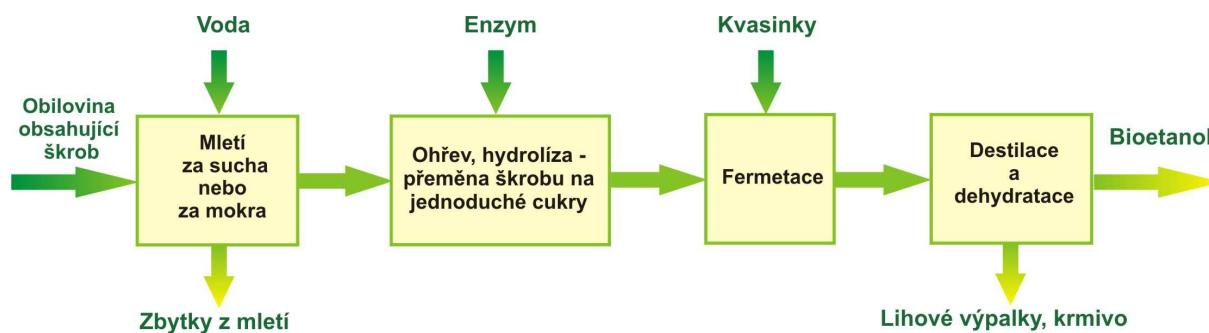
Cukrová řepa nebo třtina je rozmělněna, cukry jsou odděleny pomocí vypírky vodou a zkvašeny ve fermentoru na bioetanol působením kvasinek za podmínek obdobných jako v případě výroby bioetanolu z obilovin. Odpadem ze zpracování jsou dužina a melasa. (4)

### 3.1.2.4. Výroba bioetanolu ze surovin obsahující škrob

Jako surovina je použit škrob obsahující obilná zrna (v Evropě je to především pšenice a ječmen, v USA kukuřice a pšenice). Zrna představují malý podíl z celkové hmoty obilné rostliny. Blokové schéma výroby je uvedeno na obr. 3.4 .



Obr. 3.3: Pšenice



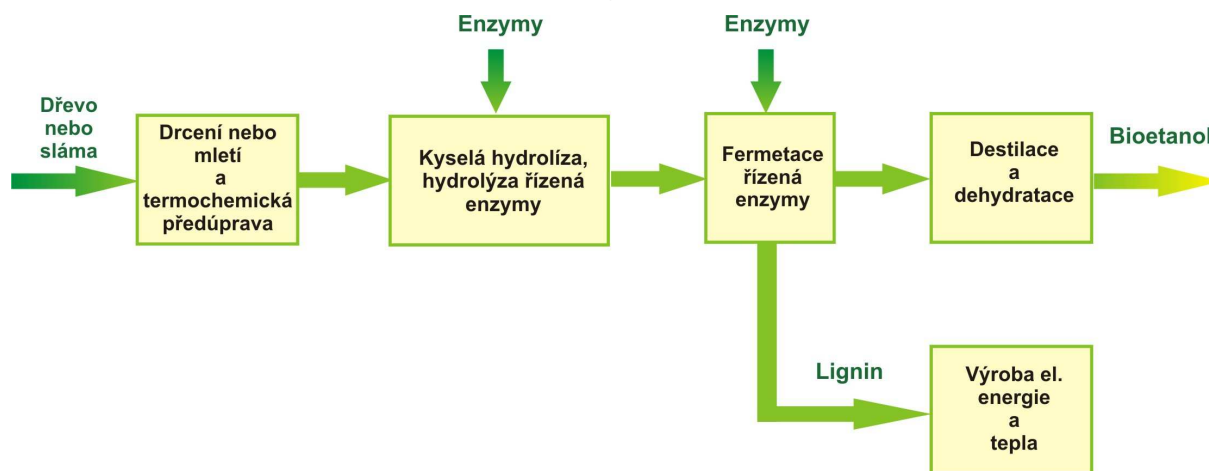
Obr. 3.4: Blokové schéma výroby bioetanolu z obilovin

Prvním krokem je mletí obilných zrn, dále následuje proces bobtnání zrn. Při přípravě zápar ze škrobnatých surovin rozlišujeme dva způsoby, tlakový (pařákový) způsob a beztlakový způsob. Druhý způsob se v posledních letech používá častěji, což umožnila výroba termostabilních  $\alpha$ -amylas bakteriálního původu. Dříve se jako zdroj enzymů používal slad. V současné době je slad používán jen vyjimečně. Škrob uložený ve škrobových zrnech je postupně převáděn až na zkvasitelný sacharid, převážně glukosu působením enzymů nebo kyselou hydrolýzou. Následuje proces vlastní fermetace, kvašení, při kterém vzniká bioethanol a oxid uhličitý dle rovnice:  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2$ . (4)

### 3.1.2.5. Výroba bioetanolu z lignocelulózových surovin

Mezi lignocelulózní a dřevnaté suroviny můžeme zařadit rychle rostoucí energetické plodiny (vrba, eukaliptus, atd.), zbytky zemědělské produkce (sláma, řepné řízky, vylisovaná cukrová třtina), zbytky ze zpracování dřeva, dřevní odpady a organické podíly komunálního odpadu.

Technologie výroby bioetanolu z těchto surovin je sice po technické stránce realizovatelná, ale zatím se příliš z důvodu složitosti nerozšířila. Na obr. 3.3. je blokové schéma výroby bioethanolu z lignocelulózových surovin.



Obr. 3.5: Blokové schéma výroby bioetanolu z lignocelulózových surovin.

## 3.2. Bionafta

### 3.2.1. Základní charakteristika bionafty

metylestery mastných kyselin – FAME, ČSN EN 14 214

FAME (z anglického **F**atty **A**cid **M**etyl **E**sters) jsou metylestery mastných kyselin, vyrábějí se reesterifikací rostlinných olejů metanolem. (1)

Cca 80% světové roční produkce je vyrobeno na bázi řepkového oleje, tzv. MEŘO (**ME**tylester **Ř**epkového **O**leje)

V následující tabulce je uvedeno porovnání MEŘO a klasické motorové nafty. (1)

Tabulka 3.2: Vlastnosti MEŘO a klasické motorové nafty

Vlastnosti paliva	Bionafta	Motorová nafta
Rel. molekulová hmotnost (g/mol)	~300	170 – 200
Cetanové číslo	~54	51
Hustota při 15°C (g/cm <sup>3</sup> )	0,88	0,84
Výhřevnost (MJ/kg)	37,3	42,7
Výhřevnost (MJ/l)	32	35,7
Stechiometrický poměr vzduch/palivo (hm.)	12,3	14,53
Obsah kyslíku (% hm.)	9 – 11	0 – 0,6
Kinematická viskozita při 20°C (mm <sup>2</sup> /s)	7,4	4
Bod vzplanutí (°C)	91 - 135	77

Z porovnání vyplývá, že vlastnosti jsou velmi podobné klasické motorové naftě. Vysoké cetanové číslo znamená, že se MEŘO dobře vzněcuje, stechiometrické spalování vyžaduje méně vzduchu, nevýhodou je specifický zápach vznikající při jeho spalování. MEŘO má v porovnání s běžnou motorovou naftou vyšší viskozitu a hustotu. Nevýhodou je menší energetický obsah vztážený na jednotku objemu a tím pádem větší spotřeba v porovnání s klasickou motorovou naftou. (4)

### 3.2.2. Výroba bionafty

Výroba bionafty je považována za zvládnutou a zavedenou technologii, v této oblasti se nepředpokládají žádné podstatné změny. Podstatou výroby FAME je transesterifikace v surovině přítomných triglyceridů realizovaná v přítomnosti vhodného katalyzátoru. Reagujícími látkami jsou rostlinný olej získaný z olejnatých rostlin (sója, řepka olejná, slunečnice), nebo živočišný (např. hovězí lůj, drůbeží a vepřové sádlo, rybí tuk), a metanol. Dále lze jako suroviny použít i upotřeбенé fritovací oleje a nebo živočišné tuky. V současné době je cca 80 % světové roční produkce realizováno na bázi řepkového oleje (MEŘO).



Obr. 3.6: Řepka olejná

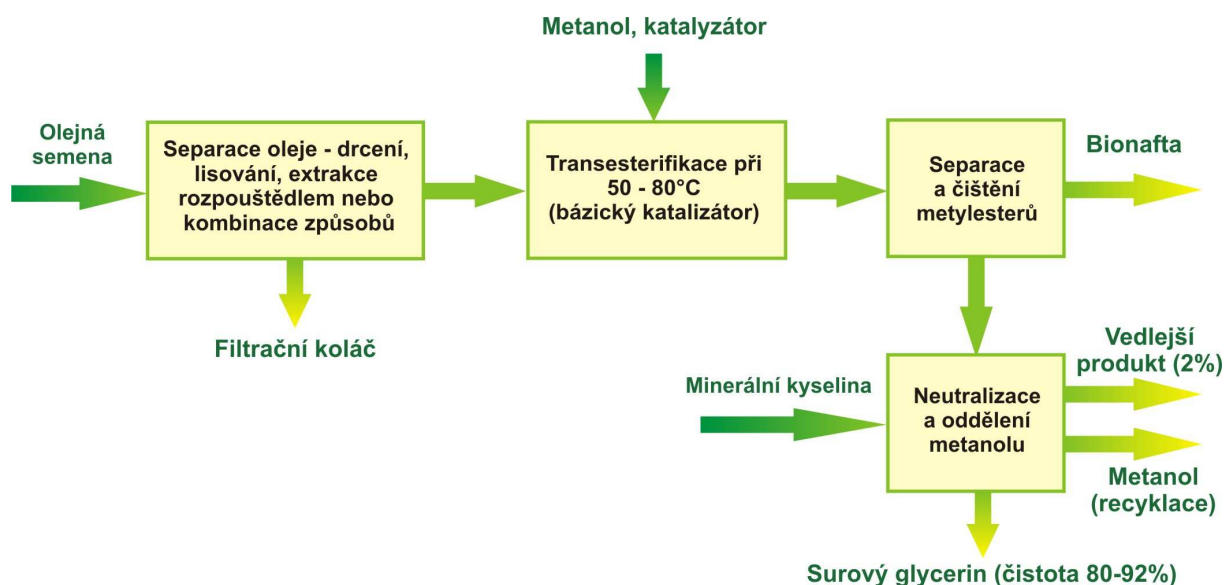
Pro získání oleje se používá zavedený postup znázorněný na obr 3.5



Obr. 3.7: Blokové schéma výroby čistého rostlinného oleje

Čistý rostlinný olej lze teoreticky přímo použít jako pohonnou hmotu pro dieslové motory, problémem jsou však špatné vlastnosti (vysoká viskozita, špatná termická a hydrolytická stabilita a cetanové číslo jen 33 – 43 jednotek)

Blokové schéma výroby bionafty je uvedeno na obr. 3.6. Prvním krokem je získání rostlinného oleje. Použité rozpouštědlo se oddělí následnou destilací a recykluje. Odpadní produkt, filtrační koláč (pokrutiny), s vysokým obsahem proteinů lze využít jako krmivo. V dalším kroku se rozpustí použitý katalyzátor, kterým je obvykle hydroxid draselný nebo sodný, v metanolu a směs obou látek je společně s rostlinným olejem dávkována do uzavřeného reaktoru na transesterifikaci. U suroviny je třeba kontrolovat obsah vody a volných mastných kyselin. Jejich větší množství je příčinou problémů, ke kterým může docházet při oddělování glycerolu z reakční směsi a tvorby mýdel (saponifikace). Transesterifikace je vratná reakce, z důvodu dosažení téměř úplné konverze triglyceridů se používá přebytek metanolu (molární poměr 4 – 20 1 :), použité množství katalyzátoru se pohybuje v rozmezí 0,3 - 1,5 % hm. vztaženo na surovinu.



Obr. 3.8: Blokové schéma výroby bionafty

Po transesterifikaci následuje oddělení glycerolu od metylesterů (Na 1 t bionafty (FAME) vzniká asi 100 kg glycerolu). Pokud je to nutné, reakční směs je nejprve zneutralizována. Bionaftu je po odstranění metanolu ještě třeba promýt teplou vodou a odstranit tak zbytky katalyzátoru a nebo mýdel a nakonec zbavit vody.

Kvalita vyrobené bionafty musí splňovat požadavky normy ČSN EN14214. Je ovlivněna především složením mastných kyselin, resp. jejich triglyceridů. Pro kvalitu je dále nezbytné, aby transesterifikace triglyceridů proběhla pokud možno úplně. Přeměna triglyceridů na metylestery, tj. odstranění glycerolu, probíhá postupně a to nejprve za vzniku diglyceridů, poté monoglyceridů a nakonec vzniká volný glycerol. V každém z uvedených stupňů vzniká i jedna molekula metylesteru příslušné mastné kyseliny. Pokud reakce neproběhne úplně, pak v reakční směsi zůstávají nezreagované tri-, di- a monoglyceridy. Každá z těchto sloučenin obsahuje neuvolněnou molekulu glycerolu, který je označován jako tzv. vázaný glycerol. Tento vázaný glycerol a volný glycerol přítomný v reakční směsi pak představují celkový glycerol. Výše uvedená norma požaduje, aby obsah glycerolu ve vyrobené bionaftě byl maximálně 0,25 % hm. Norma obsahuje i požadavky na obsah jednotlivých typů glyceridů. Protože obsah glycerolu ve výchozím rostlinném oleji je obvykle cca 10,5 % hm. jeho požadovaný limitní obsah v bionaftě vyžaduje minimálně 98 %-ní transesterifikaci. (4)

Výroba bionafty představuje dobře zvládnutou technologii, používá se již řadu let ve velkokapacitním měřítku. Na výrobu 1 t MEŘO je potřeba cca 2,5 t řepky. (4)

### 3.3. Bio-ETBE a Bio-MTBE

Metyl-terc.-butyl eter (MTBE) a etyl-terc.-butyl eter (ETBE) jsou žádanou komponentou automobilových benzinů.

Výrobu obou éterů lze provést reakcí příslušného etanolu s isobutenem v přítomnosti kyselého katalyzátoru. Kapacitu výroby éterů limituje množství dostupného isobutenu.

C<sub>4</sub> alkeny jsou také jednou ze surovin pro alkylaci, která slouží k výrobě vyhledávané nearomatické středně vroucí vysokooktanové komponenty do automobilových benzinů, po které se podobně jako po éterech poptávka stále zvětšuje. S ohledem na tuto skutečnost se hledají alternativní cesty jak v budoucnu zajistit potřebné množství C<sub>4</sub> alkenů včetně isobutenu. Takovou cestou je jejich výroba ze syntézního plynu vyrobeného na bázi zemního plynu, ropných zbytků, nebo uhlí. Nově jsou dnes intenzivně studovány možnosti výroby syntézního plynu z biomasy a organických podílů tuhého komunálního odpadu. Z tohoto syntézního plynu vyrobený isobuten a metanol je pak rovněž možné označit za biosurovinu, bio-isobuten a bio-metanol. (4)

V následující tabulce je uvedeno porovnání Bio-ETBE a Bio-MTBE a klasického benzínu. (9)

Tabulka 3.3: Vlastnosti Bio-ETBE a Bio-MTBE a klasického benzínu

Vlastnosti paliva	Benzin	ETBE	MTBE
Rel. molekulová hmotnost (g/mol)	111	102	88
Oktanové číslo (RON)	97	118	116
Oktanové číslo (MON)	86	105	100
Cetanové číslo	8	-	-
Tlak par podle Reida (kPa)	75	28	57
Hustota 15°C (g/cm <sup>3</sup> )	0,75	0,74	0,74
Výhřevnost (MJ/kg)	41,3	36	35,2
Výhřevnost (MJ/l)	31	26,7	26
Stechiometrický poměr vzduch/palivo (hm.)	14,7	-	-
Bod varu (°C)	30 - 190	72	55,3

Výhodou éterů je jejich vysoké oktanové číslo, dobré mísení s benzínem za vzniku stabilní směsi, relativně vysoká výhřevnost (ve srovnání s etanolem) a menší tlak par.

### 3.4. Biodimetyléter

Dimetyléter vyrobený z biomasy



Obr. 3.9: Automobil VOLVO s motorem na DME

Vlastnostmi je dimetyléter vhodné palivo pro vznětové motory s ohledem na nízkou teplotu samovznícení a dobré cetanové číslo. (viz tabulka 3.4) Vhodnou vlastností DME také je, že při jeho spalování se netvoří saze a motory jsou méně hlučné. Nevýhodou je naopak ve srovnání s klasickou naftou cca poloviční energetický obsah na jednotku objemu. (4)

Tabulka 3.4: Vlastnosti Biodimetyléteru (DME) a klasické motorové nafty

Vlastnosti paliva	DME	motorová nafta
Molekulová hmotnost (g/mol)	46	170 - 200
Cetanové číslo	55 - 60	50
Hustota při 15°C (g/cm <sup>3</sup> )	0,67	0,84
Výhřevnost (MJ/kg)	28,4	42,7
Výhřevnost (MJ/l)	18,8	35,7
Stechiometrický poměr vzduch/palivo (hm.)	9	14,5
Teplota samovznícení (°C)	235	250
Kinematická viskozita při 20°C (mm <sup>2</sup> /s)	<1 (pro kap. DME)	4
Bod vzplanutí (°C)	-42	77

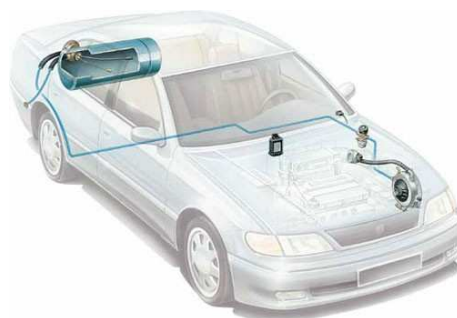
Fyzikální vlastnosti DME jsou velmi podobné vlastnostem LPG. DME je při normální teplotě plyný a při teplotě 20 °C a tlaku 0,5 MPa dochází k jeho zkapalnění. Za normálního tlaku vře při 25 °C. DME je velmi dobře rozpustný ve vodě a dobře mísitelný s organickými rozpouštědly. Charakteristická je také vysoká čistota, neobsahuje síru, dusík ani kovy. Výroba DME na bázi biomasy je zatím předmětem výzkumné činnosti. (6)

### 3.5. Bioplyn

Bioplyn je plyn produkovaný během anaerobní digesce organických materiálů a skládá se zejména z metanu ( $\text{CH}_4$ ) a oxidu uhličitého ( $\text{CO}_2$ ).

Pro výrobu bioplynu lze využít široký sortiment surovin, od odpadů živočišné a rostlinné výroby, přes kaly z odpadních vod po biologicky rozložitelnou část komunálního odpadu.

Využití bioplynu jako pohonné látky pro vozidlové pohony je podmíněno dokonalým odstraněním nežádoucích složek a příměsí tak, aby kvalitou odpovídal zemnímu plynu. Dále je použití shodné s použitím zemního plynu. Pro zážehové motory se běžně provádějí zástavby palivového systému umožňující provoz na zemní plyn.



Obr. 3.10: Úprava automobilu na zkapalněný zemní plyn

Použití surového bioplynu je možné pouze ve speciálně seřazených spalovacích motorech (zpravidla za cenu zkrácení životnosti motoru v důsledku silné koroze)

### 3.6. „Bio“Vodík

Biomasu lze využít i jako surovinu k výrobě vodíku. výrobu vodíku z biomasy lze realizovat buď termochemicky, nebo biochemicky. Dále je takto získaný „biovodík“ možno použít stejným způsobem, jako vodík vyrobený jinými způsoby.

### 3.7. Biopaliva tzv. druhé generace

Biopaliva jsou prosazována jako „uhlíkově neutrální“ zdroj energie. Dalšími argumenty prosazování biopaliv je vytváření nových pracovních míst a zajišťování nových zdrojů příjmů pro zemědělce. Lze se ovšem setkat také s negativními reakcemi, zejména ze strany nevládních a ekologických organizací, které upozorňují na to, že výroba biopaliv může být dokonce škodlivá z řady důvodů:

- nahrazování výroby potravin výrobou biopaliv v chudých agrárních zemích (např. Brazílie)
- budování k tomu potřebné infrastruktury na plantážích bude mít negativní ekologický dopad
- produkce biopaliv spotřebovává více energie než kolik jí biopaliva obsahují
- chemikálie používané při pěstování jsou škodlivé pro životní prostředí
- používat geneticky modifikované plodiny na výrobu biopaliv je diskutabilní.

Biopaliva druhé generace představují etanol vyráběný z lignocelulózy nebo dřevitých surovin (sláma, řezivo, štěpiny, hnůj, ..), nebo různé technologie BTL (biomas to liquid). Probíhají diskuze o tom, že biopaliva vyráběná na této bázi jsou vhodnější než stávající biopaliva první generace zejména díky nižším nákladům a lepší bilanci skleníkových plynů. Navíc je při výrobě možné jako surovinu využívat širší spektrum biomasy, která nekonkuruje výrobě potravin. (7)

Biobutanolové palivo vyrobené fermentačním procesem je řešením firem DuPont a BP. Tyto firmy oznámily, že začne společnost BP prodávat pro automobily toto palivo, které je výhodnější než bioetanol z řady důvodů. Na rozdíl od biolihu biobutanol nepohlcuje vodu a může tedy být dopravován potrubními systémy bez rizika koroze a oddělování vody. Biobutanol je možno do benzínu přidávat ve vyšších koncentracích, oproti bioetanolu má o cca 30 % vyšší energetický obsah. Biobutanol se méně odpařuje a nezpůsobuje problémy s enormním nárůstem tlaku par. Biobutanol, na rozdíl od bioetanolu, nevyžaduje ani při vyšších koncentracích žádné úpravy stávajících motorů.

Připravuje se druhá generace technologických jednotek na výrobu biobutanolu, které budou pracovat s novým biotechnologickým procesem o vyšším stupni konverze na biobutanol bez vedlejší produkce acetonu a ethanolu pomocí biokatalyzátoru. V USA se předpokládá jejich uvedení do provozu v roce 2010. Jako surovina se uvažuje kromě dosud používaných kukuřice, cukrovky a cukrové třtiny také pšenice, maniok, sorghum a také i dřevní odpad a rychle rostoucí celulóznové zdroje.

Jednou z cest pro odstranění problému s FAME (zanášení trysek, agresivita vůči těsnění, vznik termooxidačních produktů,...) může být výroba komponent pohonných hmot prostřednictvím jejich dalšího chemického resp. rafinérského zpracování. Tyto procesy mají značnou perspektivu a důležité je i to, že jsou realizovatelné v kratším časovém horizontu než předchozí varianta zpracování lignocelulózy.

Perspektivou pro výrobu zeleného benzínu a zelených olefinů je známý proces fluidního katalytického krakování (FCC). Zkoušely se různé poměry rostlinné suroviny od 5 do 100 %. Volbou technologických podmínek lze dosáhnout buď vysokého výtěžku benzínu (více než 45 %) nebo vysokého podílu olefinů (podíl etylénu a propylénu může být vyšší než 30 %).

Pro výrobu zelené motorové nafty z rostlinného oleje je určen hydrogenační proces zpracovávající čistý rostlinný olej. Produktem je kvalitní komponent a motorové nafty s cetanovým číslem 70 – 90 s výtěžkem až k 90 %. Jednotka může produkovat 1 – 10 % benzínu popřípadě leteckého petroleje. Důležitá je i skutečnost, že tento proces umožní zpracovávat různé druhy olejů za vzniku stejně kvalitní motorové nafty.

Podstatou procesů výroby biopaliv druhé generace je přímé zpracování biomasy. Jednou z cest zpracování lignocelulóznových surovin je hydrolýza celulózy a hemicelulózy na jednoduché fermentovatelné cukry a následná fermentace, což je chemická reakce za přítomnosti enzymů jako katalyzátorů. V současné době je možnost výroby ethanolu z lignocelulóznové biomasy předmětem intenzivní výzkumné činnosti

Dalším procesem je parciální oxidace biomasy a následná výroba syntézního plynu, který pak slouží jako surovina pro výrobu celé škály produktů od syntetické ropy přes komponenty motorových paliv až po metanol nebo dimethyléter. Jinou cestou je pyrolýza biomasy (především lignocelulózy) za vzniku biooleje nebo proces hydrotermického zpracování biomasy (zejména tuhých a kapalných komunálních a zemědělských odpadů) za vzniku bioropy.

## 4. Konstrukce motorů pro biopaliva

V této kapitole budou popsány konstrukční změny nutné pro využití paliv vyrobených z biomasy ve spalovacích motorech.

### 4.1. Pohonné jednotky pro bioetanol

Bioetanol je využíván ve spalovacích motorech jako náhrada/příměs benzínu hlavně následujícími způsoby:

- Náhrada až 85% procent (palivo E85) benzínu bioetanolem v pouze pro tento účel přizpůsobených motorech.
- Paliva pro tzv. **Flexible Fuel Vehicles (FFVs)**, což jsou vozidla určená a speciálně upravená pro používání jak klasického benzínu, tak i směsí až do obsahu 85% bioetanolu (E 85).
- Paliva s nízkým obsahem (cca do 20%) bioetanolu.

Pozornost je v poslední době věnována hlavně benzínům s nízkým obsahem bioetanolu E 10 a E 15 (obsah 10% a 15% bioetanolu) a jejich použití v FFVs.

#### 4.1.1. zážehové motory pro BE paliva

Jak již bylo uvedeno výše, etanol má výrazně nižší výhřevnost oproti klasickému benzínu, čemuž je z důvodu vyšší měrné spotřeby paliva nutno přizpůsobit konstrukci pohonné jednotky, zvláště dimenzování vstřikovacího systému paliva na cca 1,5x vyšší objemy paliva. Vyšší skupenské výparné teplo působí vyšší ochlazování palivové směsi při přivádění paliva do motoru, což může způsobovat problémy za nižších teplot, zvláště při startování motoru. Vzhledem k vysoké odolnosti proti klepání je možno zvýšení kompresního poměru až na 15:1.



Obr. 4.1: Zážehový motor

Konstrukční rozdíly lze stručně shrnout do následujících bodů:

- vyšší kompresní poměr
- pocínované palivové nádrže
- palivová čerpadla odolná vůči rezivění
- baterie o vyšší kapacitě a alternátory umožňující delší startování motoru
- zapalovací svíčky s vhodnou termickou odolností
- vhodné materiály pro ventily a písty
- karburátor potažený niklem (odolnost vůči tvorbě rzi)
- čerpadla etylalkoholu potažená chromem za účelem zábránění tvorby rzi
- nylonová potrubí a diafragma spalovacího potrubí – materiál, který nemůže být napadán etanolem

Vzhledem k většímu možnému naplnění válců je výkon motoru při provozu na palivo s vysokým obsahem etylalkoholu vyšší v porovnání s benzínem.

### 4.1.2. Zážehové motory pro Flexible Fuel Vehicles (FFVs)

Tyto pohonné jednotky umožňují provoz jak na benzín bez etanolu, tak na palivo s různým obsahem etanolu až do 85% (palivo E85)

Palivový systém motoru musí být dimenzován pro pohon na etanol (větší množství paliva z důvodu nižší výhřevnosti).

Řídící jednotka motoru dle koncentrace kyslíku ve výfukových plynech získává informace o složení paliva a přizpůsobuje parametry vstřikování paliva jeho složení.

### 4.1.3. Zážehové motory pro paliva s nízkým obsahem BE

Pro nízký obsah ethanolu (cca do 20%) není třeba speciálních změn v konstrukci pohonné jednotky, je vhodné mírné předdimenzování palivového systému z důvodu mírně vyšší spotřeby. Problémem může být vysoká citlivost etanolu na vodu a vysoký tlak nenasyčených par.

### 4.1.4. Vznětové motory pro BE paliva

Stejně jako v případě benzínu, i v porovnání s naftou je výhřevnost ethanolu nižší, etanol má dále malou mazací schopnost a nízkou vznětlivost, tyto vlastnosti však lze kompenzovat přidáním vhodných přísad, kterými lze dosáhnout toho, že je možno etylalkohol používat ve vznětových motorech prakticky bez zásahů do jejich konstrukce. Je možno provést jak částečnou, tak úplnou náhradu nafty etanolem. Jako částečná náhrada se používá etanol bez přísad zvyšující vznětlivost. Použití je možno například následujícími způsoby:

- Vstřikování etanolu a nafty pomocí dvou stříkacích čerpadel.
- Vstřikování směsi etanolu a nafty do spalovacího prostoru
- Nasávání etanolu se vzduchem.

Vzhledem k tomu že pro uvedená řešení jsou nutné značné úpravy pohonných jednotek, v praxi nebývá tento způsob užíván.

Úplná náhrada nafty etanolem je možná pouze za předpokladu přidání přísad na bázi organických dusičnanů a dusitanů, které upraví nepříznivé vlastnosti etanolu (korozní agresivita, nízká mazací schopnost, nízké cetanové číslo...)

Vznětový motor pro etanol je nutno konstrukčně upravit:

- dimenzování palivové soustavy z důvodu nižší výhřevnosti
- jiný počátek vstřiku paliva
- nutnost vybavit motor oxidačním katalyzátorem ke snížení obsahu CO a CH

Vznětové motory na etanol používá například firma SCANIA pro „bio“ autobusy.



Obr. 4.2: Vznětový motor

## 4.2. Pohonné jednotky pro bionaftu

### 4.2.1. Vznětové motory pro FAME

Pohonné jednotky, ve kterých je možno použití čistého FAME či směsnou naftu (30% FAME) musí být pro toto palivo speciálně upraveny z následujících důvodů:

- zanášení vstřikovacích trysek (zhoršení exhalací, snížení výkonu)
- snížení viskozoty a následnou tvorbu kalů (extrémní zahuštění) v motorovém oleji = nutnost zkrácení intervalů výměny oleje
- agresivita vůči materiálům používaným na těsnění a rozvod paliva (musí být použity materiály, které s FAME nereagují)
- náchylnost k tvorbě usazenin v motoru

Jiné speciální úpravy vznětových motorů nejsou pro náhradu nafty FAME nutné.



Obr. 4.3: Vznětový motor

## 5. Vliv používání biopaliv na pohonné jednotky

V této části práce bude blíže nastíněn vliv nejpoužívanějších biopaliv (bioetanolu a bionafty) na pohonné jednotky motorových vozidel.

### 5.1. Vliv bioetanolu na pohonné jednotky

Existuje celá řada studií zabývajících se problematikou vlivu bioetanolu na pohonné jednotky. Jejich závěry jsou však dost často protichůdné a výsledky se liší.

Například Australská společnost Orbital Engine Company provedla v roce 2004 na 3 pohonných jednotkách rozsáhlé hodnocení vlivu paliva E 20 (obsah 20% bioethanolu). Po 2000 hodinách provozu byly získány následným vyhodnocením tyto poznatky: (4)



Obr. 5.1: Automobil Chevy Avalanche upravený pro spalování směsi E85

– různé části palivového systému na bázi kovů (palivové čerpadlo, vstřikovací trysky, kovové části tlakového regulátoru paliva, kovové díly palivové nádrže, části karburátorů, atd.) vykazovaly korozi, zmatnění povrchu a tvorbu dolíčků (pitting)

– palivové potrubí a PVC ventilové cívky vykazovaly korozi, tvorbu dolíčků (pitting), zakalení povrchů a filtry z plastů změnilly barvu

Také firma CHEVRON se věnovala hodnocení vlivu přídavku etanolu a zveřejnila následující stanovisko: (4)

– moderní motory vybavené kontrolním systémem motoru řídícím poměr vzduch-palivo mohou používat směsi s dobrou účinností

– u motorů s karburátory a vstřikovacím systémem, který nemá kontrolu poměru vzduch –palivo může přídavek etanolu vytvářet příliš chudou směs

– kovové součásti palivového systému motoru budou podléhat korozi a tvorbě rzi v případě, že se v palivovém systému nachází voda či látky s kyselou reakcí.

– ve srovnání s klasickým palivem, benzinem, směsí etanol/benzin potřebují větší množství tepla k odpařování, což snižuje hnací sílu pohonné jednotky, a to zejména při nízkých teplotách (studené starty)

– přidáváním etanolu do benzínu, který není benzin pro toto upraven, dostáváme palivo s vysokou těkavostí (tlak par podle Reida překračuje povolenou hodnotu), tato zvýšená těkavost vede ke zhoršení jízdních vlastností především v letním období

– směs etanolu s benzinem nesmí být smíchána s čistým benzinem, který nebyl pro toto míchání upraven (z důvodů zvýšení těkavosti)

– v benzinu se při teplotě 21 °C může rozpustit do 150 ppm vody, v závislosti na obsahu aromatických uhlovodíků, ve směsi E 10 je to však až 7000 ppm vody; tato směs je náchylná k oddělování vodní fáze, do které alkohol přechází, což má za následek zhoršení užitečných vlastností paliva

Vzhledem k náchylnosti k rezivění a nutnosti vyšších kompresních poměrů mají motory určené pro spalování směsí s vysokým obsahem bioetanolu více jak 300 dílů rozdílných od motorů určených pro spalování benzínu.

Problémem může být také to, že v systémech skladování a přepravy nesmí být obsažena žádná voda, i malé množství má za následek rozdělení paliva na 2 fáze a tím zhoršení vlastností.

## 5.2. Vliv bionafty na pohonné jednotky

S používáním jak čistého FAME, tak směsí s klasickou motorovou naftou jako paliva pro vznětové motory jsou relativně velké zkušenosti, vyhodnocení dopadů na pohonné jednotky budeme hledat především u výrobců pohonných jednotek.

Základní požadavky na používání čistého FAME či jeho směsí s klasickou motorovou naftou se neliší od požadavků pro používání klasické motorové nafty. Vzhledem k některým odlišnostem FAME od klasické motorové nafty (větší hustota a viskozita, menší výhřevnost, menší stabilita při skladování, menší termicko-oxidační stabilita, sklon k hydrolýze, atd.) jsou některé požadavky těžko dodržitelné. Výrobce pohonné jednotky dále musí v servisní knížce deklarovat podmínky pro použití FAME. Využití čistého FAME tak směřuje spíše do oblastí upravené zemědělské techniky.



Obr. 5.2: VW New Beetle upravený pro provoz na FAME

Vzhledem k uvedeným problémům s čistým FAME byly zavedeny směsná paliva s klasickou motorovou naftou (v ČR tzv. směsná nafta B30 - přimíchávání přídatku min. 30% MEŘO do motorové nafty), v USA je to např. ASTM (20% FAME). I pro tato paliva musí být jejich použití výrobcem pohonné jednotky povoleno.

Používání čistého FAME a směsné nafty ovlivňuje vstřikovací čerpadla pohonných jednotek (reakce s těsněním, vysoká viskozita za nízkých teplot. Nové typy čerpadel mají těsnění vyrobená z polymerů, které použití FAME umožňují.

U nových systémů vstřikování, které pracují s velmi vysokými vstřikovacími tlaky (common rail, Pumpe und Düse) dochází vlivem vysoké teploty ke vzniku termooxidačních produktů, které vedou k poruchám systému. FAME má také horší stlačitelnost, je proto obtížnější dosáhnout pořadovaných tlaků.

například firma Volkswagen uvádí následující problémy s používáním FAME ve vznětových motorech: (4)

- vysoký obsah glycerolu a glyceridů (ucpávání palivových filtrů a korozní působení na neželezné kovy)
- nízká oxidační stabilita je příčinou koroze v důsledku vytvoření agresivních oxidačních produktů (kyselina mravenčí, kyselina octová)
- nízká oxidační stabilita je příčinou tvoření usazenin v motoru
- vysoký obsah alkalických kovů (Na, K) a kovů alkalických zemin (Ca, Mg) vede k hygroskopičnosti (tvorba Ca mýdel), tvorbě kalů (Na, K) a k ucpávání filtrů
- malá stabilita při nízkých teplotách k ucpávání filtrů a špatné filtraci

- vysoký obsah vody je příčinou koroze, ucpávání filtrů a bakteriálního napadení
- pro růst organismů (bakterie, plísně, houby) je vhodný substrát obsahující mastné kyseliny, P a vodu; zejména při skladování už i malé množství FAME může vyvolat tento problém
- vysoké číslo kyselosti, které signalizuje přítomnost volných kyselin a jejich korozní působení
- vysoké jodové číslo souvisí s přítomností mastných nenasycených kyselin s větším počtem dvojných vazeb, což má za následek koksování, vznik kalů v oleji a dochází k ucpávání vstřikovacích trysek
- vysoký obsah fosforu má nepříznivý dopad na účinnost a životnost oxidačních katalyzátorů
- zvýšení pěnovosti paliva

## 6. Závěr

Klesající zásoby fosilních paliv spolu s celosvětovým růstem energií vyvolávají mnohé debaty na téma náhrady fosilních paliv palivy alternativními. Biopaliva představují v současné době vhodnou alternativu k palivům fosilním, jejich relativně složitá výroba je však hlavně z ekonomického hlediska nekonkurenceschopná, je proto nutné ji vhodným způsobem dotovat. Jednoznačnými klady biopaliv je snížení závislosti na fosilních palivech a podpora zemědělské výroby nutné k jejich výrobě.

V současné době je v Evropě prosazována především nahrazení části fosilních paliv biopalivy (dle směrnice 2003/30/ES). Dle této směrnice je plánováno do roku 2010 nahradit až 5% paliv biopalivy. Takto malé množství biopaliv prakticky neovlivní vlastnosti pohonných hmot, palivo je tedy možno bez problémů používat bez úprav pohonných jednotek. Do budoucna se diskutuje o zvýšení přídatku až na cca 10% z celkového objemu paliva.

Dále je věnována pozornost vývoji pohonných jednotek pro vysokoprocentní směsi biopaliv a biopaliva čistá. Problémem se jeví nutnost odlišností v konstrukci pohonných jednotek a vybudování distribučních sítí těchto „nových“ paliv.

Často diskutovány jsou také emise pohonných jednotek spalujících biopaliva. Závěry jednotlivých studií se dosti liší, samotná biopaliva zpravidla produkují při spalování emise o něco nižší než paliva fosilní, zahrneme-li však také emise vzniklé při jejich výrobě, výsledky nejsou zpravidla tak optimistické.

V dlouhodobějším horizontu náhrady fosilních paliv se jeví jako mnohem perspektivnější použití palivových článků „spalujících“ vodík, pohonné jednotky a výroba velkého množství vodíku samotného jsou ve stádiu intenzivního vývoje, masové rozšíření této technologie však nelze v blízkém horizontu předpokládat.

## 7. Použité zdroje

- [1] *Stav a perspektivy udržitelného rozvoje biogenních pohonných hmot*- 1.vydání. Praha. Reprografické služby VÚZT, ISBN 978-80-86884-30-1
- [2] ŠEBOR, G, POSPÍŠIL, M, MAXA, D, *Využití kapalných biopaliv pro pohon motorových vozidel*. *chemicke-listy.cz* [online]. [cit. 2008-04-16]  
URL:<[http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2006\\_13\\_s30-s35.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2006_13_s30-s35.pdf)>
- [3] *Využití biopaliv v dopravě*. *cappo.cz* [online]. [cit. 2008-02-12]  
URL:<[www.cappo.cz/ftp/vyuziti\\_biopaliv\\_v\\_doprave.pdf](http://www.cappo.cz/ftp/vyuziti_biopaliv_v_doprave.pdf)>
- [4] *Dlouhodobá strategie využití biopaliv v České republice*. Předkládací zpráva ministerstva Průmyslu a Obchodu. *mpo.cz* [online]. [cit. 2007-10-06].  
URL: <<http://download.mpo.cz/get/26605/26641/295747/priloha001.doc>>
- [5] JEVIČ, Petr, ŠEDIVÁ, Zdeňka: Aktuální stav výroby a odbytu biopaliv na bázi řepkového oleje v České republice. *Biom.cz* [online]. 2001-11-27 [cit. 2008-04-16]. URL: <<http://biom.cz/index.shtml?x=49021>>. ISSN: 1801-2655.
- [6] *Technicko-ekonomická analýza vhodných alternativních paliv v dopravě*. [cit. 2008-04-16].URL:<[http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/F2EF24EF-5E59-42C7-B6A5508CE8F820/Technickoekonomicka\\_analyza\\_vhodnych\\_alternativnich\\_paliv\\_v\\_dopravecast\\_1.pdf](http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/F2EF24EF-5E59-42C7-B6A5508CE8F820/Technickoekonomicka_analyza_vhodnych_alternativnich_paliv_v_dopravecast_1.pdf)>
- [7] PRAŽÁK, Václav. *Biopaliva druhé generace*. *cappo.cz* [online]. [cit. 2008-02-12]. URL:<[http://www.cappo.cz/ftp/bio\\_druhe\\_gner.pdf](http://www.cappo.cz/ftp/bio_druhe_gner.pdf)>
- [8] VÁŇA, Jaroslav: *Nové cíle při výrobě motorových biopaliv*. *Biom.cz* [online]. 2001-11-05 [cit. 2008-03-20]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/index.shtml?x=45181>>. ISSN: 1801-2655
- [9] LAURIN, Josef: *Étery získávané z biomasy jako alternativní automobilová paliva*. *Biom.cz* [online]. 2007-09-12 [cit. 2008-02-14]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/index.shtml?x=2040377>>. ISSN: 1801-2655.

## 8. Seznam Obrázků

Obr. 3.1: Cukrová řepa.....	7
Obr. 3.2: Blokové schéma výroby bioetanolu z cukrové řepy a cukrové třtiny.....	7
Obr. 3.3: Pšenice.....	7
Obr. 3.4: Blokové schéma výroby bioetanolu z obilovin.....	8
Obr. 3.5: Blokové schéma výroby bioetanolu z lignocelulózových surovin.....	8
Obr. 3.6: Řepka olejná.....	9
Obr. 3.7: Blokové schéma výroby čistého rostlinného oleje.....	10
Obr. 3.8: Blokové schéma výroby bionafty.....	10
Obr. 3.9: Automobil VOLVO s motorem na DME.....	12
Obr. 3.10: Úprava automobilu na zkapalněný zemní plyn.....	13
Obr. 4.1: Zážehový motor.....	15
Obr. 4.2: Vznětový motor.....	16
Obr. 4.3: Vznětový motor.....	17
Obr. 5.1: Automobil Chevy Avalanche upravený pro spalování směsi E85.....	18
Obr. 5.2: VW New Beetle upravený pro provoz na FAME.....	19