

Česká zemědělská univerzita v Praze
Technická fakulta



Katedra chemie

Využití biolihu v automobilové dopravě

Diplomová práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vladimír Hönig, Ph.D.
Vypracoval: Bc. František Stejskal

PRAHA 2011

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra chemie

Akademický rok 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

František Stejskal

obor Obchod a podnikání s technikou

Vedoucí katedry Vám ve smyslu Studijního a zkušebního řádu ČZU v Praze
čl. 17 odst. 2 určuje tuto diplomovou práci.

Název práce: **Využití biolihu v automobilové dopravě**

Osnova diplomové práce:

1. Úvod
2. Cíl práce a metodika
3. Literární rešerše
4. Experimentální analýza
5. Závěr
6. Seznam literatury
7. Přílohy



Rozsah hlavní textové části: 40 - 60 stran

Doporučené zdroje:

1. KAMEŠ, J.: Alternativní pohony automobilů, 1. vydání, Ben, Praha, 2004, 232 s. ISBN 80-7300-127-6
2. MATĚJOVSKÝ, V.: Automobilová paliva, Grada Publishing, a.s., Praha, 2005, 224s. ISBN 80-247-0350-5
3. PASTOREK, Z. - KÁRA J. - JEVIČ P.: Biomasa obnovitelný zdroj energie 1. vydání, FCC Public, Praha, 2004, 288 s. ISBN 80-86534-06-5
4. NEMEŠOVÁ, I. - PRETEL, J.: Skleníkový efekt a životní prostředí – podstata, rizika, možná řešení a mezinárodní souvislosti. MŽP, ČHMÚ, Praha, 1998, s. 41 – 43, ISBN 80-7212-046-8
5. VLK, F.: Paliva a maziva motorových vozidel, Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, Brno, 2006, 376 s. ISBN 80-239-6461-5
6. KAMEŠ, J.: Spalovací motory, Technická fakulta ČZU v Praze, Praha, 2002, 107 s. ISBN 80-213-0895-8
7. MAXWELL, T. – JONES, J.: alternative Fuels (Emissions, Economics and Performance). Mechanical Engineering Department Texas Tech University, In Society of Automotive Engineers, 1994, ISBN 1-56091-523-4

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Vladimír Hönig, Ph.D.**

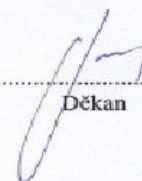
Termín zadání diplomové práce: listopad 2009

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2011



Vedoucí katedry





Děkan

V Praze dne: 8. 6. 2010

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Vladimíra Höniga, Ph.D. a uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

.....

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé diplomové práce Ing. Vladimíru Hönigovi, Ph.D. a všem ostatním, kteří mi poskytli potřebné informace ke zpracování, za pomoc a čas který mi věnovali.

Abstrakt: Cílem diplomové práce je popsat stávající situaci v oblasti rozvoje biopaliv, zhodnocení dominantních parametrů motorové nafty, benzínu a bioethanolu a jeho využití v automobilové dopravě. V kapitole „Situace na trhu s ropou“ je popsán současný stav ropného průmyslu, zhodnocení spotřeby nafty v České republice a vývoj spotřeby ropy v Evropské unii a ve světě. Kapitola „Ekologické aspekty“ popisuje hlavní opatření zaváděná ve snaze ochránit životní prostředí a pojednává o Kjótském protokolu, Zelené knize a směrnicích EU. „Výroba bioethanolu“ je další kapitolou, kde je uvedeno, jak se bioethanol vyrábí, jaký má vliv jeho přimíchávání na spalovací a vznětové motory. Následuje „ekonomické zhodnocení vlivu přimíchávání bioethanolu“ která popisuje změnu ceny pohonných hmot s určitým podílem bioethanolu. V experimentální části bylo prováděno měření nafty a benzínu s rostoucím objemem bioethanolu ve vzorku. Naměřené výsledky jsou porovnány s normou ČSN EN 590 a ČSN EN 228 a stanoveny závěry. Závěrečná část je věnována celkovému shrnutí práce a úvahám o možnostech využití biopaliv v automobilovém průmyslu.

Klíčová slova: bioethanol, ropa, ekologie, benzin, nafta

Summary: The aim of this diploma work is to describe present situation in case of development of biofuels and assessment of dominant parameters of road diesel, petrol and bioethanol and its benefit for transport industry. In the chapter “The situation of oil market” has been described current state of oil industry, an assessment of consumption of road diesel in Czech Republic and development of consumption of diesel in EU and globally. The chapter “Ecological aspects” is describing the main measures established in effort for environment protection and dealing with Kyoto protocol, Green Book and EU regulations. “The produce of bioethanol” is another chapter, which has presented the produce of bioethanol and its effect at diesel and petrol engines. The following part “Economic efficiency of adding of bioethanol to fuels” has described the price change of fuels with a certain amount of bioethanol. An experimental part is devoted to testing of diesel and petrol with increasing amount of bioethanol. The experiment result have been compared with ČSN EN 590 and ČSN EN 228 norms and the results assigned. The final part is about overall assessment and possible use of biofuels in car industry.

Key words: bioethanol, oil, ecology, petrol, diesel

Obsah:

1.	Úvod	1
2.	Cíl práce.....	2
3.	Situace na trhu s ropou	2
3.1	Spotřeba nafty v České republice	3
3.2	Spotřeba ropy ve světě.....	4
3.3	Ekologické aspekty.....	5
3.3.1	Kjótský protokol.....	6
3.3.2	Zelená kniha	7
3.3.3	Obchod s emisními povolenkami	8
3.3.4	Vývoj evropské politiky biopaliv	9
4.	Fosilní paliva	10
4.1	Charakteristika fosilních paliv.....	10
4.2	Využití fosilních paliv	11
4.3	Benzin.....	11
4.3.1	Norma ČSN EN 228 pro bezolovnaté benziny.....	12
4.3.2	Antidetonační charakteristiky.....	14
4.3.3	Těkavost benzínu.....	14
4.3.4	Chemické složení.....	15
4.3.5	Hustota automobilového benzínu	16
4.3.6	Oktanové číslo	16
4.3.7	Destilační křivka.....	17
4.4	Motorová nafta	18
4.4.1	Norma ČSN EN 590 pro motorové nafty	18
4.4.2	Charakteristika nafty.....	19
4.4.3	Bod vzplanutí.....	21
4.4.4	Hustota.....	21
4.4.5	Viskozita.....	21
4.4.6	Destilace	21
4.4.7	Cetanové číslo	21
4.4.8	Chladové parametry.....	22
5.	Alternativní paliva	23
5.1	Důvody zavádění alternativních paliv	23
5.2	Druhy alternativních paliv	24
5.2.1	Biopaliva.....	26
6.	Bioethanol.....	31
6.1	Výroba bioethanolu	31
6.2	Chemické a fyzikální vlastnosti bioethanolu.....	34
6.3	Vliv bioethanolu na zážehový motor	35
6.3.1	E 85.....	37
6.3.2	ETBE	37
6.3.3	MTBE.....	38
6.4	Vliv bioethanolu na vznětový motor	39
6.4.1	Přimíchávání bioethanolu do motorové nafty	39
6.4.2	E95.....	40
6.5	Ekonomické zhodnocení přimíchávání bioethanolu.....	40
7.	Experimentální analýza	44
7.1	Metodika měření.....	44
7.2	Analýza směsí benzínu s bioethanolem.....	48
7.2.1	Stanovení hustoty	48

7.2.2	Stanovení destilační křivky	48
7.2.3	Stanovení viskozity	49
7.2.4	Stanovení oktanového čísla	50
7.3	Analýza směsí nafty s bioethanolem	51
7.3.1	Stanovení hustoty	51
7.3.2	Stanovení bodu vzplanutí	52
7.3.3	Stanovení destilační křivky	53
7.3.4	Cetanový index	53
7.3.5	Stanovení viskozity	54
7.3.6	Stanovení chladových parametrů	55
7.3.7	Cetanové číslo	55
8.	Závěr	57
9.	Použitá literatura	59

1. Úvod

S rozvíjejícím se průmyslem v Evropě, Africe a některých státech Asie neustále roste poptávka po ropě a od ní odvozených paliv. S rostoucím objemem spotřeby ropy dochází k větší zátěži na životní prostředí. Jedním z mnoha znečišťovatelů ovzduší jsou i emise oxidu uhličitého. Automobilová doprava produkuje až 80 % emisí oxidu uhličitého. Státy světa se snaží redukovat množství vypouštěných plynů a emisí. Jednou z úmluv je Kjótský protokol, v němž se státy dohody zavazují o snižování šesti hlavních plynů a to o 5,2 %. Evropská unie zavádí v roce 2003 v oblasti redukce emisí směrnici 2003/30/ES o využívání biopaliv v dopravě. V roce 2007 je Evropskou Radou přijata Zelená kniha, která navrhuje nástroje vedoucí k dosažení cílů ve změnách klimatu.

Více než 100 let je lidstvo závislé na využití fosilních paliv. Hlavní nevýhodou používání fosilních paliv je jejich nenávratnost. Nepředpokládá se, že by v následujících 100 – 150 letech došlo k jejich vyčerpání. Jen těžba a získávání bude nákladnější což povede ke zdražení ropy a ropných produktů.

V 21. století je snaha nahrazovat fosilní paliva alternativními zdroji energie. Mezi alternativní zdroje patří biomasa a výrobky z ní, bionafta, bioethanol, zemní plyn, bioplyn, LPG a vodík. Výhodou těchto paliv je jejich získávání z obnovitelných zdrojů. Alternativní paliva mohou být používána v čisté formě nebo jako procentuální přídavek do fosilních paliv.

Je také nutné si uvědomit, že kromě dopravy je ropa nepostradatelnou surovinou chemického průmyslu, zejména pro výrobu plastů, jejichž produkce v posledních desetiletích značně vzrostla. Lidstvo se tak pomalu dostává do stejné situace jako v počátcích motorismu, kdy bude muset zkoušet a hledat alternativní cesty pro pohon motorových vozidel.

Bioethanol patří mezi alternativní paliva jichž se využívá jako přídavku do pohonných hmot nebo jako paliva E85 či E95. Podstatou práce je snaha ověřit a garantovat do jaké výše se může bioethanol přimíchávat do motorové nafty a benzinu s ohledem na požadavky kladené normami ČSN EN 590 a ČSN EN 228.

2. Cíl práce

Stanovení množství příměsi bioethanolu v motorové naftě a benzínu aby byly zachovány parametry předepsané normou ČSN EN 228 a ČSN EN 590.

3. Situace na trhu s ropou

Nárůst cen ropy dosáhl za posledních půl roku více jak padesáti procent, což velice znatelně ovlivňuje světovou i českou ekonomiku. Nepokoje v Libyi mají za následek, že severomořská ropa Brent podražila o 4,6 procenta na dvouapůlleté maximum 106,40 dolaru za barel. Hlavním nebezpečím je možnost rozšíření nepokojů do dalších států regionu, především pak do Íránu a Saúdské Arábie, dvou významných producentů ropy. V případě, že by se nepokoje rozšířily i do Saúdské Arábie, mohla by cena ropy vylétnout i o desítky dolarů. Takové zdražení by mohlo ceny ropy vynést až k úrovním kolem 150 dolarů, na nichž se nacházely na vrcholu finanční krize. To by byl pro světovou ekonomiku velký problém. V rozvíjejících se zemích, mezi něž patří například Čína, Indie či Brazílie, se již nyní projevují silné inflační tlaky. Domácnosti v těchto zemích vydávají značnou část svých příjmů za potraviny a energie, přičemž se současné zdražení ropy do cen energií teprve promítne. [1]

Kvůli navýšení inflace budou muset centrální banky rozvojových zemí přistoupit ke zvýšení úrokových sazeb, což v důsledku ztlumí ekonomický růst. To by mohlo posléze zbrzdit i globální ekonomický růst, protože právě rozvíjející se země jsou považovány za jeho hlavní tahouny. Celosvětovou ekonomiku ostatně utlumí vysoké ceny ropy samy o sobě. Obecně se zaplatí více za energie, tudíž se neutrací tolik peněz za jiné zboží a služby. Zpomalení ekonomiky by se pak nevyhnulo ani Česku. Rostoucí cena ropy by dopadla hlavně na turistický průmysl, dopravu či chemické odvětví, projevila by se však v podstatě všude. Na nedávném zdražení pečiva se zčásti podepsaly i rostoucí náklady na dopravu, takže je vidět, že drahá ropa se nakonec projeví i na ceně potravin. Události v severní Africe a na Blízkém východě jsou sice impulzem, jenž vyhnal ceny ropy vzhůru, avšak prvotní příčinu zdražení suroviny je třeba hledat jinde. Ceny ropy rostou již několik měsíců v řadě. Hlavním důvodem je měnová politika centrálních bank, především pak té americké. Centrální banky totiž pumpují do ekonomiky peníze ve snaze nastartovat její růst, a tak je na trzích nebyvalé množství volných peněz, které pak končí mimo jiné v investicích do komodit. Za rostoucí cenou ropy stojí i další faktory, např. silná poptávka po surovině na rozvíjejících se trzích. Zároveň se zvyšují i náklady na těžbu ropy.

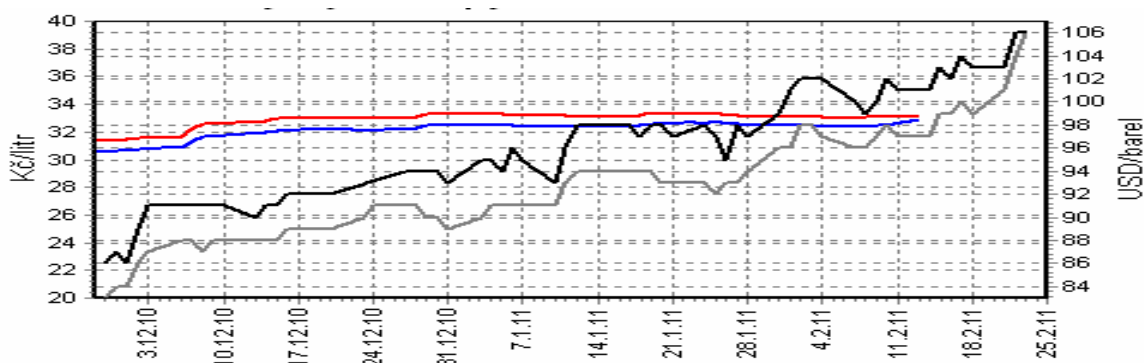
Tradičně těžená ropa již pomalu, ale jistě dochází a vytěžit ropu z hlubokých vrtů či kanadských písků je dražší. Cena ropy v budoucnosti pomalu poroste. [2]

3.1 Spotřeba nafty v České republice

Motoristé v České republice od začátku loňského roku do konce letošního dubna spotřebovali téměř dvakrát více nafty proti benzínu. Nafta se na celkové spotřebě pohonných hmot podílela 65 procenty a benzin 35 procenty. Před čtyřmi lety byl přitom podíl prodeje nafty a benzínu vyrovnaný. Za stoupající oblibou nafty může stát rostoucí zájem o auta s naftovým motorem. Podíl prodávaných nových osobních aut s dieslovým motorem se letos zvýšil na téměř 40 procent proti loňským 25 procentům. Vznůstající obliba vozů se vznětovým motorem souvisí s jejich nižší spotřebou i levnější naftou u tuzemských čerpacích stanic. Výrazný je tento trend především v prémiovém segmentu. Například nové vozy Audi, BMW nebo Mercedes odjízděly letos z autosalonů ve více než dvou třetinách případů s naftovým motorem. [3; 4]

V letošním roce nicméně čerpací stanice trápí pokles prodeje pohonných hmot, což se týká především nafty. Kvůli zvýšené spotřební dani přestali na území ČR tankovat tranzitní zákazníci. Částečně se omezil „tankturismus“ v příhraničí a část české autodopravy naopak tankuje při svých cestách v zahraničí, kde jsou pro ně ceny výhodnější. Vyšší spotřební daň pro pohonné hmoty platí od začátku roku 2010. Podle Generálního ředitelství cel bylo na spotřební dani u nafty v roce 2009 předepsáno téměř 50 miliard korun, za prvních pět měsíců roku 2010 to bylo 18,5 miliardy. U benzínu byla za toto období předepsána spotřební daň dohromady necelých 44 miliard Kč. Obr. č. 1 popisuje vývoj cen ropy a pohonných hmot za poslední tři měsíce. [3; 4]

Obr. 1: Vývoj ceny ropy od 3. 12 2010 do 28.2. 2011



Natural 95 (Kč/l), Nafta (Kč/l), Ropa OPEC (USD/barel), Ropa Brent (USD/barel), Zdroj: Petrol.cz

3.2 Spotřeba ropy ve světě

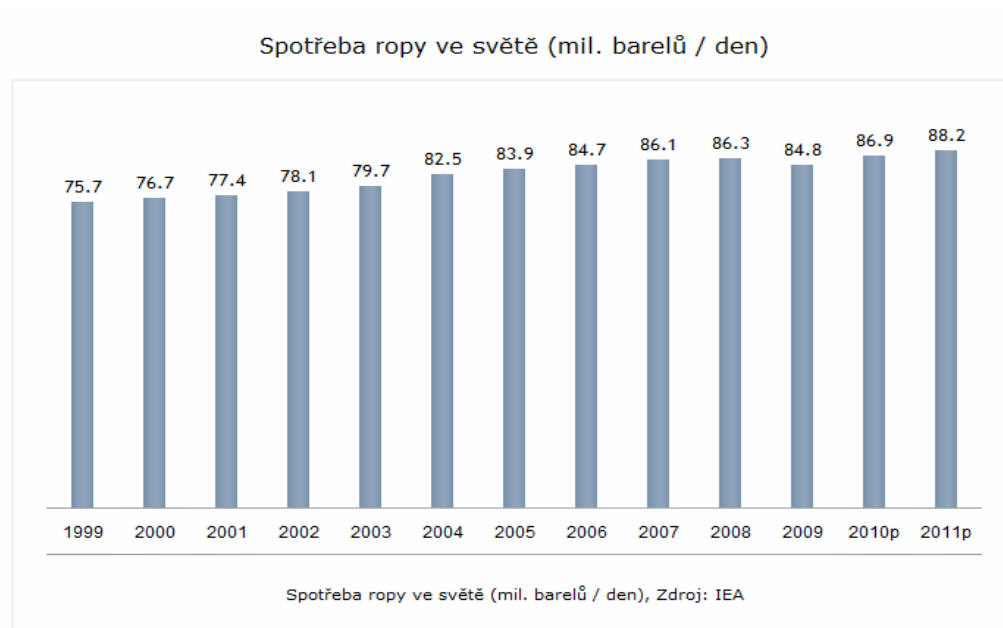
Spotřeba ropy ve světě loni klesla o 1,2 milionu barelů na zhruba 84,07 milionu barelů denně, což je nejvýraznější pokles od roku 1982. V pravidelné statistické ročence s názvem *Statistical Review of Worldenergy* to uvádí britský těžební koncern BP. Podle něj se loni snížily také emise CO₂, a to poprvé od roku 1998. Spotřeba ropy klesla i v roce 2008, tehdy ale rozsah poklesu nebyl tak výrazný jako loni. Na spotřebu ropy má značný vliv hospodářská krize a s ní spojený pokles výroby. [5; 6]

Ruku v ruce se spotřebou šla i produkce ropy, která se loni snížila asi o dva miliony barelů denně. To je proti roku 2008 pokles o 2,6 procenta. I to byl nejvýraznější propad od roku 1982. Objem kapacit rafinerií se zvýšil asi o dva miliony barelů denně a z přibližně 80 procent se na něm podílely nové provozy v oblasti Asie a Tichomoří. Prokázané rezervy ropy loni dosahovaly asi 1,33 bilionu barelů, což byl proti roku 2008 nárůst o 700 milionů barelů. Rezervy zemního plynu se zvýšily o 2,21 bilionu metrů krychlových, zatímco produkce o 2,1 procenta klesla. To je první propad za dobu, co se tyto údaje sledují. [5; 6]

BP ročenku vydává v době, kdy se potýká s velkou ekologickou katastrofou v Mexickém zálivu. Únik ropy z poškozeného vrtu po explozi ropné plošiny Deepwater Horizon je větší, než se čekalo, a havárie už překonala zatím největší katastrofu tohoto druhu, která Spojené státy potkala. Tou byla v roce 1989 havárie obřího tankeru Exxon Valdez u břehů Aljašky. BP v ročence uvádí, že globální emise takzvaných skleníkových plynů, které se podle vědců podílejí na urychlení změn klimatu, loni klesly ve většině zemí. Pokles v celém světě dosáhl 1,1 procenta na 31,13 miliardy tun. Přitom ještě rok předtím byl objem emisí na maximum a dosahoval 31,55 miliardy tun. [5; 6]

Nejvíce emisí vypouští Čína, kde se objem emisí kvůli pokračujícímu silnému růstu ekonomiky zvýšil i v roce 2010. Zvýšení dosáhlo 9,1 procenta na 7,52 miliardy tun, čímž se Čína opět vzdálila druhému největšímu znečišťovateli, tedy Spojeným státům. Tam objem emisí klesl o 6,5 procenta na 5,94 miliardy tun. To je nejméně od roku 1995. Jeden z nejvýraznějších poklesů objemu emisí zaznamenalo Japonsko, a to o 11,8 procenta na 1,22 miliardy tun. Obr. 2 popisuje spotřebu ropy ve světě. [5; 6]

Obr. 2: Spotřeba ropy ve světě



Zdroj: <http://www.euroekonom.cz/grafy-energie-data.php?type=svet-spotrebaropy-rok>

3.3 Ekologické aspekty

Energetický systém založený na spalování fosilních paliv je nebezpečný životnímu prostředí. Spalováním uhlí, ropy a zemního plynu se do ovzduší uvolňuje oxid uhličitý, který patří mezi nejvýznamnější skleníkové plyny, omezující zpětné vyzařování tepla zeměkouli do vesmíru. Růstem množství oxidu uhličitého v atmosféře od počátku průmyslového období o 25 % došlo, v důsledku nepřiměřeného jednání člověka, k nárůstu skleníkového efektu a ke zvýšení průměrné teploty na zeměkouli. Globální oteplování bude mít značný vliv na vývoj země a příštích generací. S globálním oteplováním je spojeno také, tání ledovců a zvyšování objemu vody, což způsobí zaplavení přímořských a ostrovních států. Změna slanosti oceánu v důsledku tání arktických ledovců by mohla nepříznivě ovlivnit evropské klima odklonem Golského proudu. Meteorologové předpokládají jako důsledek globálního oteplení extrémní výkyvy počasí s přivalovými dešti a s katastrofálním suchem, s vyšší frekvencí vzniku vichřic, bouří a tropických cyklonů. Prudká změna klimatu vyvolá obrovský přesun obyvatel a změnu flóry a fauny. [7]

3.3.1 Kjótský protokol

Kjótský protokol je rámcová úmluva Organizace spojených národů o změně klimatu přijatá v New Yorku dne 9. května 1992. Země se v něm dohodly na snížení emisí skleníkových plynů o 5,2 %. Toto snižování se převážně vztahuje na 6 plynů:

- a) oxid uhličitý (CO₂);
- b) methan (CH₄);
- c) oxid dusný (N₂O);
- d) hydrogenovaný fluorovodík (HFCs);
- e) polyfluorovodík (PFCs);
- f) fluorid sírový (SF₆).

Porovnávání množství vyprodukovaných emisí se provádí k roku 1990 nebo 1995. Podmínkou platnosti protokolu je schválení 55 státy a schválení státy Dodatku I (průmyslově vyspělými zeměmi), aby procento jimi vyprodukovaných emisí bylo minimálně 55 %. Spojené státy americké Kjótský protokol odmítly schválit, přesto že podíl emisí u nich činil 36 % států Dodatku I. Vše bylo závislé na Rusku. Rusko nakonec protokol ratifikovalo na podzim roku 2004 a tím umožnilo jeho platnost. K 16. prosinci 2004 schválilo Kjótský protokol 132 zemí, z toho 37 zemí uvedených v Dodatku I. Emisní podíl států Dodatku I, které protokol ratifikovaly je 61,6 %. Redukce o 5,2 % mělo být dosaženo postupným snižováním emisí u jednotlivých států dohody. Náklady na snížení 1 tuny CO₂ se u vyspělých zemí EOCD (Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj), pohybují mezi 40 – 100USD. Pokud by byl přijat závazek stejného procentuálního snížení pro všechny, pak by ekonomický dopad působil nejvíce na státy s největším množstvím emisí tj. USA, Kanadu a Austrálii. [8; 9; 10]

Plnění Kjótského protokolu je možno také pomocí flexibilních mechanismů. Ty státům umožňují odkoupit práva na vypouštění skleníkových plynů. Kjótský protokol uvádí tři typy flexibilních mechanismů:

- a) obchodování s emisemi (emission trading);
- b) společně zaváděná opatření (join implemantation);

c) mechanismus čistého rozvoje (clean development mechanism);

Tyto tři mechanismy nevedou k snižování skleníkových plynů. Jedná se o nástroj, jak snížit ekonomické náklady vynaložené na snižování emisí. [8; 9; 10]

3.3.2 Zelená kniha

Dne 28. března 2007 přijala Evropská Komise zelenou knihu o tržních nástrojích v oblasti životního prostředí (KOM(2007)140), která se stala oficiálním počátkem diskuse o možném začlenění tržních nástrojů do politik souvisejících s životním prostředím. V červnu 2007 se k zelené knize vyjádřila Rada, v dubnu 2008 pak svoje stanovisko představil Evropský parlament. Komise se v zelené knize odvolává na svůj všeobecný program týkající se konkrétních kroků v otázce změn klimatu. Její značný zájem na této problematice dokládá již samotný energetický balík, v němž se rozhodla zabývat se změnami klimatu a podporovat ochranu životního prostředí. Právě konkrétní tržní nástroje jsou podle Komise nezbytné k dosažení mnoha stanovených cílů v této oblasti. Mezi nástroje vedoucí k dosažení daných cílů Komise řadí především nepřímé daně, cílené subvence a obchodování s emisními povolenkami. [11; 12]

Klíčové obsahové body zelené knihy

Zelená kniha představuje diskusní impuls v mnoha oblastech, které jsou zahrnuty pod společný rámec. Nejdůležitější kapitoly se týkají především následujících témat:

- Vyzdvižení tržních nástrojů oproti regulačním - Komise mezi výhody řadí především větší pružnost průmyslu při plnění cílů a snížení celkových nákladů na plnění předpisů; hospodářské subjekty mohou brát cenové signály v potaz a měnit své chování, v kontextu ekologické daňové nebo fiskální reformy podporují zaměstnanost atd. Další výhodou tržních nástrojů je skutečnost, že mohou předcházet narušením vnitřního trhu, která by jinak nastala v důsledku odlišných přístupů jednotlivých členských států.
- Ekologická daňová reforma - analýza přínosů zdanění určitých komodit. Komise zdůrazňuje, že nalezení vhodného poměru mezi pobídkami a nápravnými daněmi je na jednotlivých členských státech. Při koordinovaném postupu na úrovni Společenství lze ale podle Komise snížit dopady ekologických daní na konkurenceschopnost v jistých oblastech.

- Reforma subvencí škodících životnímu prostředí - analýza stávajících subvencí s možným negativním dopadem na životní prostředí, především otázka jejich možného zrušení.
- Využívání tržních nástrojů k ovlivnění spotřeby energie.
- Dopad dopravy na životní prostředí - v tomto kontextu Komise především srovnává škodlivost jednotlivých druhů dopravy a upozorňuje na svůj legislativní návrh týkající se snižování emisí CO₂ u osobních automobilů. Tato diskuse tedy upozorňuje především na současný trend Komise motivovat občany ke koupi energeticky úsporných automobilů (KOM(2007)856).
- Otázka revize směrnice Rady č. 2003/96, kterou se mění struktura rámcových předpisů Společenství o zdanění energetických produktů a elektřiny. Je zahájena diskuse o dalším postupu v této oblasti, resp. o případných změnách této směrnice.
- Využití tržních nástrojů k řešení znečištění a ochrany zdrojů. [11; 12]

3.3.3 Obchod s emisními povolenkami

Základním kamenem politiky EU v oblasti změny klimatu je Evropský systém obchodování s emisemi, jenž byl spuštěn v roce 2005 jako první svého druhu na světě. Vlády členských zemí EU stanovily limity množství CO₂, které mají elektrárny a energeticky náročné podniky povoleno každoročně vypouštět do ovzduší. Toto množství představuje téměř polovinu celkových emisí CO₂ v EU. Evropský systém obchodování s emisemi poskytuje finanční stimul ke snížení emisí vybudováním obchodního režimu založeného na tržním systému. Podniky, které vypouštějí do ovzduší méně CO₂, než stanovuje určený limit, mohou nevyužité emisní kvóty prodat společnostem, které naopak povolené limity překračují. Podniky, které překračují povolený emisní limit a nevyřeší situaci nákupem emisních povolenek, jsou nuceny zaplatit vysoké pokuty. Díky Evropskému systému obchodování s emisemi lze emise omezovat tehdy, kdy je to nejlevnější, čímž se snižují celkové náklady na jejich snižování. [10]

Další opatření EU v oblasti změny klimatu jsou zaměřena například na zvýšení účinnosti paliva u automobilů a zvýšení energetické účinnosti budov (lepší izolace může snížit náklady na vytápění až o 90 %), na vyšší využívání zdrojů obnovitelné energie, například větru, slunce, přílivové energie, biomasy a geotermální energie (teplo z horkých pramenů nebo vulkánů), a na snížení emisí metanu ze skládek. V říjnu 2005 byla zahájena druhá fáze Evropského programu pro změnu klimatu, jejímž cílem je posílení Evropského

systemu obchodování s emisemi zahrnutím emisí z leteckého průmyslu a silniční přepravy, rozvoj technologie separace a ukládání uhlíku a přijetí opatření k financování procesu přizpůsobování se dopadům klimatických změn. [10]

3.3.4 Vývoj evropské politiky biopaliv

- a) 2001: Evropská komise se začala zabývat možností využití biopaliv v dopravě. Ve svém sdělení o alternativních pohonných látkách pro silniční dopravu identifikovala biopaliva, přírodní plyn a vodík jako možné budoucí energetické zdroje pro dopravu.
- b) 2003: Evropská unie přijala směrnici 2003/30 ES o podpoře využívání biopaliv. Tato směrnice nabádá členské státy, aby stanovily indikativní cíle týkající se uvedení minimálního procenta biopaliv na trh. Tyto cíle byly stanoveny ve výši 2 % v roce 2005 a 5,75 % v roce 2010. Protože biopaliva jsou dražší než tradiční paliva, dovolila EU členským zemím, aby požádaly o celkové nebo částečné osvobození od daně. (Směrnice 2003/96 ES).
- c) Prosinec 2005: Komise představila Akční plán pro biomasu.
- d) Únor 2006: Sdělení „Strategie EU pro biopaliva“ připravilo půdu pro revizi směrnice o biopalivech na konci roku 2006.
- e) 10. leden 2007: Zpráva o pokroku v oblasti biopaliv ukázala, že do roku 2005 se biopaliva dostala na trh pouze ve výši 1 %, a že EU na dlouhou dobu nesplní svůj cíl pro rok 2010, kdy na trhu mělo být 5,76 % biopaliv. Pouze dvě země Unie (Švédsko a Německo) splnily cíl pro rok 2005.
- f) Leden 2007: Komise navrhla revizi evropských standardů pro benzín a naftu a LPG, které shrnula do směrnice o kvalitě paliv tak, aby umožnila větší využití biopaliv.
- g) Březen 2007: Evropští lídři se shodli na nastavení závazného cíle pro podíl biopaliv v dopravě na 10% a to pro všechny státy sedmadvacítky do roku 2020.
- h) Leden 2008: Komise představila návrh změny směrnice o biopalivech z roku 2003 jako součást širšího legislativního návrhu zaměřeného na podporu obnovitelných zdrojů energie. Směrnice potvrzuje cíl v podobě 10 % podílu, ovšem zároveň k němu přidává kritéria udržitelnosti při pěstování plodin pro biopaliva.

- i) 1. ledna 2009 ve výši 3,5 % objemových z celkového množství motorových benzinů přimíchaných do motorových benzinů
- j) 1. ledna 2009 ve výši 4,5 % objemových z celkového množství motorové nafty přimíchaných do motorové nafty
- k) rok 2010: přimíchávání 4,2 % bioethanolu do benzínu a 6 % MEŘO do nafty.[14; 15; 16]

4. Fosilní paliva

Fosilní paliva jsou nerostné suroviny, které vznikly v dávných dobách a s odstupem času se nám podařilo z nich získat energii. Oproti obnovitelným zdrojům energie, které lze využívat prakticky neomezeně, nevýhodou fosilních paliv je jejich nenávratnost. Fosilní paliva vznikla přeměnou odumřelých rostlin a těl za nepřístupu vzduchu. Řadíme mezi ně především ropu, uhlí a zemní plyn.

Využívání fosilních paliv spustila průmyslová revoluce a vrchol představuje 20. století, kdy se fosilní paliva využívají prakticky ve všech oblastech civilizovaného života. 21. století se nese ve znamení částečného nahrazování fosilních paliv obnovitelnými zdroji energie (sluneční, větrná, vodní apod.) a snahou minimalizovat vliv fosilních paliv na životní prostředí. Vyspělé státy světa k tomu vedou vedle ekologických pohnutek důvody ekonomické a strategické.

4.1 Charakteristika fosilních paliv

Mezi fosilní paliva patří především ropa, zemní plyn a uhlí. Ropa je kapalina hnědé (popř. nazelenalé) barvy, kterou tvoří směs uhlovodíků (uhlík – 84 až 87 %, vodík – 11 až 14 %). K základním vlastnostem patří hořlavost. Vyskytuje se společně se zemním plynem a je při těžbě buď čerpána, nebo pod tlakem vyvěrá z ložisek ve svrchních vrstvách zemské kůry. Zemní plyn je plynným fosilním palivem, které obsahuje zpravidla přes 90 % metanu. Mezi hlavní vlastnosti zemního plynu patří kromě hořlavosti to, že je bez zápachu. Při distribuci se proto do zemního plynu přidávají zapáchající plyny. Díky vysokému obsahu metanu má při spalování zemní plyn v porovnání s ostatními fosilními palivy nejnižší podíl uvolněného CO₂, a proto je řazen k ekologickým zdrojům energie vedle obnovitelných zdrojů. Uhlí je hořlavá hornina hnědé až černé barvy, obdobně jako ostatní fosilní paliva je složena především z uhlíku a vodíku. Problematickou složkou uhlí je síra a radioaktivní příměsi (např. uran). Podle stáří, resp. podílu uhlíku rozlišujeme (od nejmladšího): lignit, hnědé uhlí, černé

uhlí, antracit. Nejvyšší kvalitou palivem je uhlí s největším obsahem uhlíku, tedy nejstarší hornina – černé uhlí, resp. antracit. [17]

4.2 Využití fosilních paliv

Ropa a ropné produkty jsou hlavní pohonnou hmotou využívanou v dopravě, chudší země využívají ropu k výrobě elektrické energie. Vedle toho je převážná většina potravin pěstována za přispění ropy (hnojiva a pesticidy) a je to základní surovina pro výrobu plastů. Velké uplatnění nachází ropa také ve výrobě léčiv. [17]

Uhlí se tradičně využívá pro výrobu tepla a elektřiny. V obou případech se spaluje uhlí v kotlích přímo nebo dochází k dalším procesům: koksování (koks) nebo zplyňování. Uhlí je možné i zkapalnit a vyrobit tak palivo obdobné, jako jsou benzín a nafta. Kapalná paliva vyrobená z uhlí jsou oproti tradičním pohonným hmotám ekologičtější. [17]

Zemní plyn slouží jako zdroj energie pro vytápění, ohřev teplé vody, vaření. Stlačený zemní plyn s označením CNG, popř. zkapalněný s označením LNG se využívá jako alternativa benzínu a nafty pro pohon motorových vozidel. Na rozdíl od ostatních fosilních zdrojů energie je zemní plyn považován za ekologické palivo. [17]

4.3 Benzin

Podle často používané definice je automobilový benzin směs převážně ropných uhlovodíků vroucí v rozmezí cca 30 až 215 °C se 3 až 12 atomy uhlíku v molekule. Pro to, aby tuto směs bylo možné použít jako motorové palivo pro zážehové motory, je však uvedená charakteristika nedostatečná. Palivo musí vyhovovat mnoha dalším kvalitativním parametrům, které umožní jeho používání pro zadaný účel. Kvalitativní parametry automobilových benzinů lze rozdělit do několika základních skupin: [18]

- antidetonační charakteristiky;
- těkavostní parametry;
- chemické složení;
- parametry charakterizující čistotu;
- ostatní parametry (hustota aj.).

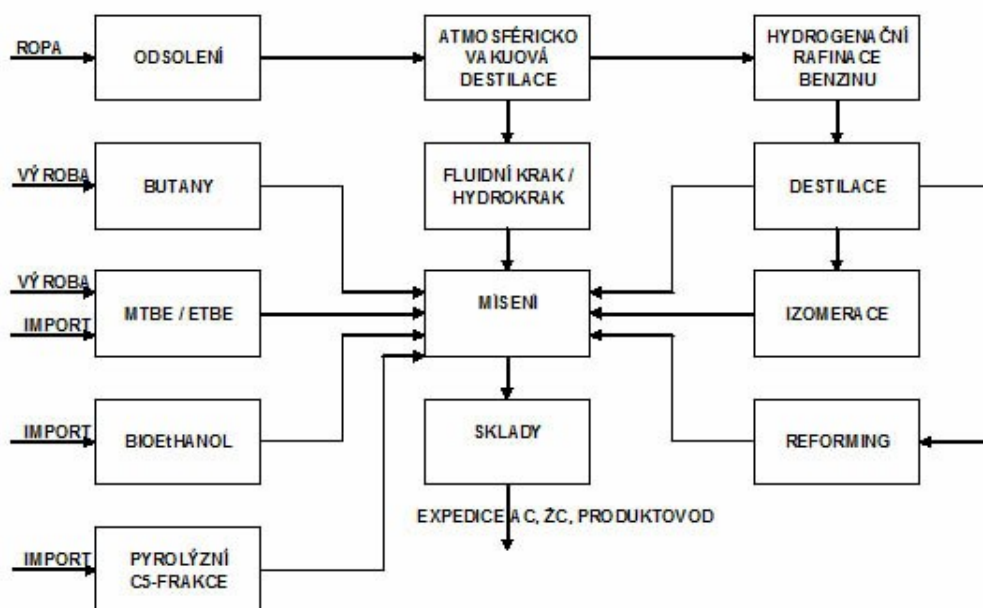
Pro zlepšování užitných vlastností automobilových benzinů se široce používají různá aditiva. Stále častěji se tato aditiva používají ve formě multifunkčních „balíčků“, které bývají tzv. šity na míru pro daný druh paliva a kterými se zároveň jednotlivé velké distribuční firmy chtějí odlišit jedna od druhé. Používané přísady můžeme rozdělit do několika základních skupin: [18]

zvyšovače oktanového čísla;

- detergenty, antioxidanty, inhibitory koroze, deaktivátory kovů;
- aditiva proti "zatloukání" ventilových sedel;
- aditiva omezující růst oktanového požadavku;
- barviva, antiicing aditiv aj. [18]

Na obr. 3 můžete vidět blokové schéma výroby automobilových benzinů

Obr. 3: Blokové schéma výroby benzinů



Zdroj: <http://www.petroleum.cz/vyrobky/benzin-vlastnosti.aspx>

4.3.1 Norma ČSN EN 228 pro bezolovnaté benziny

ČSN EN 228 Norma stanovuje technické požadavky a metody zkoušení bezolovnatých automobilových benzinů, zabývá se odběrem vzorků, označováním výdejních stojanů, barviv a značkovacích látek, aditiv, obsahu fosforu. Uvádí také problematiku

citlivosti benzinů k vodě, požadavky na těkavost a nově výpočet oktanových čísel. Řeší také případy sporu a uvádí arbitrážní metody zkoušení. Národní příloha obsahuje požadavky na kvalitu benzínu Super, Super Plus, Normal a Speciál. Dále jsou uvedeny požadavky na kvalitu ethanolu přidávaného jako mísící složka do automobilových benzinů, maximální obsah kovů v bezolovnatých benzinech a požadavky na těkavost. Tab. 1 udává kvalitativní parametry benzínu dle normy ČSN EN 228. [19]

Základní kvalitativní parametry ČSN EN 228

Tab. 1: Kvalitativní parametry benzínu dle normy ČSN EN 228

	Parametr	BA 95	BA 98	BA 91
1.	Oktanové číslo VM, min.	95	98	91
2.	Oktanové číslo MM, min.	85	88	82
3.	Vzhled	čirý a jasný	čirý a jasný	čirý a jasný
4.	Hustota při 15°C - kg.m ⁻³	725 - 775	725 - 775	725 - 775
5.	Obsah olova - mg/l, max.	5	5	5
6.	Destilační zkouška			
7.	- odpař. množství při 70°C - % (V/V), léto	20 - 48	20 - 48	20 - 48
8.	- odpař. množství při 70 °C - % (V/V), zima	22 - 50	22 - 50	22 - 50
9.	- odpař. množství při 100 °C - % (V/V)	46 - 71	46 - 71	46 - 71
10.	- odpař. množství při 150°C - % (V/V), min.	75	75	75
11.	- konec destilace - °C, max.	210	210	210
12.	Tlak nasycených par - kPa, léto	45 - 60	45 - 60	45 - 60
13.	Tlak nasycených par - kPa, zima	60 - 90	60 - 90	60 - 90
14.	Index těkavosti (duben a říjen), max.	1150	1150	1150
15.	Oxidační stabilita - minuty, min.	360	360	360
16.	Mechanické nečistoty a voda	nepřítomné	nepřítomné	nepřítomné
17.	Obsah síry - mg.kg ⁻¹	10	10	10
18.	Obsah pryskyřic - mg.100cm ⁻³ , max.	5	5	5
19.	Obsah benzenu - % (V/V), max.	1	1	1
20.	Obsah aromátů - % (V/V), max.	35	35	35
21.	Obsah olefinů - % (V/V), max.	18	18	18
22.	Obsah kyslíku - % (M/M), min.	2,7	2,7	2,7
23.	Obsah bioethanolu %	5	5	5

Zdroj: <http://www.unipetrol.cz/cs/nabidka-produktu/rafinerske-produkty/motorova-paliva/bezolovnate-automobilove-benziny.html>

Zdroj: <http://www.lukoil.cz/PRODUKTY-A-SLUZBY/Palivo/Benzin.aspx>

4.3.2 Antidetonační charakteristiky

Nejdůležitějším a nejrozšířenějším typem aditiv bylo v historickém pohledu používání antidetonačních přísad. Jako historicky nejstarší antidetonační aditivum byl používán jód a později anilín, avšak ani jeden, ani druhý nenašel širší uplatnění. Jako mnohem výhodnější se ukázalo použití tetraethylolova (TEO), které jako aditivum do motorových paliv použil poprvé v roce 1920 Thomas Midgley. Z hlediska rozsahu použití se olovo ve formě tetraalkylolova (nejčastěji tetramethyl - nebo tetraethylolova) jeví jako historicky nejvýznamnější antidetonační aditivum. [18; 20]

Olovo však patří do skupiny tzv. těžkých kovů a je v životním prostředí poměrně rozšířeno, k čemuž nemalou měrou přispěl v průběhu tisíciletí svou činností i člověk. Z hlediska toxicity patří mezi nejprostudovanější prvky. Naše republika byla vždy v popředí snah o snižování obsahu olova v automobilových benzinech. Obsah olova v olovnatých autobenzinech se u nás měnil podobně jako v ostatních vyspělých zemích Evropy, kdy z původních hodnot max. 1,9 g olova na jeden litr olovnatého autobenzinu v roce 1960 klesl na současných max. 0,15 g olova na litr v roce 1988. Současně se také na trhu začaly prosazovat autobenziny typu Natural, tj. neobsahující žádná antidetonační aditiva na bázi kovů. [18; 20]

Okamžité odstranění olova z veškerého objemu vyráběných automobilových benzinů nebylo jednoduchou záležitostí. Olovo totiž při použití v autobenzinu vytváří na ventilových sedlech válců motoru film, který působí jako mazivo a zabraňuje jejich opotřebování. Při používání klasických bezolovnatých benzinů (bez přídavku speciálních přísad na ochranu ventilových sedel) by mohlo dojít k zatlukání ventilů spalovacích motorů, což se projevuje problémy s ventilovými vůlemi a v konečném důsledku pak dochází i k poškození hlavy motoru. V dnešní době se olovo již vůbec nepoužívá, jako antidetonační přísady se používají např. organokovové sloučeniny manganu, aromatické aminy nebo halogenidy přechodných kovů. [18; 20]

4.3.3 Těkavost benzínu

Tlak par je další charakteristikou těkavosti benzínu. Jeho hodnota je ovlivněna hlavně množstvím nejtěkavějších složek, tj. uhlovodíků s nízkým bodem varu, těkavost zvyšují i přítomné alkoholy. Pro zimní provoz se požaduje vyšší hodnota tlaku par, pro letní období

nižší, aby se minimalizovalo množství nejlehčích podílů benzinů odpařených do ovzduší. Požadavek normy je pro letní období 45-60 kPa, pro zimní období 60-90 kPa. [21]

Závěrečné ovládání těkavosti se často provádí přidáváním butanu. Pro zjištění těkavosti se používá měření Reidova tlaku par (RVP). Požadovaná těkavost závisí na okolní teplotě: v horkém podnebí se používají složky s vyšší molární hmotností a tedy s nižší těkavostí. V chladném prostředí vede příliš nízká těkavost k problémům se startováním motorů. Naopak v horku působí nadměrná těkavost problémy tím, že se palivo vypařuje již v potrubí a může zabránit podávacímu čerpadlu v jeho účinném čerpání. [22]

V USA je těkavost v centrech velkých měst regulována, aby se omezily emise nespálených uhlovodíků. Ve velkých městech je povinný tzv. reformulovaný benzin, který je kromě jiného méně náchylný na vypařování. V Austrálii jsou limity na těkavost benzínu v létě omezovány vládami jednotlivých států (mohou se vzájemně lišit). Mnoho zemí má prostě letní, zimní a případně přechodné limity. [22]

4.3.4 Chemické složení

Složení benzinů se liší podle druhu benzínu, použitých surovin a výrobní technologie rafinérie. Složky používaná pro přípravu benzinů se někdy označují jako benzinový pool. Benziny se připravují mísením z řady komponent tak, aby získal benzin o požadovaném oktanovém čísle, tlaku par a dalších normovaných vlastnostech. Tab. 2 udává procentuální zastoupení jednotlivých složek benzínu při jeho výrobě. [23]

Tab. 2: Hlavní složky používané pro míchaní autobenzínu v USA a Evropě

	Složka	USA	Evropa
1.	Benzin z FCC	36,2	27,1
2.	Reformát	34,7	46,9
3.	Alkylát a polymerát	13	5,9
4.	Lehký primární benzin	4	7,6
5.	Izomeráty	4,7	5
6.	Butany	5,6	5,7
7.	Etery	1,8	1,8

Zdroj: http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_isbn-80-7080-619-2/pages-pdf/181.html
 FCC – Fluidní katalické krakování

4.3.5 Hustota automobilového benzínu

Hustota je jednou ze základních veličin, které charakterizují ropu a její produkty. Z její hodnoty lze usuzovat také na frakční chemické složení ropných produktů. Hustota je normovaným parametrem pro většinu výrobků z ropy, jako jsou paliva, maziva apod. Hustota benzínu při 15 °C je normou ČSN EN 228 stanovena v rozmezí 720 až 775 kg/m³. [23; 24]

Hustota ropné frakce stoupá s rostoucím obsahem uhlovodíků s vysokou molekulovou hmotností, tj. s růstem počtu atomů uhlíku, a vyšším bodem varu. Při stejné molekulové hmotnosti se liší také hustoty jednotlivých typů uhlovodíků, a to v pořadí (rostoucí hustota): alkany, alkeny, cykloalkany, aromáty, jak dokumentují příklady uvedené v tab. 3. [23; 24]

Tab. 3: Hustota uhlovodíků

	Typy uhlovodíků	Uhlovodík	Hustota (kg/m ³)
1.	alkany	oktan	702,9
		2,2,4- trimethylpentan	691,9
2.	alkeny	1-okten	715
3.	cykloalkeny	ethylcyklohexan	784
4.	aromaty	o-xylen	880,1
		p-xylen	860,9

Zdroj: <http://cesmina.vscht.cz/trp/images/Dokumenty/Navody-na-laboratore/Hustota-ropnych-produktu-bac+mag.pdf>

4.3.6 Oktanové číslo

Oktanové číslo je jedna ze základních charakteristik paliv do spalovacích motorů. Vyjadřuje odolnost paliva proti samozápalu při kompresi ve válci spalovacího motoru. Oktanové číslo paliva vyjadřuje procentuální obsah izo-oktanu (2,2,4-trimethylpentan) ve směsi izo-oktanu s n-heptanem, která je proti samozápalu stejně odolná jako zkoumané palivo (čistý n-heptan má definicí určeno oktanové číslo 0, čistý izo-oktan má určeno oktanové číslo 100). Oktanové číslo však může mít i hodnotu vyšší než 100, což vyjadřuje fakt, že dané palivo je ještě odolnější proti samozápalu než čistý izo-oktan. [25; 26]

Oktanová čísla některých paliv Automobilový benzín: 87–98, dnes obvykle nejméně 95 (v Evropě) nebo 87 (v USA) V Americe ale udávají oktanové číslo jako aritmetický průměr oktanových čísel získaných výzkumnou a motorovou metodou.

Letecký benzín: cca 87–107

Závodní benzín: cca 95–130

Benzín používaný ve Formuli 1: 95–102 (stanoveno pravidly) [25; 26]

4.3.7 Destilační křivka

Odparnost je jedna z nejdůležitějších vlastností a je určena destilační křivkou kde na svislé ose je teplota a na vodorovné odpařená procenta objemu paliva. Obr. 4 udává průběh destilační křivky. [27]

Obr. 4: Průběh destilační křivky



Zdroj: <http://www.ksd.tul.cz/studenti/texty/ZVM/ZVM-3pr.pdf>

Teplota začátku destilace ovlivňuje ztráty při manipulaci s palivem a bezpečnost při práci. Pohybuje se v rozmezí 30 – 35°C. Teplota 10% bodu ovlivňuje startovatelnost studeného motoru, tendence je snižovat tuto teplotu pod 65°C. Při teplotě 40°C se zajišťuje i tlak nasycených par, který rovněž charakterizuje odpařovací schopnost paliva. Pro léto je tento tlak 40 – 70 kPa, v zimě se benzín upravuje tak, aby se tlak zvýšil na 60 – 90 kPa. [27]

Teplota 50 % bodu rozhoduje o rychlosti ohřevu motoru po studeném startu na provozní teplotu a o akceleračních vlastnostech. Moderní benziny mají tuto teplotu již v blízkosti 80 °C. Teplota 95 % bodu má vliv na účinnost vyhoření paliva ve válci motoru: uhlovodíky s teplotou varu nad 200 °C se i v prohřátém zážehovém motoru spálí neúplně, přípustná teplota 95 % bodu je proto 180 °C. Snaha je dosáhnout 95 % bodu při teplotách 160 – 170 °C. [27]

4.4 Motorová nafta

Motorová nafta se v poslední době stává nejdůležitějším motorovým palivem, jehož spotřeba bude i nadále stoupat. Evropský trh s motorovou naftou je zaměřený nejen na nákladní automobilovou dopravu, ale výrazně stoupá také počet malých užitkových vozů a zejména osobních automobilů s naftovým pohonem.

Motorová nafta je jedním z nejdůležitějších produktů ropných rafinérií. Z hlediska výroby ji můžeme zařadit mezi střední ropné destiláty. Získává se destilací ropy a dalšími navazujícími technologickými procesy jako jsou hydrogenační rafinace, hydrokrakování, katalytické krakování atp.

4.4.1 Norma ČSN EN 590 pro motorové nafty

Tato norma je v z části shodná s evropskou normou EN 590:2004 a liší se pouze národní přílohou. Norma povoluje označení motorových naft pomocí barviv. Ta se však nesmí shodovat s barvivy pro střední destiláty. Norma povoluje použití aditiv v přiměřeném množství, nesmí však způsobovat žádné negativní vedlejší účinky. [22]

Národní příloha pro ČR stanovuje povinnost dodávat v letním období naftu třídy B, v zimním období naftu třídy F. V přechodovém období se musí dodávat nafta třídy D. Tato období jsou normou přesně vymezena. Dále národní příloha nařizuje, že každé prodejní místo musí být označeno štítkem, na kterém je uveden druh motorové nafty. Z hlediska obsahu síry se jako bezsirná označuje nafta s obsahem síry pod 10 mg/kg. V tab. 4 je uvedena norma ČSN 590. [22]

Tab. 4: Norma ČSN EN 590

	Parametr	Třída B	Třída D	Třída F
1.	Časové rozmezí pro expedici	15.4. - 30.9.	1.10. - 15.11.	16.11. - 28.02.
2.	Filtrovatelnost (CFPP) - °C, max.	0	-10	-20
3.	Cloud Point (CP) - °C, max.	-	-	-8
4.	Hustota při 15°C - kg.m ⁻³	820 - 845	820 - 845	820 - 845
5.	Cetanové číslo, min.	51	51	51
6.	Cetanový index, min.	46	46	46
7.	Destilační zkouška			
8.	- do 250°C predestiluje - % obj., max.	<65	<65	<65
9.	- do 350°C predestiluje - % obj., min.	85	85	85
10.	- 95% (V/V) predestiluje při °C, min.	360	360	360
11.	Kin. viskozita při 40°C - mm ² .s ⁻¹ , min.	2 - 4,5	2 - 4,5	2 - 4,5
12.	Bod vzplanutí PM - °C, min.	nad 55	nad 55	nad 55
13.	Obsah síry - mg.kg ⁻¹ , max.	10	10	10
14.	Obsah vody - mg.kg ⁻¹ , max.	200	200	200
15.	Celkový obsah nečistot - mg.kg ⁻¹ , max.	24	24	24
16.	Obsah popela - % hm., max.	0,01	0,01	0,01
17.	Oxidační stabilita - g.cm ⁻³ , max.	25	25	25
18.	Mazivost HFRR (wsd) 1,4/60°C) - μm	460	460	460
19.	Biosložka %	7	7	7

Zdroj: <http://unipetrol.cz/cs/nabidka-produktu/rafinerske-produkty/motorova-paliva/motorova-nafta.html>

4.4.2 Charakteristika nafty

Obecně můžeme motorovou naftu charakterizovat jako složitou směs převážně ropných uhlovodíků s 12 až 22 atomy uhlíku vroucí v rozmezí cca 180 až 370 °C. Aby tato směs byla použitelná jako motorové palivo, musí splňovat celou řadu kvalitativních ukazatelů. Zpočátku se jako motorová nafta používal pouze střední ropný destilát s vlastnostmi, které byly dány vlastnostmi zpracovávané ropy. S rozvojem automobilismu, zdokonalováním konstrukce spalovacích motorů a zvyšováním spotřeby motorové nafty se pro její výrobu začaly používat další technologické procesy a stále přísněji se normovaly vlastnosti motorové nafty.

Jednou z nejdůležitějších vlastností motorové nafty je její chování za nízkých teplot. Už od počátku jejího používání byly na trhu k dispozici dva druhy motorové nafty – letní a zimní, které se lišily svým bodem tuhnutí. Ukázalo se však, že bod tuhnutí charakterizuje chování motorové nafty za nízkých teplot zcela nedostatečně a proto se zaváděly další parametry, které by měly lepší vypovídací schopnost. V 60. letech spolu s bodem tuhnutí

objevil bod zákalu, tj. teplota, při které se začnou vylučovat první krystalky pevných parafinů. Ani tato kombinace nepopisovala dostatečně chování motorové nafty za nízkých teplot a tak byl od druhé poloviny 70. let bod zákalu nahrazen bodem filtrovatelnosti, což je nejnižší teplota, při které zkoušená motorová nafta ještě prochází přes sítko s přesně definovanou velikostí ok. V polovině 90. let se od bodu tuhnutí zcela upustilo a u zimní motorové nafty se spolu s bodem filtrovatelnosti udává bod zákalu. [28; 29; 30]

Z hlediska ochrany životního prostředí se v západní Evropě i u nás koncem 70. let dostala do popředí otázka obsahu síry v motorové naftě. Obsah síry v motorové naftě vyráběné v československých rafinériích se začal razantně snižovat z původních hodnot 0,5 % přes 0,25 % až na hodnotu 0,15 % m/m v roce 1987. Zde je třeba podtrhnout, že Československo se tak z hlediska obsahu síry v motorové naftě zařadilo mezi přední evropské státy. Před námi byla snad pouze SRN a některé skandinávské země, za námi takové hospodářské velmoci jako Francie, Itálie a další. Od roku 1995 byla v ČR zavedena hodnota obsahu síry v motorové naftě max. 0,05 %, což bylo s více než ročním předstihem oproti EU. Obsah síry se snižuje i nadále a v současné době se vyrábí motorová nafta s obsahem síry max. 50 resp. 10 mg/kg. Pro zlepšování užitečných vlastností se motorových naft se široce používají různá aditiva (přísady). Některá se používají přímo v rafinérii jako např. přísady upravující nízkoteplotní vlastnosti, mazivostní a vodivostní přísady, jiná se často používají ve formě multifunkčních „balíčků“, kterými se zejména jednotlivé velké distribuční firmy chtějí odlišit jedna od druhé a udržet si svou pozici na trhu. V těchto „balíčcích“ jsou obvykle detergenty, inhibitory koroze deemuľgační přísady, protipěnovostní aditiva a další. [28; 29; 30]

V zimním období se můžeme setkat s motorovou naftou, která není zcela čirá, ale je do určité míry zakalená. Tento jev nemusí být nijak na závadu. Teplota, při které se zákal objeví, to znamená, že začne docházet k vylučování parafinů, se nazývá bod zákalu. Vzniklé krystalky jsou však malé a nebrání průchodu paliva palivovým traktem motoru. Průchodnost palivového traktu se naruší až při poklesu teploty pod tzv. bod filtrovatelnosti, tj. pod teplotu, kdy vzniklé krystalky parafinů jsou natolik velké, že ucpou sítko vstřikovacího čerpadla. K ucpání sítka může dojít i při dlouhodobém stání za teplot blízkých bodu filtrovatelnosti. Zimní motorová nafta distribuovaná na našem trhu má bod zákalu pod $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ a filtrovatelnost pod $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Skutečná operabilita se pohybuje okolo $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pro zajištění bezporuchového provozu vznětových motorů za silných mrazů se vyrábí tzv. arktickou motorová nafta

s operabilitou až do $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, která je nabízena zejména u ČS v podhůří Krkonoš a na Šumavě. [28; 29; 30]

4.4.3 Bod vzplanutí

U motorové nafty se řadí mezi jeden z hlavních parametrů posuzování kvality. Pomocí bodu vzplanutí řadíme hořlavé kapaliny do tříd nebezpečnosti. U motorové nafty musí být bod vzplanutí vyšší jak $55\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ve většině případech má nafty bod vzplanutí kolem $65 - 75\text{ }^{\circ}\text{C}$. [31; 22]

4.4.4 Hustota

Norma udává hustotu u motorové nafty $820 - 845\text{ kg/m}^3$. Hustota se většinou využívá při distribuci paliva. Lze pomocí ní přepočítávat objem na hmotnost a naopak. Pomocí hustoty dále určujeme cetanový index a přibližné složení. [31; 22; 32]

4.4.5 Viskozita

Viskozita vyjadřuje odpor kapaliny proti tečení. Norma udává minimální hranici $2\text{ mm}^2/\text{s}$ až po maximální hranici $4,5\text{ mm}^2/\text{s}$ při teplotě $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nízká viskozita způsobuje větší opotřebenání součástí, které mohou vést až k zadření. Vysoká hustota ovlivňuje průchod nafty čerpadlem a tvorbu karbonu. [22; 31; 33]

4.4.6 Destilace

Destilace patří mezi hlavní parametry při posuzování kvality motorové nafty. K destilaci uhlovodíku dochází v rozmezí od 150 do $360\text{ }^{\circ}\text{C}$. Norma udává, že více jak 65% nafty by mělo být předestilováno při $250\text{ }^{\circ}\text{C}$, při $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ méně než 85 % objemu, přičemž při maximální teplotě $360\text{ }^{\circ}\text{C}$ by mělo být předestilováno 95 % objemu vzorku. Destilační zkouška nám dokáže odhalit jednotlivé typy nafty. Například vysoká teplota 50 % bodu nám udává těžké nafty, které mají vysoké emise. Pokud nafta naopak obsahuj příliš lehkých složek dochází ke shoření mazací schopnosti. [22; 31; 32]

4.4.7 Cetanové číslo

Cetanové číslo udává reaktivitu nafty. Čím větší je reaktivita paliva, Tím je pravidelnější spalování paliva a chod motoru. Příliš nízké cetanové číslo nepříznivě ovlivňuje emise, zvláště při studeném startu a způsobuje větší hluk motoru. [22; 31]

4.4.8 Chladové parametry

Chladové parametry motorové nafty nám definují jednotlivé druhy naft. Dle těchto parametrů můžeme rozdělit naftu do tří skupin:

- Letní nafta;
- Přejídná nafta;
- Zimní nafta.

Při testování nafty nás zajímají tři teploty:

- TVP – teplota vylučování parafínů;
- CFPP – ztráta filtrovatelnosti;
- Bod tuhnutí – nafta přestává být filtrovatelná, čerpatelná i vstřikovatelná.

Zimní nafty třídy F používané v ČR musejí mít TVP maximálně $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ a CFPP maximálně $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. K čerpacím stanicím jsou tyto nafty dodávány od 16. listopadu do konce února. Jako letní nafty se v ČR používají nafty třídy B s CFPP maximálně $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. U čerpacích stanic jsou od 15. dubna do 30. září. Přejídné nafty třídy D mají CFPP maximálně $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, u čerpacích stanic jsou ve zbylém období. [22; 31]

Důsledky použití nevhodného druhu nafty na chod motoru:

- Ucpání studeného filtru - v tomto případě vozidlo není schopné provozu, nedojde-li ke zvýšení okolní teploty a následnému ohřátí palivové soustavy.
- Částečné ucpání studeného filtru - Vozidlo je schopné provozu s obtížemi. Při prudší akceleraci dochází k trhavým pohybům v důsledku nedostatečné dodávky paliva bržděné zaneseným filtrem.

Většina moderních vozidel má již vyhřívání palivové filtry, a to elektricky, nebo od výfukových plynů. Tím teplotní rozsah použitelnosti dané nafty rozšiřuje. [22; 31]

5. Alternativní paliva

Ropa, benzin a nafta již desítky let slouží jako samozřejmý zdroj energie v dopravě, ať už pozemní, letecké nebo vodní. Proto se spolu s novými možnostmi využití alternativních paliv nabízí řada otázek, např. jaká paliva to jsou, případně jaké jsou hlavní důvody, proč vlastně alternativní zdroje energie hledáme.

5.1 Důvody zavádění alternativních paliv

Nejčastěji jsou zmiňovány postupně docházející zásoby ropy. Odhady těchto zásob se však významně liší a budeme-li brát v úvahu krajní varianty, zdá se, že nejbližších 100 až 150 let nebude o ropu příliš velká nouze. Zároveň s tímto důvodem se jako argument používá zvyšující se cena ropy, která tak signalizuje její zmenšující se množství. Nicméně faktem zůstává, že kolísání cen ropy je spíše způsobeno změnami poptávky a nabídky, na které mají mj. vliv i některé přírodní katastrofy nebo politické krize (příp. válečné konflikty). [34]

Dalším uváděným důvodem jsou dopady na životní prostředí. Aniž bychom je chtěli podceňovat, současné alternativy k ropě o tolik šetrnější k přírodě nejsou. A je nutné si uvědomit, že ani zdaleka nejde o příspěvek dopravy ke globálnímu oteplování. V současné době používaná alternativní paliva v dopravě o tolik výrazně nižší dopady na životní prostředí nevykazují (kromě CO_2 jde mj. také např. o oxidy dusíku nebo uhlovodíky, které mají výrazný dopad na zdraví obyvatel ve městech) a je nutné si přiznat, že vyřešení tohoto problému přinese pravděpodobně až vodíková energetika. [34]

Proto připusťme, že nejpálčivější problém současné energetiky se nachází někde jinde. Vztáhneme-li celou věc pouze na dopravu, tak hlavní důvod pro hledání alternativních paliv je omezená bezpečnost dodávek ropy. Jde o to, že současné zásoby ropy se nalézají především v zemích, ve kterých vládne diktátorský a tedy silně nestabilní politický systém. Hledat alternativní zdroje energie tak západnímu světu umožňuje zbavovat se nejen závislosti na ropě, ale také závislosti na těchto diktátorských režimech. [34]

5.2 Druhy alternativních paliv

LPG

Jako LPG byly původně označovány zkapalněné ropné plyny C₂ – C₅ (Liquefied Petroleum Gases), v současné době je tak označována směs propan-butan získaná jejich zpracováním. Zkapalněné ropné plyny lze získat ze dvou zdrojů a to ze zemního plynu (zhruba 60 % celkové bilance LPG) a z ropných rafinerií - z primárního i sekundárního zpracování ropy (zhruba 40 % celkové bilance LPG). Potenciál ropného LPG je limitován světovými zásobami ropy. Naopak se ale předpokládá zvýšení produkce LPG ze zemního plynu v souvislosti s jeho očekávaným rostoucím využitím. [35; 36]

CNG a LNG

Oproti zkapalněnému propan-butanu (LPG) se v případě CNG jedná o stlačený zemní plyn. Skládá se z 98% z metanu (CH₄) a způsobuje proto výrazně méně škodlivin než benzín a nafta. Více než pět miliónů vozidel na celém světě je již dnes poháněna na CNG, převážnou většinu tvoří autobusy. Ale již i řadu osobních automobilů je možné přímo koupit ve verzi na zemní plyn, např. Renault, Fiat, Opel, Volkswagen a Volvo. Důvodem pro rozmach CNG je fakt, že ve srovnání s benzínem nebo naftou je CNG bezpečnější, levnější a ekologičtější. [37]

Hlavní výhody CNG:

- menší produkce škodlivých látek a CO₂
- narozdíl od LPG je lehčí než vzduch – nemohou se tvořit žádné explozivní laky, využití podzemních garáží je možné (u LPG ne!);
- obzvláště bezpečné tlakové nádrže: jsou z oceli (dříve také z hliníku nebo kompozitního materiálu) a disponují uzavíracím ventilem a pojistkou proti přebytečnému proudu;
- provozní náklady jsou ve srovnání s naftou o třetinu nižší, v porovnání s benzínem až o 50%;
- méně poruchový a tišší provoz;
- vysoká antidetonační stálost. [37]

LNG

LNG (Liquefied Natural Gas). Na LNG dnes ve světě jezdí přibližně několik tisíc vozidel, nejvíce v USA. Nárůst využívání LNG je v nejbližších letech očekáván v Asii a v Evropě. [38; 39]

Vlastnosti

Zkapalněný zemní plyn je 90–100% metan (se zbytky etanu, propanu, vyšších uhlovodíků, dusíku), který je zchlazen na -162°C při atmosférickém tlaku. Zkapalněný zemní plyn je studená, namodralá, průzračná kapalina bez zápachu, nekorozivní, netoxická, s malou viskozitou. [38; 39]

Výhody LNG

- větší dojezd vozidla na LNG oproti CNG (jedna z hlavních nevýhod CNG), na srovnatelnou úroveň s klasickými pohonnými hmotami
- vysoce čisté palivo s minimem škodlivých emisí,
- vysoká hustota energie (srovnatelná s ropnými látkami),
- nepříliš těžká palivová nádrž,
- doba plnění srovnatelná s klasickými palivy,
- bezpečnější provoz (vyšší zápalná teplota LNG oproti benzínu),

oproti CNG zmenšení objemu palivových nádrží a tím zvětšení úložného prostoru ve vozidle.

Nevýhody LNG

- uchovávání za velmi nízkých teplot,
- odpar z nádrže při delší odstavce vozidla,
- složitější a nákladnější technologie v porovnání se stlačeným zemním plynem,
- jiná technologie plnění vozidel a nová rizika při tankování. [38; 39]

Vodík

Velké ropné společnosti produkující klasická kapalná motorová paliva i výrobci motorových vozidel jsou přesvědčeni, že vodík je palivem budoucnosti. Pro masové využití

vodíku v dopravě je ovšem třeba mít k dispozici jeho dostatečný a relativně levný zdroj a vybudovat potřebnou infrastrukturu pro jeho distribuci. Je třeba říci, že vodík není primárním zdrojem energie pro pohon motorových vozidel, ale jejím nosičem. Pro pohon motorových vozidel jej lze využít dvěma základními způsoby:

- a) jako palivo ve spalovacích zážehových motorech a to buď samotný, nebo v kombinaci s dalším palivem (metan, benzin)
- b) jako surovinu pro elektrochemickou oxidaci v palivových článkách generujících elektrickou energii použitou pro pohon motorového vozidla.

Vodík je nejčistším palivem, při jeho spalování vzniká jako vedlejší produkt pouze voda. [35; 36]

5.2.1 Biopaliva

Látky považované za biopalivo

Pojmem biopalivo se rozumí kapalná, nebo plynná hmota vyráběná z biomasy, která je určena pro dopravu. Látky považované směrnicí 2003/30/ES za biopalivo jsou:

- a) bioetanol je etanol vyrobený z biomasy nebo biologického rozkladu odpadů, užívaný jako biopalivo
- b) bionafta je metylester vyrobený z rostlinného nebo živočišného oleje, s kvalitou nafty, užívaný jako biopalivo
- c) bioplyn je plynná pohonná hmota vyrobená z biomasy nebo biologického rozkladu odpadů, která může být vyčištěna až na kvalitu zemního plynu a užívaná jako biopalivo, nebo dřevoplyn
- d) biometanol je metanol vyroben z biomasy, který se užívá jako biopalivo
- e) biodimetyléter je dimetyléter vyroben z biomasy, užívaný jako biopalivo
- f) bio-ETBE (etyl-tercio-butyl-éter) je ETBE vyroben z bioetanolu. Objemové procento biopaliva v bio ETBE je 47 %
- g) bio-MTBE (metyl-tercio-butyl-éter) je MTBE vyroben z biometanolu. Objemové procento biopaliva v bio MTBE je 36 %

- h) syntetickými biopalivy se rozumí syntetické uhlovodíky nebo jejich směsi vyrobené z biomasy
- i) biovodíkem se rozumí vodík vyroben z biomasy nebo biologického rozkladu odpadů, užívaný jako biopalivo
- j) čistý rostlinný olej je olej vyroben z olejných rostlin, surový nebo rafinovaný, avšak chemicky neupravovaný. [40]

Biomasa

Biomasa vzniká díky dopadající sluneční energii. Jde o hmotu organického původu. Pro energetické účely se využívá odpadů ze zemědělské, potravinářské a lesní produkce nebo cíleně pěstovaných rostlin. Biomasy rozlišujeme podle obsahu vody na suchou (dřevo, dřevní odpady, sláma a další odpady), mokrou (tekuté odpady – kejda atd.), speciální (olejniny, škrobové a cukernaté plodiny). Suchou biomasu lze spalovat přímo, případně po mírném vysušení. Působením vysokých teplot je možno ze suché biomasy uvolnit hořlavé plynné složky – dřevoplyn, který se spaluje obdobně jako jiná plynná paliva. Mokrý biomasu se využívá zejména v bioplynových technologiích. Speciální biomasa slouží k získání energetických látek – zejména bionafty nebo lihu. [41]

V zásadě existují dva typy základních procesů:

- suché procesy (spalování, zplynování);
- mokré procesy (fermentace – produkce etanolu, anaerobní vyhnívání – produkce bioplynu).

V našich podmínkách lze využívat biomasu

- odpadní (rostlinné a lesní odpady, organické odpady z průmyslových výroby, odpady ze živočišné výroby a komunální organické odpady),
- záměrně produkovanou k energetickým účelům, energetické plodiny. [41]

Nejčastěji přicházejí v úvahu přímé spalovací procesy vlastní primární biomasy (např. spalování dřeva), nebo spalování produktů mokrých nebo suchých procesů (bioplyn, dřevoplyn). Při spalovacích procesech je důležitým vlivem vlhkost a výhřevnost biomasy.

Způsoby využití biomasy k energetickým účelům

Způsob využití biomasy k energetickým účelům je do značné míry předurčen fyzikálními a chemickými vlastnostmi biomasy. Velmi důležitým parametrem je vlhkost, resp. obsah sušiny v biomase. Hodnota 50 % sušiny je přibližná hranice mezi mokřými procesy (obsah sušiny je menší než 50 %) a suchými procesy (obsah sušiny je větší než 50 %). Z principiálního hlediska lze rozlišit několik způsobů získávání energie z biomasy a přípravy biomasy pro energetické využití:

a) termochemická přeměna biomasy (suché procesy pro energetické využití biomasy):

- spalování biomasy
- zplynování biomasy
- pyrolýza biomasy

b) biochemická přeměna biomasy (mokrý procesy pro energetické využití biomasy):

- alkoholové kvašení,
- metanové kvašení,

c) fyzikální a chemická přeměna biomasy:

- mechanicky (štípání, drcení, lisování, briketování, peletování, mletí apod.),
- chemicky (esterifikace surových bioolejů). [42]

d) získávání odpadního tepla při zpracování biomasy (např. při kompostování, aerobním čištění odpadních vod, anaerobní fermentaci pevných organických odpadů apod.). Přestože existuje více způsobů využití biomasy k energetickým účelům, v praxi převládá ze suchých procesů spalování biomasy z mokřých procesů výroba bioplynu anaerobní fermentací. Z ostatních způsobů dominuje výroba metylesteru kyselin bioolejů, získávaných v surovém stavu ze semen olejnatých rostlin. K energetickým účelům lze využít v ČR asi 8 mil. tun biomasy. [42]

Bionafta

Termín bionafta byl zaveden pro methylestery (označované jako methylestery mastných kyselin – FAME). Výroba bionafty patří k zavedeným technologiím a předpokládá se, že již nedozná podstatných změn. Její podstatou je transesterifikace realizovaná pomocí

vhodného katalyzátoru. Reagujícími látkami jsou rostlinný olej získaný z olejnatých rostlin (sója, řepka olejka, slunečnice) nebo živočišný tuk (např. hovězí lůj, drůbeží a vepřové sádlo, rybí tuk) a metanol. Dále lze jako suroviny použít i použité fritovací oleje a tuky. V současné době je 80 % světové roční produkce bionafty realizováno na bázi řepkového oleje. V současné době je bionafta používána nejen jako palivo pro vznětové motory, ale i jako palivo používané pro výrobu tepla. Tudíž pověření zajišťuje vytvoření následujících norem:

- bionafta jako jediné palivo pro naftové motory (100 %);
- vícekomponentní bionafta - doplněk k palivu naftových motorů podle ČSN EN 590 (skládá se z 30 % MEŘO + nafta + aditiva); [35; 36]
- od 1.9. 2007 byl stanoven objemový podíl bionafty v motorové naftě 2%,
od 1.1. 2009 byl stanoven objemový podíl bionafty v motorové naftě 4,5%;
od 1.6. 2010 byl stanoven objemový podíl bionafty v motorové naftě 6%.

Bioplyn

Bioplyn a bioplynové systémy představují energetické zdroje s pozitivními přínosy pro ochranu životního prostředí. Bioplynové systémy ve všech možných uspořádáních pracují jako plně obnovitelné energetické zdroje transformující a využívající solární energii. Termín bioplyn je v současné technické praxi používán pro plynný produkt anaerobní metanové fermentace organických látek, tj. rozkladu bez přístupu vzduchu, uváděné též pod pojmy anaerobní digesce, biometanizace nebo biogasifikace. Názvem bioplyn je pak obecně míněna plynná směs metanu a oxidu uhličitého, která v menší míře obsahuje ještě některé další minoritní složky organického či anorganického charakteru. [35; 36; 43]

Tři základní způsoby využití bioplynu

- Kombinovaná výroba elektřiny a tepla - Za současných podmínek na trhu s energiemi v ČR lze reálně uvažovat s využitím bioplynu pro výrobu tepla (spalování v kotli) nebo pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla
- Využití bioplynu v dopravě - Zahraniční zkušenosti ukazují na rostoucí využití bioplynu v dopravě jako alternativního a obnovitelného paliva. Klasickým příkladem zavedeného využívání bioplynu v dopravě jsou skandinávské země. Je to dáno cenovou situací na jejich energetickém trhu, tradicí a v některých případech dokonce i daňovou politikou.

- Dodávky bioplynu do plynářské sítě nebo výrobcům tepla. [35; 36; 43]

Bioethanol

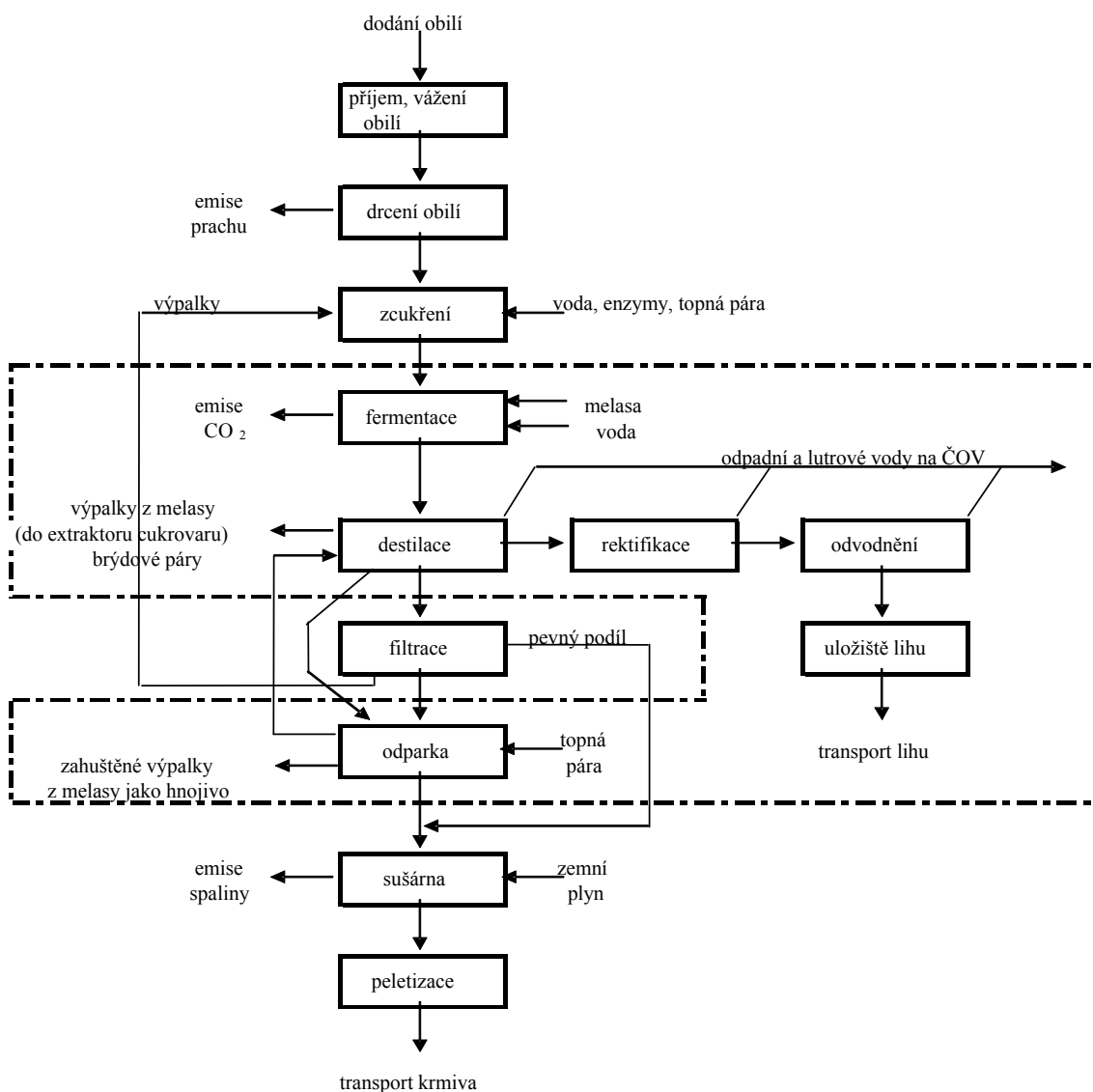
Výroba bioethanolu z biomasy fermentačním (kvasným) způsobem je založena na působení enzymů mikrobiální buňky (většinou buněk kvasinek) v procesu, kterému se říká lihové kvašení. Jde o proces, který probíhá převážně bez přístupu vzduchu (anaerobně), i když nejde v případě kvasinek o striktně anaerobní podmínky. Mírné provzdušnění kvasu, hlavně na začátku fermentace, je příznivé pro potřebný nárůst buněk a jejich aktivitu. Enzymové vybavení mikroorganismů určuje tzv. zkvasitelnost sacharidů. Viz. kap. 6.

6. Bioethanol

Bioethanol je bezbarvá kapalina charakteristického alkoholového zápachu velmi dobře rozpustná ve vodě. Vyrábí se ze škrobu obsaženého v obilninách. Jeho zcukřením a následnou fermentací cukrů na ethanol, který je v konečné podobě získán destilací a odvodněním. Hlavním zdrojem výroby lihu jsou produkty zemědělské výroby obsahující škroby - nepotravinářské obiloviny z nich především pšenice, kukuřice, tritikale.

6.1 Výroba bioethanolu

Následující blokové schéma popisuje jednotlivé kroky při výrobě bioethanolu z vybraných druhů surovin (obilí, řepa). [44; 45]



----- Zdroj: http://tomcat.cenia.cz/eia/download.jsp?view=eia_cr&id=HKK102&file=oznameniDoC

Příjem a uskladnění obilí

Obilí je dováženo nákladními vozy do vertikálních sil o kapacitě dvou až tří denní spotřeby obilí. Používají se vybrané druhy pšenice. [45]

Drcení obilí

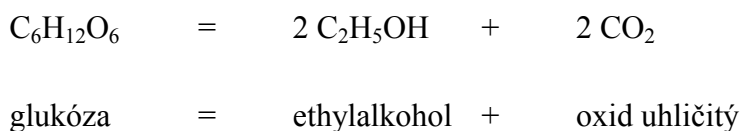
K rozrušení obilného zrna se používá například kladívkový mlýn. Dochází pouze k narušení zrna, a nikoliv k mletí na malé částice.

Zcukření

Je to enzymatický proces štěpení škrobů na cukry, které probíhá ve vodném prostředí v uzavřených reaktorech vytápěných na teplotu 60 – 65 °C. [45]

Fermentace

Odbourávání jednoduchých cukrů na alkohol, nebo „alkoholické kvašení“. Pro výrobu ethanolu ze sacharidů se obvykle používají kvasinky *Saccharomyces*. Přeměnu lze popsat následující rovnicí.



Je to anaerobní proces, tedy není potřeba přítomnost kyslíku. Pro fermentaci se směs dále ředí vodou. Proces kvašení probíhající ve válcových reaktorech, při teplotě 33°C a době asi 30 hodin. Výsledná směs obsahuje 12-13 % alkoholu. [45]

- Technologie:
- předkvasné reaktory o objemu
- kvasných reaktorů o objemu
- vypírací kolona CO₂
- vzduchový kompresor – po dobu množení kvasinek se provádí aerace

Reaktory jsou míchané a ochlazované, s přepravními a recirkulačními čerpadly. Reaktory jsou uzavřené a vznikající CO₂ je odpouštěn přes vypírací kolonu. Vypírací kolona se používá k odstranění par lihu z unikajícího CO₂. V koloně je proud unikajícího CO₂

zkrápěn vodou, do které se absorbují lihové páry. Voda recirkuluje a po nasycení do určité koncentrace (cca 8%) se vypouští na destilaci a nahrazuje se čistou vodou. [45]

Destilace

Oddestilování surového lihu o obsahu etylalkoholu 93 % probíhá na koloně za atmosférického tlaku nebo za podtlaku 0,5 baru. Zahřívání je prováděno přímým vstřikováním.

Při kolonové destilaci se alkoholická kapalina uvádí do destilační věže, vyhřívané parami destilované směsi. Na každém styčném prvku (obecně patře) se tvoří rovnováha mezi parou, obohacenou o těkavé složky a kondenzující kapalinou. Z horního konce kolony se odebírá surový alkohol. Ze dna kolony se vypouští vodná směs neboli výpalky.

Výpalky z melasy lze použít jako vstup do procesu extrakce v cukrovaru nebo mohou být zahuštěny a odprodány jako hnojivo. [45]

Technologie:

- destilační kolona s částí odplyňování;
- lutrová kolona.

Lutrová voda je vypouštěna do cukrovarnických rybníků a dočištěna v oxidační nádrži, nebo přímo čištěna na čistírně odpadních vod. [45]

Rektifikace

Rektifikace je mnohonásobně opakovaná jednoduchá rovnovážná destilace, při níž se využívá tepelného obsahu par k odpaření kapaliny. V rektifikační koloně postupují páry vzhůru proti směru stékající kapaliny. Mezi parou a kapalinou dochází k výměně tepla a hmoty. Část páry s vyšším bodem varu odpaří část kapaliny s nižším bodem varu. Páry se obohacují těkavější složkou a vrchem kolony odcházejí jako destilát do kondenzátoru. Část kapalného destilátu se vrací na nejvyšší patro kolony jako zpětný tok. Kapalina stéká a obohacuje se méně těkavou složkou. Směrem k hlavě kolony bod varu kapaliny klesá. Od místa nástřiku původní směsi se kolona rozděluje na obohacovací (horní) a ochuzovací (dolní) část. Dole v ochuzovací části je umístěn vařák. Pára z vařáku postupuje vzhůru ochuzovací částí kolony k nástřiku. [45]

Technologie:

Používá se vícestupňové schéma s podtlakovou rektifikační patrovou kolonou (zahřívanou hydroselekční, afinační a úkapovou kolonou). Výsledkem je rektifikovaný jemný líh o obsahu etylalkoholu 96,5 %. [45]

- rektifikační kolona;
- hydroselekční kolona;
- afinační kolona;
- úkapová kolona;
- odlehčovací kolona.

Odvodnění

Membránová filtrace je tlaková filtrační technologie, v níž je roztok protlačován porézní membránou. Některé z rozpuštěných látek se zadrží, protože jejich molekuly jsou příliš velké, než aby jim to umožnilo projít, což závisí na použitém druhu membrány. Dochází k frakcionaci přívodního proudu, přičemž se některé molekuly koncentrují na přední straně membrány, v tak zvaném koncentrátu nebo retentátu, kdežto menší molekuly procházejí membránou do proudu permeátu. Různé technologie membránové filtrace lze charakterizovat velikostí pórů jejich membrán (velikostí nejmenší částice, která již neprojde membránou):

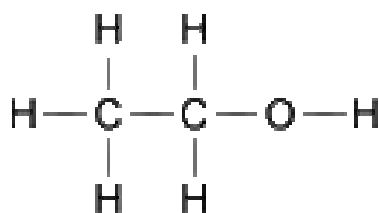
- mikrofiltrace;
- ultrafiltrace;
- nanofiltrace;
- reverzní osmóza.

Výsledkem je vysoce čistý bezvodý produkt o obsahu etylalkoholu 99,9 %. [45]

6.2 Chemické a fyzikální vlastnosti bioethanolu

Bioethanol je převážně určen k výrobě automobilových benzínů, částečně jako rozpouštědlo. Jedná se o vysoce hořlavou kapalinu I. třídy s bodem vzplanutí pod 21 °C. V tabulce číslo jedna jsou uvedeny fyzikální a chemické vlastnosti bioethanolu. [44; 46]

Obr. 5: Chemický vzorec ethanolu



<http://cs.wikipedia.org/wiki/Etanol>

Tab. 5: Fyzikální a chemické vlastnosti

	Skupenství při 20 °C	kapalina
1.	Barva	bez barvy
2.	Zápach	charakteristický alkoholový
3.	Bod varu (°C)	78,3 (ethanol)
4.	Bod vzplanutí(°C)	13 (ethanol)
5.	Hořlavost	vysoce hořlavý
6.	Meze výbušnosti	
7.	dolní mez výbušnosti (%obj.)	3,1 (ethanol)
8.	horní mez (%obj.)	27,7 (ethanol)
9.	Oxidační vlastnosti	nemá
10.	Tenze par při 20 °C (kPa)	5,6 (ethanol)
11.	Hustota při 20 °C (kg/m ³)	789,2 (ethanol)
12.	Rozpustnost ve vodě při 20 °C(g/l)	neomezená
13.	Viskozita par při 100 °C (Pa.s)	109 . 10 ⁻⁷ (ethanol)
14.	Rozděl. koef. n-oktanol/voda (logPow)	- 0.31 (ethanol)
15.	Hustota par(vzduch=1)	1,6 (ethanol)
16.	Rychlost odpařování	6,3 (ether´= 1)
17.	Teplota tání/tuhnutí (°C)	-114,1 (ethanol)
18.	Teplota vznícení (°C)	400 (ethanol)
19.	Třída nebezpečnosti	I (ethanol)
20.	Teplotní třída	T2 (ethanol)
21.	Skupina výbušnosti:	II.B (ethanol)
22.	Kritická teplota (°C):	243 (ethanol)
23.	Teplota plamene (°C):	2086 (ethanol)

Zdroj:http://www.plp.cz/data/BL_bioethanol_cisty.pdf

6.3 Vliv bioethanolu na zážehový motor

Ethanol a bioethanol mají oktanové číslo (dále jen OČ) asi 111. Přísada biolihu do pohonných hmot zvyšuje hodnotu OČ a snižuje motorové emise znečišťujících látek, škodlivých pro životní prostředí. Biolíh v pohonných hmotách zvyšuje tlak par, čím zvyšuje optimální vzplanutí a účinnost palivové směsi. Výhody u benzínů s nižším obsahem biolihu (až do 15 %, jako u E-15) jsou zejména v lepším startování motoru na chladu až mrazu, při vyšším obsahu (až do 85 %, jako u E-85), to už není pravidlem a jsou na to různé názory. Přísada biolihu zabezpečuje lepší spalování pohonných hmot ve válcích vlivem vysokého

obsahu organicky vázaného kyslíku. Emise oxidů síry jsou zde téměř zanedbatelné a snižuje se závislost na dovozu ropy z politicky nestabilních oblastí. Nevýhodou je hlavně zvýšená spotřeba pohonných hmot a problémy při jízdě v horkém letním počasí, kdy vyšší odpařivost biolihi může mít za následek i vznik bublinek v palivovém systému a také možnost přitahování vody biolihem do pohonných hmot. Nevýhodou je i možnost poutání vody do lihu v pohonných hmotách, a tím i zvýšení korozivnosti kovových částí motoru. Toto ale vadí spíše starším motorům s karburátorem než motorem se vstřikováním pohonných hmot nebo u dvoutaktních motorů. Při vyšším podílu biolihi už může docházet k separaci vrstev pohonných hmot, a to hlavně vlivem vody. Proto nutno k těmto pohonným hmotám přidávat i kosolventy, což jsou obvykle buď rozvětvené vyšší alkoholy (butanoly) nebo organické metylestery, lépe ale cyklické étery (dioxan, tetrahydrofuran), které jsou i toxické, u nás nemáme a jsou z dovozu. Množství kosolventu je nutno přidat až do poloviny objemového množství biolihi. [47]

Použití pohonných hmot do 5 % objemových biolihi se negativně téměř neprojevuje a do 10 % je riziko opotřebení motoru tak nízké, že ani není potřeba úpravy motoru. Vyšší korozivnost pohonných hmot na konstrukci motoru je možno potlačit přísadou antikorodantů, jinak se projevuje až po projetí 30 až 50 tisíc kilometrů. Při vyšším obsahu biolihi (E-85) se už úprava motoru vyžaduje a nová vozidla (FFV) jsou už na to konstruována a obvykle určena na trhy v zemích, kde jsou tyto pohonné hmoty běžně dostupné na pumpách (Fiat Palio, Toyota Aygo, Volkswagen Fox aj.) v Brazílii, Mexiku aj. Zde je nutno zvýšit kompresní poměr až na 15, a někdy také nutno použít i jiné alkoholuvzdorné těsnění pro palivový systém. Pro starší motory nutno ale nadále používat přísadu jako náhradu za vyřazené tetraetylolovo (pro mazivost a ochranu sedel ventilů). [47]

Úprava motoru na biolihový provoz je poměrně jednoduchá, celkem nenákladná a neklade zvláštní nároky ani na uživatele. Vůz může potom jezdit jak na benzín, tak i na lihobenzín. Při dalších testech projely vozy během jednoho roku asi 1000 km na PH s obsahem 5 - 20 % objemových metanolu, etanolu nebo také izopropanolu a jako kosolvent byl použit terc-butanol (OČ asi 113) v množství asi 2 – 10 % objemových s dobrými výsledky ve kvalitě jízdy a složení emisí. [47]

Jinou otázkou už je, jaký vliv bude mít lihobenzín z vyšším obsahem biolihi (E-85) na materiál motoru. Alkoholy se vzdušným kyslíkem za tepla zčásti oxidují na aldehydy a ty zase zčásti na karboxylové kyseliny. Z metanolu tak vznikne kyselina mravenčí a z etanolu zase

kyselina octová. Obě tyto kyseliny působí korozivně na materiál ve spalovacím a výfukovém prostoru. Co to udělá po čase a po projetí 50, 100 a více tisíc kilometrů zatím přesně nebylo publikováno. Tento fakt je ale možné zase zmírnit přísadou inhibitorů jako antikoroďantů do pohonných hmot. [47]

6.3.1 E 85

Palivo E85 je směs, která se skládá z 85 % ethanolu a z 15 % naturalu 95. Tento poměr lze dle různých sezónních poměrů měnit, ale minimální podíl ethanolu musí být 70 %. Proti klasickému benzínu má jízda na palivo E85 dvě hlavní výhody – nárůst výkonu motoru a výrazné snížení emisí výfukových plynů. Bioethanol se také na rozdíl od „klasických“ pohonných hmot získává z rostlinných, tedy obnovitelných zdrojů. [48]

V Evropě je palivo E85 nejvíce používáno ve Švédsku, kde je v provozu více než 16 tisíc vozidel FFV (Flexi Fuel Vehicle) a počet plnicích stanic s palivem E85 je vyšší než 250. Na českém trhu lze již nyní zakoupit vozy mnoha značek, které dokáží na palivo E85 jezdit. Mezi nejvýznamnější patří Ford (FFV modely Focus, C-max, S-max, Mondeo) a Škoda Auto (model Škoda Octavia Multifuel). [48]

6.3.2 ETBE

Mezi automobilová paliva, případně součásti paliv, které lze vyrobit z biomasy, patří též étery – dimethyléter a etyltercbutyléter. Dimethyléter (DME) je palivo využitelné pro vznětové motory jako náhrada nafty, vyžaduje ale rozsáhlé změny palivového příslušenství motoru. Etyltercbutyléter (ETBE) může být použit jako složka automobilových benzinů. V Evropě je snižování nepříznivého vlivu benzínu na životní prostředí upraveno normou pro kvalitu benzinů ČSN EN 228, která umožňuje, aby benzin obsahoval až 2,7 % kyslíku. Jako kyslíkatá složka benzinů snižující obsah oxidu uhelnatého a uhlovodíků ve výfukových plynech motorů bývá použit metyltercbutyléter (MTBE), který lze nahradit ETBE. Provozní parametry motoru poháněného benzinem s ETBE jsou prakticky shodné s parametry motoru poháněného benzinem s MTBE. [49]

Tab. 6 uvádí základní vlastnosti MTBE a ETBE. Z údajů o obsahu kyslíku lze vypočítat, jaké množství ETBE může být namísto MTBE do benzínu přidáno. Podíl 14,8 % MTBE způsobující obsah kyslíku v benzinu 2,7 % lze nahradit přibližně 17 % ETBE. Přechodem z MTBE na ETBE podle výše uvedených údajů se mírně zvýší oktanové číslo benzínu. [49]

Tab. 6: Základní vlastnosti MTBE a ETBE

	Chemický vzorec	Jednotka	MTBE	ETBE
			C ₅ H ₁₂ O	C ₆ H ₁₄ O
1.	Hustota při 15°C	kg.m ⁻³	746	745
2.	Výhřevnost	kWh.kg ⁻¹	9,8	10,1
3.	Obsah kyslíku	% hm.	18,2	15,7
4.	Oktanové číslo		116	118

ETBE je možno vyrobit reakcí kvasného lihu s izobuténem (i-C₄H₈) za přítomnosti katalyzátoru. Kvasný líh a izobutén lze získat z biomasy. V Evropě se ETBE jako složka benzinů vyrábí ve větším měřítku ve Francii, Španělsku a Německu. [49]

6.3.3 MTBE

Syntetická vysokooktanová složka automobilových benzinů. Surovinami pro jeho výrobu jsou metanol a izobuten. Oktanové číslo určené výzkumnou metodou je 115, MTBE je tedy významnou součástí benzinů vyráběných v některých rafineriích, zejména tehdy, pokud v rafinerii není k dispozici jiný významný zdroj složek s vysokým oktanovým číslem (např. izomerát). Význam MTBE stoupl zejména v období, kdy docházelo k zákazu použití tetraethylolova jako antidetonací přísady benzinů. Zároveň bylo MTBE důležitým představitelem kyslíkatých složek, které se prosazovaly při mísení benzinů v rámci pokusů o jejich reformulaci v 90. letech minulého století zejména v USA. Cílem reformulace bylo zejména příznivější složení benzinů s ohledem na nižší emise automobilových motorů. Následně bylo v několika případech zjištěno ohrožení zdrojů pitné vody, které byly kontaminovány MTBE díky jeho rozpustnosti ve vodě a jeho stabilitě, a použití MTBE bylo omezeno. U nás je obsah MTBE v automobilovém benzínu limitován zejména celkovým obsahem kyslíku 2,7 % (ČSN EN 228), přičemž další kyslíkatou složkou přítomnou v benzínu je dnes etanol. Tab. 7 popisuje vybrané vlastnosti MTBE. [50]

Tab. 7: Vybrané vlastnosti MTBE

Vybrané vlastnosti MTBE			
1.	Bod varu:	55,2	°C
2.	Bod vzplanutí	-30	°C
3.	Meze výbušnosti	1,5-8,5	%
4.	Hustota při °C	740,5	kg/m ³
5.	Tlak par při 25°C	33,4	kPa

Zdroj: <http://www.petroleum.cz/slovník.aspx?pid=134>

6.4 Vliv bioethanolu na vznětový motor

Využití bioethanolu pro pohon vznětových motorů. Hlavním technickým problémem při provozu vznětových motorů na bioethanol je jeho nízká hodnota cetanového čísla, která podstatně omezuje schopnost vznícení paliva. Ve srovnání s běžnými palivy potřebuje bioethanol dvojnásobnou teplotu pro vznícení, tj. cca 1000 K proti 550 K při vznícení motorové nafty. Vzhledem k této skutečnosti je nutné pro spalování bioethanolu provedení konstrukčních úprav vznětového motoru nebo použití vhodných palivových aditiv podporujících vznícení, především pro režimy studených startů. Bioethanol však není ani příliš vhodný pro mísení s motorovou naftou vzhledem k obtížné mísitelnosti obou paliv a nestálosti vzniklé směsi. Tyto emulze ale nabízí možnost snížení kouřivosti motoru a pokles emisí škodlivých látek ve výfukových plynech. [52; 53]

Pro použití bioethanolu jako alternativního paliva vznětových motorů v zásadě existují tři možné způsoby:

- přimíchávání bioethanolu do motorové nafty;
- dvoupalivový systém, kdy je do spalovacího prostoru zvlášť přiváděn bioethanol zvlášť motorová nafta;
- jednopalivový systém využívající palivo E95 [52; 53]

6.4.1 Přimíchávání bioethanolu do motorové nafty

Zkušenosti ukazují, že nejvýraznějšího poklesu v produkci přímo škodlivých emisí (CO, HC, NOX, PM) přináší přidání 5 % bioethanolu do motorové nafty. Z hlediska většího poklesu produkce CO₂ je lepší přidávat vyšší podíl bioethanolu. Vyšší podíl bioethanolu přináší výrazný problém s mazáním vstřikovacího čerpadla, v experimentálních zkouškách podíl bioethanolu nepřesahuje 20 %. Jakékoliv přidání bioethanolu do motorové nafty je spojeno s problematickou tvorbou homogenní směsi. Stabilita směsi je nejvíce ovlivněna teplotou a podílem vody v bioethanolu. Při teplotě pod 10 °C dochází k separaci jednotlivých fází, stejným způsobem se projeví jakékoliv množství vody v bioethanolu. Separaci jednotlivých fází lze podpořit přidáváním kosolventů. Z hlediska teploty je nejvhodnějším kosolventem ethylacetát a z hlediska obsahu vody v ethanolu TFT (tetrahydrofuran). Po přidání 5 % bioethanolu do motorové nafty motor vykazoval pokles točivého momentu o 2 – 3 %, který je způsoben nižší výhřevností bioethanolu. Ze stejného důvodu poklesla i produkce

CO₂. Výrazně poklesla kouřivost i koncentrace CO a uhlovodíků (HC) způsobená kyslíkem vázaným v palivu. Mírný pokles v důsledku snížení spalovací teploty zaznamenala koncentrace NO_x. [53]

6.4.2 E95

Palivo E95 je směs bioethanolu obsahující min. 92,2 % (m/m) etanolu a vyšších nasycených alkoholů s komplexní aditivací. Je s úspěchem používáno především ve Švédsku v rámci nahrazování fosilních paliv alternativními palivy z obnovitelných zdrojů. Z publikovaných výsledků vlivu paliva Etanol E95 na emise motoru Scania, který je aktuálně vyráběn a tomuto palivu přizpůsoben, je zřejmé výrazné snížení všech typů emisí. Tento autobus však splňuje již normu EEV, která je dokonce přísnější, než současná norma EURO 4 a budoucí norma EURO 5. Aby mohly vznětové motory spalovat palivo s obsahem etanolu, musí být provedena malá úprava vstřikovacího čerpadla a trysek umožňujících zvětšit vstřikovanou dávku paliva. [55]

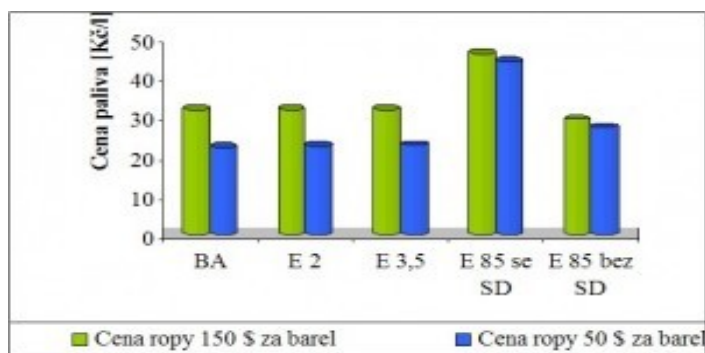
Během následujících let by se E95 měl využívat v elektrických automobilech. Oproti motorové naftě dochází při spalování E95 ke značnému snížení všech emisí, tím dochází k omezení škodlivin v ovzduší a atmosféře. Americká vláda si dává za cíl, aby veškerá auta v blízké budoucnosti využívala paliva vyrobená z etanolu. Obdobně je tomu i v Brazílii, kde 70 % majitelů aut využívá etanol jako palivo. [54]

6.5 Ekonomické zhodnocení přimíchávání bioethanolu

Prvním opatřením Evropské unie vedoucím k podpoře využití biopaliv v dopravě bylo v roce 2003 přijetí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/30/ES, o podpoře využívání biopaliv nebo jiných obnovitelných paliv v dopravě. Cílem směrnice je podpora využívání biopaliv nebo jiných obnovitelných pohonných hmot za účelem nahrazení nafty nebo benzínu pro dopravní účely v každém členském státě se záměrem přispět k dosahování takových cílů, jako je dodržování závazků týkajících se změny klimatu, zajištění bezpečnosti zásobování šetrného k životnímu prostředí a podpora obnovitelných zdrojů energie. Dále by dle směrnice měly členské státy zajistit, aby na jejich trh bylo uváděno alespoň minimální procento biopaliv a jiných obnovitelných pohonných hmot, a za tímto účelem stanovit vnitrostátní orientační cíle. Referenční hodnota pro tyto cíle činí 2 % a je vypočítána na základě energetického obsahu celkového množství benzínu a nafty pro dopravní účely prodávaného na

jejich trzích do 31. prosince 2005. Od 31. prosince 2010 se referenční hodnota pro tyto cíle zvyšuje na 5,75 %. [58]

Obr. 6: Navýšení ceny paliva vlivem přimíchávání biosložky v závislosti na ceně ropy



Zdroj: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/ekonomicka-analyza-vyuziti-bioetanolu-v-zazehovych-motorech>

Pozn: BA - automobilový benzín, E2 - automobilový benzín s 2 % ethanolu, E3,5 - automobilový benzín s 2 % ethanolu, E 85 se SD - palivo E 85 s plnou sazbou spotřební daně, E 85 bez SD - palivo E 85 s odpočtem spotřební daně z podílu biosložky

V lednu 2008 představila Komise nový návrh směrnice Evropského parlamentu a Rady o podpoře energie z obnovitelných zdrojů. Cílem návrhu směrnice je zavést celkový závazný cíl 20 % podílu obnovitelných zdrojů na celkové spotřebě energie a závazný 10 % minimální cíl pro podíl biopaliv v dopravním sektoru pro všechny členské státy do roku 2020. Tab. 8 udává zvýšení ceny paliva vlivem přidáním biosložky při ceně ropy 50 \$ za barel. [57]

Tab. 8: Vliv přimíchávání biosložky do paliv na cenu paliv

	Podíl bioetanolu [%]	0	2	3,5	85 se SDf	85 bez SDg
1.	Výrobní cena paliva [Kč/l]	7	7,18	7,315	14,65	14,65
2.	Spotřební daň [Kč/l]	11,84	11,84	11,84	11,84	1,776
3.	Náklady na mísení paliva [Kč/l]	0	0,05	0,05	0,05	0,05
4.	Daň z přidané hodnoty [Kč/l]	3,58	3,62	3,65	5,04	3,13
5.	Celková cena paliva [Kč/l]	22,42	22,69	22,85	31,58	19,61
6.	Navýšení ceny [Kč/l]a	0	0,27	0,43	9,16	-2,81
7.	Navýšení ceny [%]b	0	1,22	1,94	40,87	-12,55
8.	Přepočet na e.o. benzínu [Kč/l]c	22,42	22,69	22,85	44,22	27,45
9.	Navýšení ceny e.o. [Kč/l]d	0	0,27	0,43	21,8	5,03
10.	Navýšení ceny e.o. [%]e	0	1,22	1,94	97,22	22,43

Pozn: a - navýšení ceny paliva ve srovnání s benzinem bez podílu bioethanolu, b - za základ je brána cena benzínu bez podílu biosložky, c - koeficient navýšení spotřeby paliva vlivem podílu nižší výhřevnosti bioethanolu (koeficient navýšení 1,4), d - navýšení ceny paliva při stejném energetickém obsahu, e - za základ je brána cena benzínu bez podílu bioethanolu, f - palivo E 85 s plnou sazbou spotřební daně, g - palivo E 85 s odpočtem spotřební daně z podílu biosložky

Od 1. 1. 2008 se bioethanol přimíchává do automobilového benzínu ve formě minimálního 2 % podílu. Výrobní cena je vyšší než cena fosilní složky dochází ke zdražení směsného paliva. Při přimíchávání většího podílu bioethanolu tak roste cena směsného paliva, vlivem dražší výroby bioethanolu, a zároveň, vlivem nižší výhřevnosti bioethanolu, roste i spotřeba směsného paliva. Tyto dva aspekty působí negativně na využívání bioethanolu. Aby mohlo dojít k rozšíření ve využívání bioethanolu jako paliva musí existovat ekonomické stimuly sloužící ke snížení ceny směsného paliva. Jednou z možností jak tohoto dosáhnout je osvobození čistých biopaliv od spotřební daně z minerálních olejů, případně snížení spotřební daně minerálních olejů odpočtem z podílu biosložky. [56; 58]

Celková cena paliva se skládá z výrobní ceny, sazby spotřební daně z minerálních olejů, daně z přidané hodnoty a nákladů na míchání paliva.

Výrobní cena benzínu je cca 7 Kč/l při ceně ropy 50 \$ za barel a 15 Kč/l při ceně ropy 150 \$ za barel. Výrobní cena tuzemského bioethanolu se pohybuje kolem 16 Kč/l. Spotřební daň z minerálních olejů je dle § 48 odst. 1 zákona č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních ve výši 11,84 Kč na každý litr benzínu. Tabulky I a II znázorňují zdražení směsného paliva vlivem povinného nízkoprocentuálního přimíchávání bioethanolu do fosilního automobilového benzínu při ceně ropy 50 \$ za barel, respektive 150 \$ za barel. Dále pak uvádí cenu paliva E 85 při započtení celé sazby spotřební daně a při odpočtu spotřební daně z podílu biosložky, opět v závislosti na ceně ropy. Tab. 9 udává Navýšení ceny paliva vlivem přimíchávání biosložky při ceně ropy 150 \$ za barel. [56; 58]

Tab. 9: Navýšení ceny paliva vlivem přimíchávání biosložky při ceně ropy 150 \$ za barel

	Podíl bioethanolu [%]	0	2	3,5	85 se SDf	85 bez SDg
1.	Výrobní cena paliva [Kč/l]	15	15,02	15,035	15,85	15,85
2.	Spotřební daň [Kč/l]	11,84	11,84	11,84	11,84	1,776
3.	Náklady na mísení paliva [Kč/l]	0	0,05	0,05	0,05	0,05
4.	Daň z přidané hodnoty [Kč/l]	5,1	5,11	5,12	5,27	3,36
5.	Celková cena paliva [Kč/l]	31,94	32,02	32,04	33,01	21,03
6.	Navýšení ceny [Kč/l]a	0	0,08	0,1	1,07	-10,91
7.	Navýšení ceny [%]b	0	0,26	0,32	3,35	-34,14
8.	Přepočtení na e.o. benzínu [Kč/l]c	31,94	32,02	32,04	46,21	29,45
9.	Navýšení ceny e.o.[Kč/l]d	0	0,08	0,1	14,28	-2,49
10.	Navýšení ceny e.o. [%]e	0	0,26	0,32	44,69	-7,8

Pozn: a - navýšení ceny paliva ve srovnání s benzínem bez podílu bioethanolu, b - za základ je brána cena benzínu bez podílu biosložky, c - koeficient navýšení spotřeby paliva vlivem podílu nižší výhřevnosti

bioethanolu (koeficient navýšení 1,4), d - navýšení ceny paliva při stejném energetickém obsahu, e - za základ je brána cena benzínu bez podílu bioethanolu, f - palivo E 85 s plnou sazbou spotřební daně, g - palivo E 85 s odpočtem spotřební daně z podílu biosložky. [58]

Z tabulky č. 8 vyplývá, že při ceně ropy 50 \$ za barel došlo vlivem 2 % přimíchávání bioethanolu k navýšení ceny automobilového benzínu o 0,27 Kč na každý litr paliva. Od 1. ledna roku 2009 došlo, vlivem povinného 3,5 % přimíchávání, k navýšení ceny o 0,43 Kč. Pokud u paliva E 85 bude uplatněn odpočet spotřební daně z podílu biosložky podle předpokladů Víceletého programu podpory dalšího uplatnění biopaliv v dopravě bude i přes tuto úlevu jeho cena o 5,03 Kč/l vyšší ve srovnání s energetickým obsahem automobilového benzínu bez podílu biosložky. [58]

Z tabulky č. 9 vyplývá, že při ceně ropy 150 \$ za barel došlo vlivem 2 % přimíchávání bioethanolu k navýšení ceny automobilového benzínu o 0,08 Kč na každý litr paliva. Od 1. ledna roku 2009 došlo, vlivem povinného 3,5 % přimíchávání, k navýšení ceny o 0,10 Kč. Pokud u paliva E 85 bude uplatněn odpočet spotřební daně z podílu biosložky podle předpokladů Víceletého programu podpory dalšího uplatnění biopaliv v dopravě bude jeho cena o 2,49 Kč/l nižší ve srovnání s energetickým obsahem automobilového benzínu bez podílu biosložky. [58]

Od 1.6. 2010 došlo k navýšení povinného podílu biosložek u benzínu na 4,1 % a u motorové nafty na 6 %. To následně vedlo opět ke zdražování pohonných o to přibližně o 0,20 Kč/l. Pokud nedojde k zavedení nulové spotřební daně, velice těžko bude Česká republika splňovat závazek přimíchávání 10 % biopaliv do pohonných hmot. Bude-li cena biopaliv nadále větší než cena fosilních paliv, nebude mít veřejnost snahu tyto paliva kupovat. Ekologické aspekty bohužel nejsou dost silným lákadlem, proč biopaliva kupovat. Lze usuzovat, že pokud by došlo ke snížení ceny biopaliv v řádech o koruny oproti fosilním palivům bude poptávka po biopalivech stoupat.

7. Experimentální analýza

V této části diplomové práce je prováděno laboratorní měření směsí bioethanolu s motorovou naftou a směsí bioethanolu s benzinem. Měření probíhalo postupným procentuálním přidáváním bioethanolu do benzínu a nafty od 0 % až do 90 %. Cílem bylo zaznamenat veškeré změny parametru nafty a benzínu.

Bioethanol pochází od firmy PLP a.s. A pro měření byl použit čistém (bezvodém stavu). Nafta a benzin byla zakoupena u čerpací stanice Robin oil. Nafta je uváděna jako přechodná.

U vzorků nafty s bioethanolem byla prováděna tato měření:

- stanovení hustoty;
- bod vzplanutí ;
- destilace;
- stanovení viskozity;
- stanovení chladových parametrů;
- cetanový index.

U směsi bioethanolu s benzinem byly měřeny následující parametry:

- stanovení hustoty;
- destilace;
- stanovení viskozity.

7.1 Metodika měření

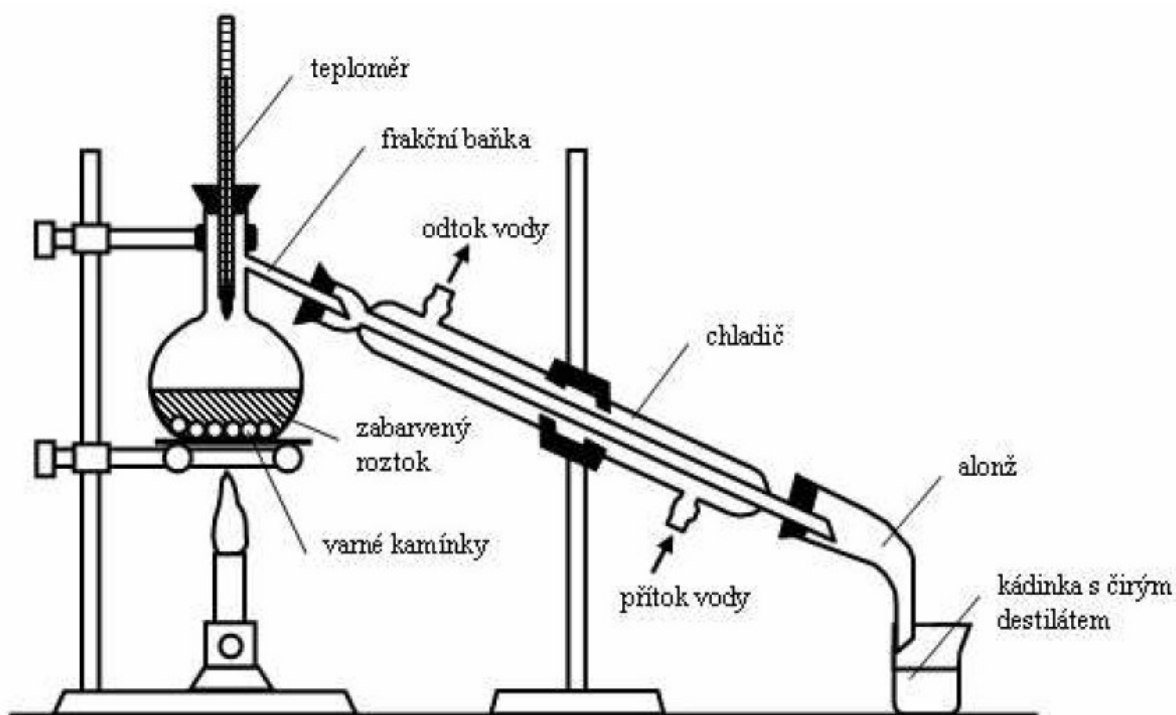
V metodice měření je popsán stručný popis principů jednotlivých prováděných měření.

Destilační křivka

Podstatou destilace je určit při jakých teplotách se předestiluje určité množství vzorku. Dominantními hodnotami jsou začátek destilace (ZD), T10 – teplota při které se předestiluje 10 % vzorku, T50 – teplota předestilování 50 % vzorku a T90 – teplota předestilování 90 % vzorku. Zbývající část tvoří nepředestilovaný zbytek. Použitá destilační aparatura je

vyobrazena na obr. 7. Naměřené hodnoty jsou zapsány do tabulky a z té následně sestrojen graf průběhu destilace. Výsledky jsou porovnány s normou a stanoven závěr.

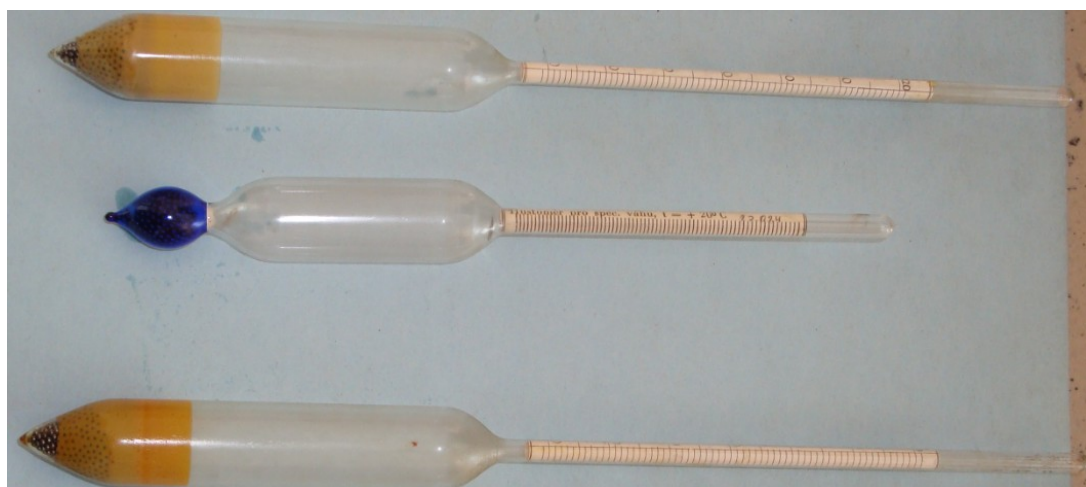
Obr. 7: Destilační aparatura



Hustota

Hustota motorové nafty a benzinu je dána především obsahem aromátů v příslušném vzorku. Měření hustoty se provádí pomocí ponorných hustoměrů viz. obr. 8. Určení hustoty se dále využívá pro určení cetanového indexu a přepočtu objemu na hmotnost a naopak.

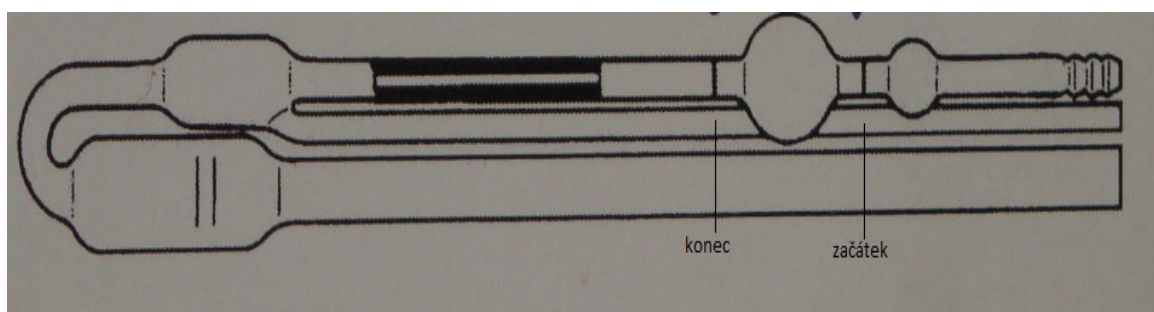
Obr. 8: Ponorné hustoměry



Viskozita

Viskozita vyjadřuje míru vnitřního tření. Každá kapalina vykazuje určité tření a tím i ztrátu energie při jejím proudění. Měření probíhala pomocí Ubbelohdeho viskozimetru s visící hladinou. Zkouška je založená na měření času, potřebného k průtoku určitého objemu vzorku při určité teplotě. Termostat viskozimetru ohřívá vodu na 40 °C. Vzorek je poté nasán do výšky určené ryskou. A měří se doba průtoku kapaliny mezi ryskami viz. obr. 8.

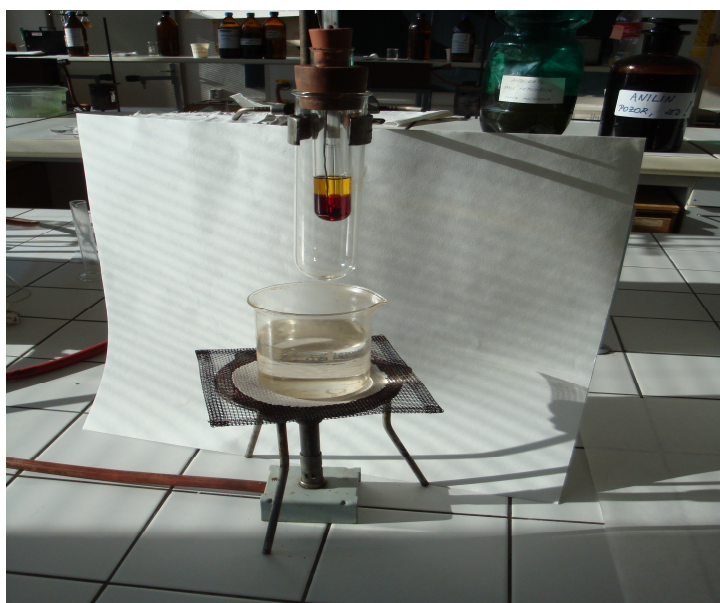
Obr. 9: Ubbelohdeho viskozimetr



Anilinový bod

Nejnižší teplota, při níž vzorek kapalného paliva se stejným objemem anilinu tvoří homogenní roztok. Podle anilinového bodu se určuje ve vzorku převažující uhlovodíkový typ. Obr. 10 popisuje soupravu použitou pro zkoušku anilinového bodu a separovanou směs anilinu a nafty.

Obr. 10: Pomůcky k měření anilinového bodu.



Bod vzplanutí

Podstatou zkoušky bodu vzplanutí je zahřívání nafty v otevřeném mosazném kelímku a stanovení bodu vzplanutí s použitím zkušebního hořáčku. Bod vzplanutí je nejnižší teplota, při které přiblížením zkušebního plamene dojde ke vznícení par zkoumané látky a k jejich okamžitému zhasnutí. Obr. 11 popisuje aparaturu potřebnou pro stanovení bodu vzplanutí.

Obr. 11: Aparatura pro stanovení bodu vzplanutí v otevřeném kelímku dle Clevelanda



Chladové parametry

Měření bylo prováděno pomocí přístroje LPCH 3 elektronik, který dokáže vytvořit teplotu až minus 35 °C. Podstatou zkoušky je tvorba krystalků parafinů. Při vysokém obsahu parafinů dochází ke ztrátě filtrovatelnosti což vede až k teplotě při které není nafta dále čerpatelná. Obr. 12 ukazuje aparaturu potřebnou pro stanovení chladových parametrů motorové nafty.

Obr. 12: Aparatura pro stanovení chladových parametrů nafty



7.2 Analýza směsí benzínu s bioethanolem

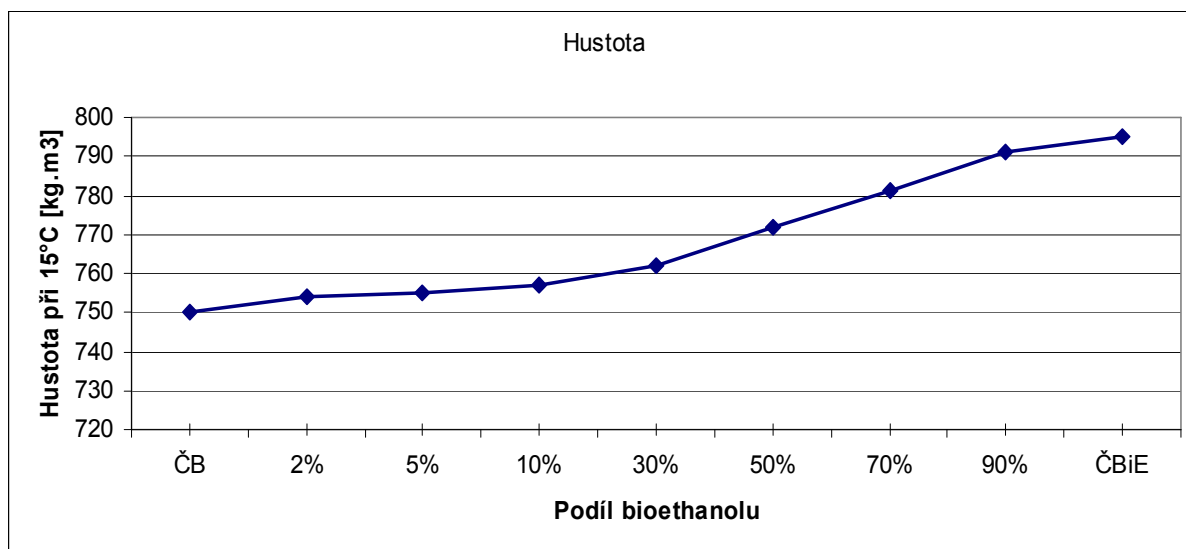
7.2.1 Stanovení hustoty

S rostoucím obsahem bioethanolu roste hustota vzorku. Norma pro automobilový benzin udává hustotu v rozmezí 725 – 775 kg.m³. Normě odpovídají vzorky s obsahem bioethanolu do 60 %.

Tab. 10: Přepočtená hustota

	Stanovení hustoty	Hustota	Normovaná hustota
		kg/m ³	
1.	Čistý benzin	745	750,08
2.	2% bioethanolu	747	754
3.	5% bioethanolu	748	755,06
4.	10 % bioethanolu	750	757,05
5.	30 % bioethanolu	755	762,03
6.	50 % bioethanolu	765	771,89
7.	70 % bioethanolu	775	781,3
8.	90 % bioethanolu	785	790,88

Obr. 13: Průběh hustoty při zvyšujícím se podílu bioethanolu



ČB – čistý benzin, ČBiE – čistý bioethanol

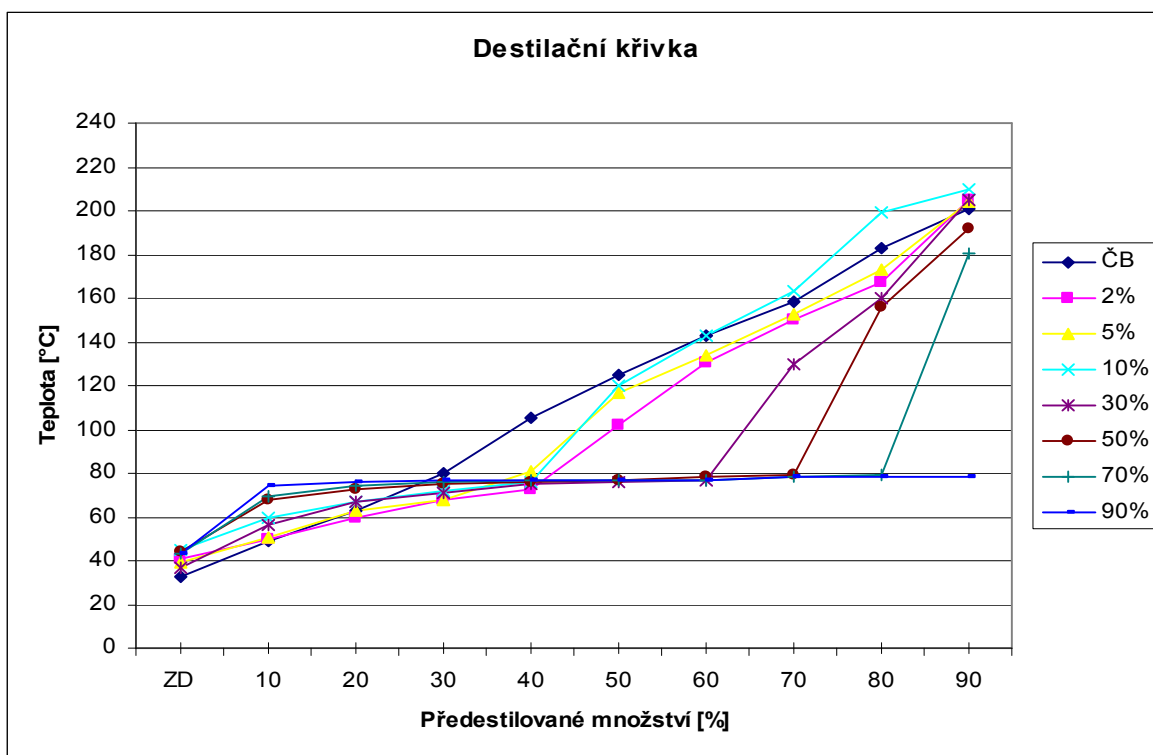
7.2.2 Stanovení destilační křivky

Destilační zkouška se skládá ze tří důležitých teplot odparu udávaných normou ČSN EN 228. S rostoucím obsahem bioethanolu ve vzorku destilační teplota klesá.

Při teplotě 70 °C musí být předestilováno minimálně 22 % obsahu vzorku a maximálně 50 % obsahu vzorku. Tuto podmínku splnily vzorky s množstvím bioethanolu nižším než 30 %. Ostatní vzorky potřebovali pro předestilování minimálně 22 % obsahu teplotu vyšší než 70 °C.

Odpařené množství při teplotě 150 °C musí být více než 75 % obsahu vzorku. Tuto podmínku splnily vzorky s množstvím bioethanolu do 50 %. Konec destilace nesmí přesáhnout více než 210 °C. Tuto podmínku splnily všechny vzorky.

Obr. 14: Vliv bioethanolu na destilační křivku



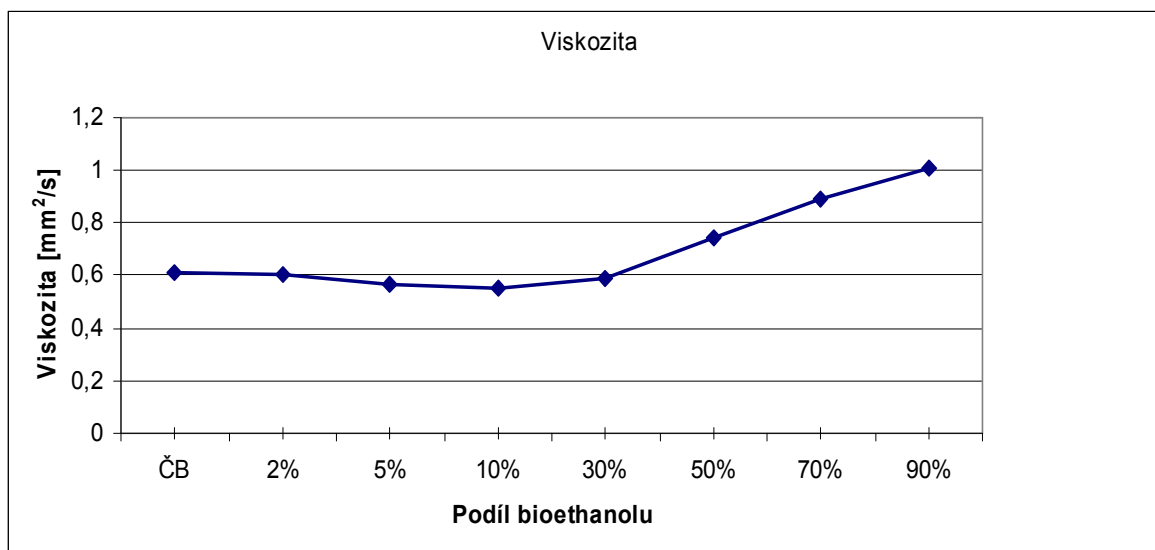
7.2.3 Stanovení viskozity

S přibývajícím množstvím bioethanolu ve vzorku docházelo k nárůstu viskozity.

Tab. 11: Viskozita

	Stanovení viskozity	cST
		mm ² /s
1.	Čistý benzín	0,61
2.	2 % bioethanolu	0,604
3.	5 % bioethanolu	0,57
4.	10 % bioethanolu	0,55
5.	30 % bioethanolu	0,59
6.	50 % bioethanolu	0,74
7.	70 % bioethanolu	0,89
8.	90 % bioethanolu	1,01

Obr. 15: Změna křivky viskozity při různém podílu bioethanolu



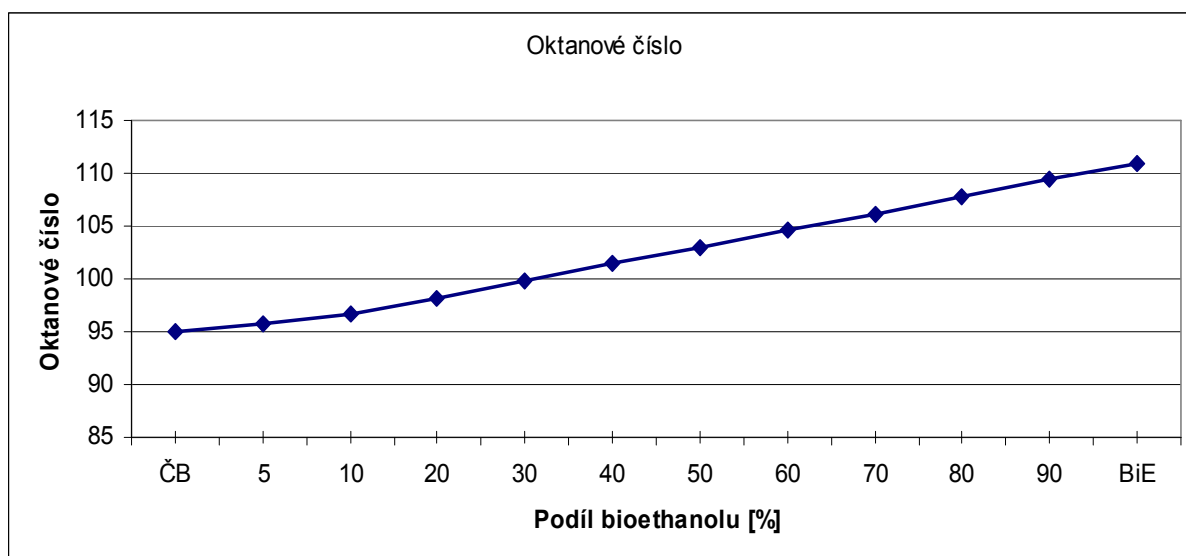
7.2.4 Stanovení oktanového čísla

Se zvyšujícím se obsahem bioethanolu (BiE) ve vzorku roste i oktanové číslo. Následující graf a tabulka znázorňují průběh oktanového čísla.

Tab. 12: Oktanové číslo

	Podíl bioethanolu	Oktanové číslo
1.	ČB	95
2.	5 % bioethanolu	95,8
3.	10 % bioethanolu	96,6
4.	20 % bioethanolu	98,2
5.	30 % bioethanolu	99,8
6.	40 % bioethanolu	101,4
7.	50 % bioethanolu	103
8.	60 % bioethanolu	104,6
9.	70 % bioethanolu	106,2
10.	80 % bioethanolu	107,8
11.	90 % bioethanolu	109,4
12.	Čbioethanol	111

Obr. 16: Změna oktanového čísla při stoupajícím objemu bioethanolu



7.3 Analýza směsí nafty s bioethanolem

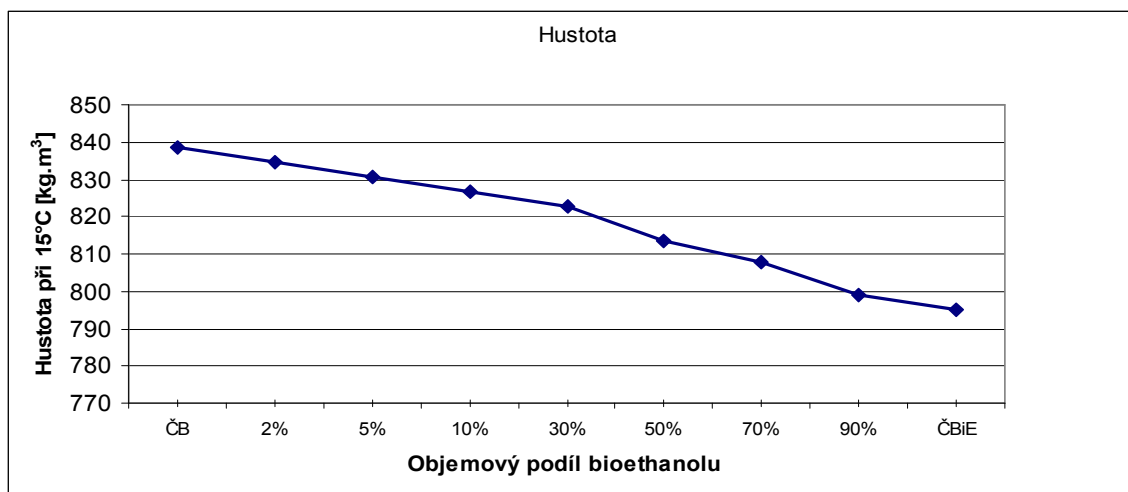
7.3.1 Stanovení hustoty

Hustota nafty s přibývajícím obsahem bioethanolové složky klesá. Norma ČSN EN 590 udává hustotu nafty při 15 °C v rozmezí od 820 do 860 kg/m³. Tyto požadavky splňuje nafta s příměsí do 10 % bioethanolu.

Tab. 13: Přepočítání hustoty

	Stanovení hustoty	Hustota	Normovaná hustota
		kg/m ³	
1.	Čistá nafta	833	838,53
2.	2 % bioethanolu	829	834,56
3.	5 % bioethanolu	825	830,59
4.	10 % bioethanolu	821	826,62
5.	30 % bioethanolu	817	822,64
6.	50 % bioethanolu	808	813,71
7.	70 % bioethanolu	802	807,75
8.	90 % bioethanolu	793	798,82
9.	Čistý bioethanol	789	794,85

Obr. 17: Průběh hustoty motorové nafty při vzrůstajícím podílu bioethanolu



ČN – čistá nafta, ČB – čistý bioethanol

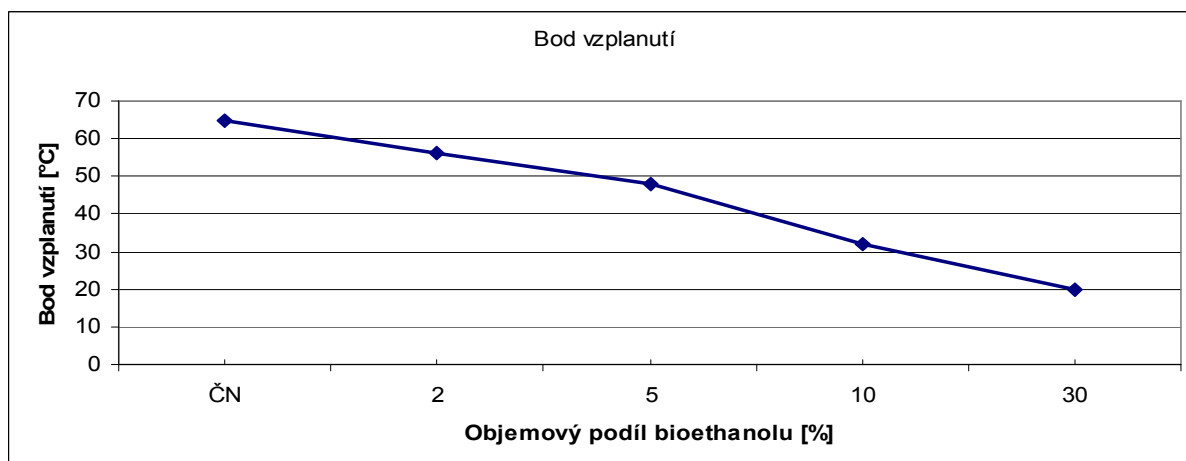
7.3.2 Stanovení bodu vzplanutí

S přibývajícím množstvím bioethanolu bod vzplanutí prudce klesal. Norma ČSN EN 590 udává bod vzplanutí pro motorovou naftu minimálně 55 °C. Tento požadavek splňují vzorky do obsahu 2 % bioethanolu.

Tab. 14: Bod vzplanutí

	Bod vzplanutí	°C
1	Čistá nafta	65
2	2 % bioethanolu	56
3	5 % bioethanolu	48
4	10 % bioethanolu	32
5	30 % bioethanolu	20

Obr. 18: Průběh bodu vzplanutí s rostoucím objemem bioethanolu.

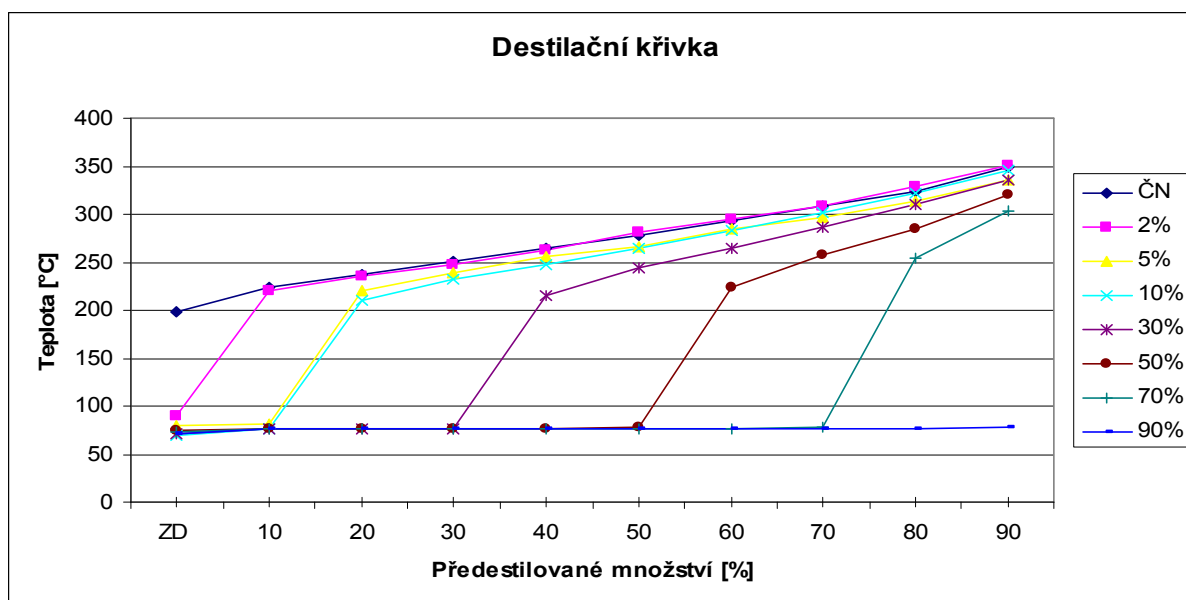


7.3.3 Stanovení destilační křivky

Norma ČSN EN 590 nám pro destilace udává tři základní podmínky.

První podmínka říká, že do 250 °C by nemělo dojít k předestilování více než 65 % objemu vzorku. Tento požadavek splňují vzorky do objemového množství 50 % bioethanolu. Ostatní vzorky s větším objemem bioethanolu jsou při teplotě 250°C předestilovány z více než 65 % objemu. Druhá podmínka udává, že do teploty 350 °C by mělo být předestilováno min 85% objemu vzorku. Tuto podmínku splňují všechny typy vzorků. Třetí podmínka stanovuje, že minimální objem 95% objemu vzorku musí být předestilován do teploty 360°C. Tuto podmínku splňují všechny vzorky.

Obr. 19: Průběh destilace u jednotlivých vzorků nafty s bioethanolem



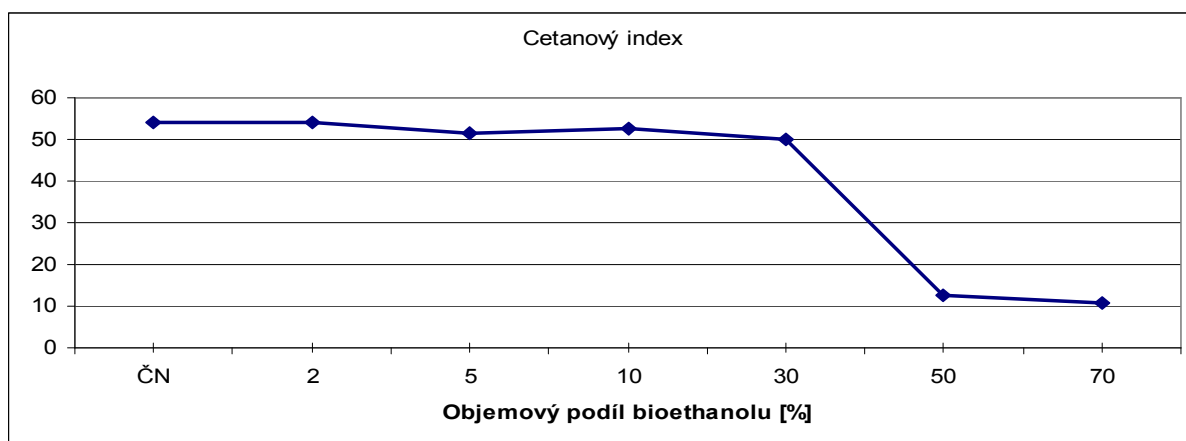
7.3.4 Cetanový index

Norma udává hodnotu cetanového indexu minimálně 46. Normě odpovídaly vzorky do maximální výše bioethanolu 30 % z celkového objemu.

Tab. 15: Cetanový index

	Cetanový index	
1.	Čistá nafta	54,2
2.	2 % bioetanolu	53,9
3.	5 % bioetanolu	51,3
4.	10 % bioetanolu	52,6
5.	30 % bioetanolu	50,1
6.	50 % bioetanolu	12,7
7.	70 % bioetanolu	10,7

Obr. 20: Průběh cetanového indexu s rostoucím podílem bioethanolu



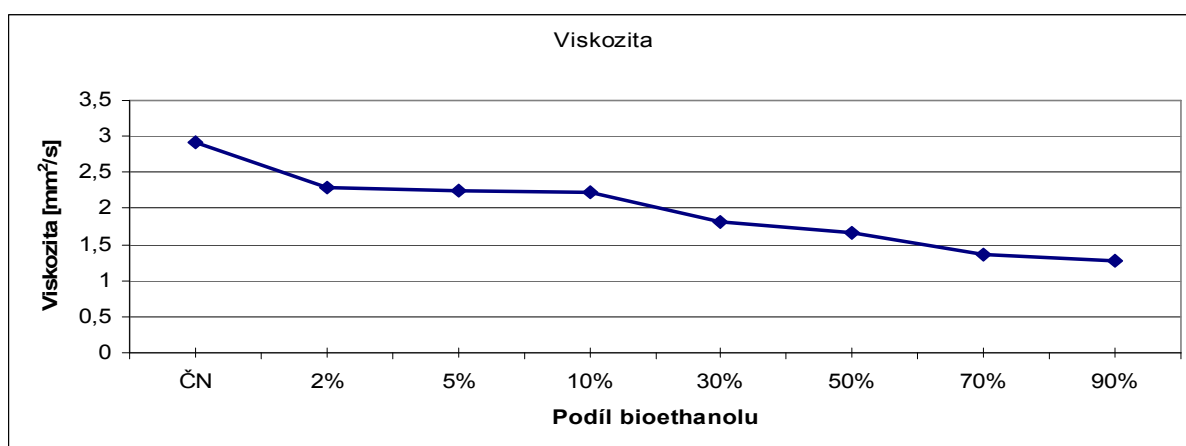
7.3.5 Stanovení viskozity

S rostoucím objemem bioethanolu ve vzorku viskozita klesá. Normou je stanovena viskozita 2,0 až 4,5 mm²/s. Normu splňují pouze vzorky do obsahu 20 % bioethanolu. U ostatních vzorků má viskozita hodnotu nižší než 2,0 mm²/s.

Tab. 16: Viskozita

	Stanovení viskozity	cST
		mm ² /s
1.	Čistá nafta	2,91
2.	2 % bioethanolu	2,3
3.	5 % bioethanolu	2,25
4.	10 % bioethanolu	2,22
5.	30 % bioethanolu	1,81
6.	50 % bioethanolu	1,67
7.	70 % bioethanolu	1,36
8.	90 % bioethanolu	1,28

Obr. 21: Průběh viskozity při rostoucím podílu bioethanolu



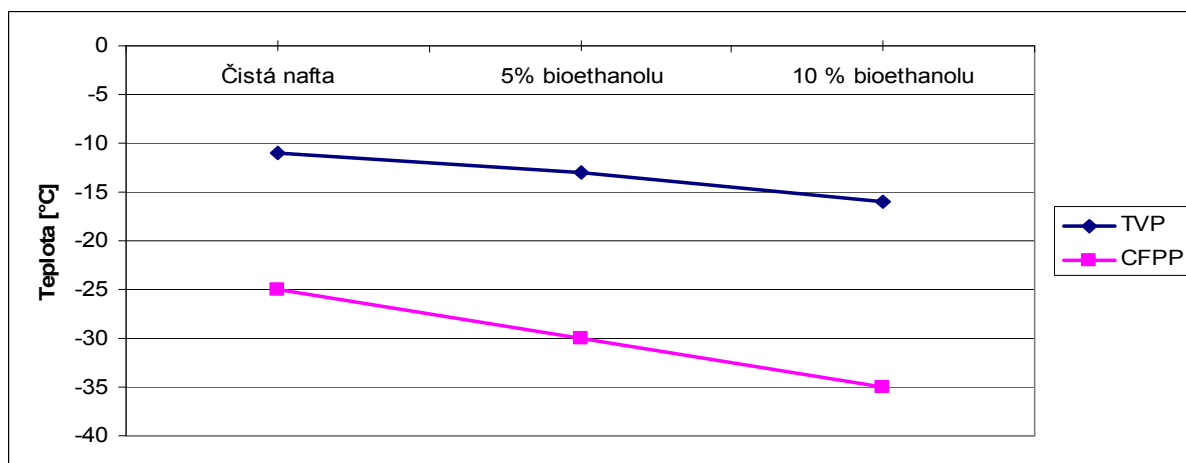
7.3.6 Stanovení chladových parametrů

Teplota vylučování parafínu (TVP) a teplota ztráty filtrovatelnosti parafinů (CFPP) u všech vzorků dostatečně vyhovuje normě. Norma udává pro zimní naftu TVP – 10°C a CFPP minimálně – 20 °C. S rostoucím objemem bioethanolu tyto hodnoty rychle stoupají. Měření bylo prováděno pouze do objemu 10 % bioethanolu ve vzorku. A teploty TVP se zvýšila na – 16°C a teplota CFPP na – 35°C.

Tab. 17: Chladové parametry

	Stanovení chladových parametrů	TVP	CFPP
1.	Čistá nafta	-11	-25
2.	5% bioethanolu	-13	-30
3.	10 % bioethanolu	-16	-35

Obr. 22: Průběh chladových parametrů nafty při rostoucím podílu bioethanolu



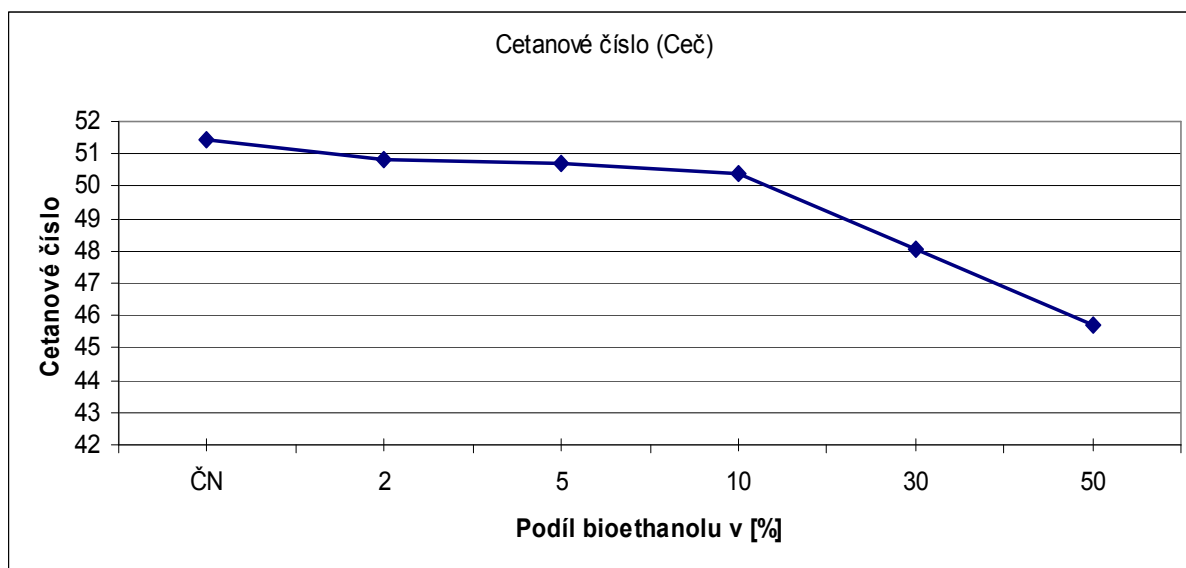
7.3.7 Cetanové číslo

Cetanové se vypočítá pomocí hustoty a anilinového bodu. Tab. 18 ukazuje anilinový bod, dieselův index (Di) a cetanové číslo (Ceč). Normou je stanovena minimální hodnota 50. Normě odpovídají pouze vzorky s obsahem bioethanolu nižším než 10 %. Obrázek č. 23 popisuje průběh cetanového čísla.

Tab. 18: Přepočítání anilinového bodu na Di a Ceč

	Vzorek	anilinový bod	Dieselův index (Di)	Cetanové číslo (Ceč)
		°C		
1.	Čistá nafta	68	56,325	51,45
2.	2 % bioethanolu	67	56,88	50,82
3.	5 % bioethanolu	65	56,73	50,73
4.	10 % bioethanolu	64	56,24	50,4
5.	30 % bioethanolu	56	52,74	48,06
6.	50 % bioethanolu	48	49,24	45,72

Obr. 23: Hodnota Ceč s rostoucím podílem bioethanolu



8. Závěr

Cílem práce bylo shrnout problematiku využití bioethanolu v automobilové dopravě a určit, do jakého množství je možné bioethanol přidávat do benzínu a motorové nafty. Byly provedeny normované laboratorní zkoušky a měření s ohledem na dodržení parametrů udávaných normou ČSN EN 590 a ČSN EN 228.

Dle normy ČSN EN 228 je maximální možný procentuální objem kyslíkatých látek 2,7 % m/m. Hlavními používanými kyslíkatými složkami pro automobilové benziny jsou ethery - MTBE, TAME, ETBE a alkoholy - methanol, ethanol, terc.butylalkohol, které se běžně nazývají oxygenáty. Udávaných 2,7 % (m/m) kyslíkatých látek odpovídá zhruba hodnotě 15 % bioethanolu, což je hlavním důvodem, proč nelze přidávat jeho větší objem. Z měření podílu **benzínu** s bioethanolem vyplývá, že by normě ČSN EN 228 vyhovovaly vzorky s příměsí bioethanolu až do 30 % V/V. Hlavní důvod, proč nelze přimíchávat více procentí roztok, je patrný již z destilační křivky, jelikož vyšší koncentrace nesplňují požadavky dané normou. Vzorky s vyšším obsahem nejsou schopny dosáhnout při 70 °C destilace požadovaného objemu 22 – 50 % odpařených z objemu vzorku. Při další dominantní teplotě dané normou 150 °C splňují požadavek vzorky s obsahem 50 % bioethanolu. Teplotě 210 °C, která vyjadřuje konec destilace, vyhovují naopak všechny vzorky. Viskozita se při 30 % bioethanolu téměř nemění. Tím pádem by nemělo docházet k problémům s čerpatelností. Nespornou výhodou přimíchávání bioethanolu je zvyšující se oktanové číslo. Při uváděných 30 % V/V oktanové číslo dosahuje hodnoty 99,8, což představuje navýšení o 4,8 jednotek oproti 100 % BA 95.

Z laboratorního měření je patrné, že bioethanolu v automobilové dopravě je možné využít i při vyšším procentuálním obsahu. Pokud by došlo k drobné úpravě normy ČSN EN 228, a to navýšením objemového podílu oxygenátů v benzinech na hodnotu 5,4 % (m/m). Mohlo by dojít k přimíchávání až 30 % V/V bioethanolu, přičemž by nedošlo ke změně ostatních měřených parametrů nad hodnoty udávané normou. V takovém případě je ale nutné přidávat aditiva, které by snižovala reaktivitu bioethanolu a zabraňovala korozi.

Bioethanol s **naftou** vyhovuje normě ČSN EN 590 ve směsích s obsahem bioethanolu nižším než 2 % V/V. Nejvíce omezujícím prvkem je bod vzplanutí. Pokud by došlo ke zmírnění požadavku na bod vzplanutí a to na hodnotu 32 °C bylo by možné přidávat bioethanol do nafty až do 10 % V/V. Z naměřených výsledků vyplývá, že při příměsí 10 %

bioethanolu nedochází ke změně parametrů udávaných normou. Hustota při 10 % V/V klesá na 821 kg/m^3 . Hodnota cetanového indexu je 52,6, což hladce splňuje požadavky normy. Viskozita s rostoucím objemem klesá. Při 10 % V/V je na hodnotě $2,22 \text{ mm}^2/\text{s}$. Nad 10 % V/V bioethanolu viskozita již nesplňuje hodnotu $2,00 \text{ mm}^2/\text{s}$, což je minimální hranice povolené normou. S rostoucím podílem bioethanolové složky se vlastnosti vzorků zhoršují a dochází k prudkému klesání jednotlivých charakteristických vlastností. Jednou z výjimek jsou chladové parametry. Ty již při 5 % V/V bioethanolu dosahovaly teploty vylučování parafinů (TVP) $-13 \text{ }^\circ\text{C}$ a teploty ztráty filtrovatelnosti (CFPP) $-30 \text{ }^\circ\text{C}$. Pro srovnání s motorovou naftou třídy F (zimní motorová nafta pro mírné klima), kde je normou udávána hodnota TVP $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ a hodnota CFPP $-20 \text{ }^\circ\text{C}$, dosahuje nafta s příměsí 10 % V/V bioethanolu hodnot TVP $-16 \text{ }^\circ\text{C}$ a hodnotu CFPP $-35 \text{ }^\circ\text{C}$. Lehce splňuje i požadavky na arktickou naftu, kde norma klade podmínku CFPP $-30 \text{ }^\circ\text{C}$.

Z laboratorního měření vyplývá, že bioethanol v motorové naftě by mohl být přimícháván až do výše 10 % V/V. Již zmíněný bod vzplanutí je ovšem jedním z hlavních parametrů o které se zajímá Česká obchodní inspekce, zjišťuje zda nedochází k přimíchávání lehčích typů uhlovodíků do motorové nafty. Příměsí 10 % V/V bioethanolu by ovšem také došlo ke změně třídy hořlaviny motorové nafty. Další podstatnou nevýhodou přimíchávání bioethanolu do motorové nafty je tvorba nehomogenní směsi. Musí být upravena pomocí kosolventů. Nižší výhřevnost bioethanolu také způsobuje pokles točivého momentu, již při přidání cca 5 % V/V dochází ke snížení o zhruba 2 – 3 %.

9. Použitá literatura

- [1] VAINERT, Zdeněk. Drahá ropa vyvolává obavy z inflace. *Hospodářské noviny* [online]. 25.2. 2011, -, [cit. 2011-03-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.petrol.cz/ropa/clanek.asp?id=14923>>.
- [2] KAIN, Petr . Rostoucí ceny ropy začínají ohrožovat světovou ekonomiku. *Hospodářské noviny* [online]. 23.2. 2011, -, [cit. 2011-03-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.petrol.cz/ropa/clanek.asp?id=14907>>.
- [3] ČTK. Spotřeba nafty stoupla na 65 procent všech pohonných hmot. *České noviny* [online]. 28.7. 2010, -, [cit. 2011-03-22]. Dostupný z WWW: <http://www.ceskenoviny.cz/zpravy/spotreba-nafty-stoupla-na-65-procent-vsech-pohonnych-hmot/508871&id_seznam=10753>.
- [4] PETROLmedia, s.r.o. *Www.petrol.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Petrol.cz. Dostupné z WWW: <<http://petrol.cz/>>.
- [5] ČTK. Spotřeba ropy ve světě loni klesla nejvíce od roku 1982. *Ekolist.cz* [online]. 9.6. 2010, -, [cit. 2011-03-22]. Dostupný z WWW: <<http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/bp-spotreba-ropy-ve-svete-loni-klesla-nejvice-od-roku-1982>>.
- [6] *Www.euroekonom.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Euroekonom.cz. Dostupné z WWW: <<http://www.euroekonom.cz/grafy-energie-data.php?type=svet-spotrebaropy-rok>>.
- [7] Váňa, J. - Ekologické aspekty energetického využití biomasy. *BIOM* [online]. 2008 [cit. 2011-03-21]. Dostupný z WWW: <stary.biom.cz/sborniky/sb98PrPetr/sb98PrPetr_vana.html>.
- [8] Kjótský protokol. *Wikipedie* [online]. 2009 [cit. 2011-03-23]. Dostupný z WWW: <[cs.wikipedia.org/wiki/Kjótský_protokol](http://cs.wikipedia.org/wiki/Kj%C3%B3tsk%C3%BD_protokol)>.
- [9] Green Paper COM(2000)87. Zelená kniha o obchodování s emisemi skleníkových plynů v Evropské unii. - [online]. 2000, -, [cit. 2011-03-22]. Dostupný z WWW: <http://www.datis.cdail.cz/edice/DOKES/DOKES01/dok2_01/zelena.pdf>.
- [10] Kyoto protocol. *UNFCCC* [online]. 1992 [cit. 2011-03-01]. Dostupný z WWW: <unfccc.int/files/essential_background/kyoto_protocol/application/pdf/kpstats.pdf>.
- [11] Evropský parlament. Dokument o zasedání . - [online]. 2008, -, [cit. 2011-03-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+REPORT+A6-2008-0040+0+DOC+PDF+V0//CS>>.
- [12] *Euroskop.cz* [online]. 26.08. 2008 [cit. 2011-03-22]. Euroskop. Dostupné z WWW: <<http://www.euroskop.cz/8460/2055/clanek/zelena-kniha-o-trznich-nastrojich-v-oblasti-zivotniho-prostredi/>>.
- [13] Evropská politika ochrany životního prostředí . *Businessinfo.cz* [online]. 30.05.2009, -, [cit. 2011-03-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.businessinfo.cz/cz/clanek/politiky-eu/evropska-politika-ochrany-zivotniho/1000521/4271/#evro8>>.
- [14] Biopaliva pro dopravu. *EurActiv : Energetika* [online]. 2008 [cit. 2011-03-17]. Dostupný z WWW: <euractiv.cz/energetika/link-dossier/biopaliva-pro-doprav>.
- [15] HROMÁDKO, Jan, HÖNIG, Vladimír: Ekonomická analýza využití bioetanolu v zážehových motorech. Listy cukrovarnické a řepařské, *www.cukr-listy.cz* [online], ISSN: 1210-3306
- [16] Evropská politika ochrany životního prostředí . *Businessinfo.cz* [online]. 3.12.2010, -, [cit. 2011-03-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.businessinfo.cz/cz/clanek/archiv-roku-2010/uplatneni-kapalnych-biopaliv-v-doprave/1001627/59092/>>.
- [17] *Nazeleno.cz* [online]. 2010 [cit. 2011-03-22]. Fosilní paliva. Dostupné z WWW: <<http://www.nazeleno.cz/fosilni-paliva.dic>>.
- [18] PRAŽÁK, Václav. Motorová paliva. In *Motorová paliva - historie a současnost* [online]. Praha : , 2010 [cit. 2011-03-22]. Dostupné z WWW: <http://www.ceskarafinerska.cz/data/publications/motorova_paliva_historie_soucasnost.pdf>.

- [19] *Technickénormy.cz* [online]. 2008 [cit. 2011-03-22]. Informace o normě ČSN EN 228. Dostupné z WWW: <<http://www.technickenormy.cz/csn-en-228-motorova-paliva-bezolovnate-automobilove-benziny-technicke-pozadavky-a-metody-zkouseni/>>.
- [20] *Fyzmatik.pise.cz* [online]. 13.10.2010 [cit. 2011-03-22]. Antidetonační účinky benzínu. Dostupné z WWW: <<http://fyzmatik.pise.cz/53818-antidetonačni-účinky-benzínu.html>>.
- [21] *Cs.wikipedia.org* [online]. 2010, 14.3.2011 [cit. 2011-03-22]. Benzin. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Benz%C3%ADn>>.
- [22] MATĚJOVSKÝ, V.: *Automobilová paliva*, GRADA, Praha, 2005, 224 s., ISBN 80-247-0350-5.
- [23] BLAŽEK, J; RÁBL, V. *Základy zpracování a využití ropy* [online]. Praha : VŠCHT Praha, 2008 [cit. 2011-03-22]. Rafinérské výrobky, s. . Dostupné z WWW: <http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_isbn-80-7080-619-2/pages-pdf/181.html>.
- [24] *Cesmina.vscht.cz* [online]. 2010 [cit. 2011-03-22]. Husota ropných produktů. Dostupné z WWW: <<http://cesmina.vscht.cz/trp/images/Dokuments/Navody-na-laboratore/Hustota-ropnych-produktu-bac+mag.pdf>>.
- [25] KWOKY, K. *Blog.superbenzin.cz* [online]. 3.9.2009 [cit. 2011-03-22]. Co je oktanové číslo. Dostupné z WWW: <<http://blog.superbenzin.cz/view.php?cislocclanku=2009090006>>.
- [26] *Petroleum.cz* [online]. 2009 [cit. 2011-03-22]. Oktanové číslo. Dostupné z WWW: <<http://www.petroleum.cz/slovník.aspx?pid=103>>.
- [27] SCHOLZ, C. *Www.ksd.tul.cz* [online]. 2009 [cit. 2011-03-22]. Základní požadavky na motorová paliva. Dostupné z WWW: <<http://www.ksd.tul.cz/studenti/texty/ZVM/ZVM-3pr.pdf>>.
- [28] *Ceskarafinerska.cz* [online]. 2005 [cit. 2011-03-22]. Motorová nafta. Dostupné z WWW: <<http://www.ceskarafinerska.cz/cz/index.aspx>>.
- [29] *Unipetrolrpa.cz* [online]. 2005 [cit. 2011-03-22]. Motorová nafta. Dostupné z WWW: <<http://www.unipetrolrpa.cz/cs/nabídka-produktu/rafinerske-produkty/motorova-paliva/motorova-nafta.html>>.
- [30] *Lukoil.cz* [online]. 2009 [cit. 2011-03-22]. Motorová nafta. Dostupné z WWW: <<http://www.lukoil.cz/PRODUKTY-A-SLUZBY/Palivo/Nafta.aspx>>.
- [31] KOVÁŘ, J.: *Paliva a maziva*, Česká zemědělská univerzita v Praze, (v přípravě na tisk).
- [32] ZEHNÁLEK, J.: *Chemie, paliva, maziva*, 2. vyd., Mendlova zemědělská e lesnická Univerzita v Brně, Brno 2005, 176 s., ISBN 80-7157-900-9.
- [33] KOZÁK, P.: *Kvalitativní znaky motorové nafty a jejich kontrola Autoexpert 11 2006*.
- [34] ŘÍHA, Zdeněk; DUCHOŇ, Bedřich. *Studium.fd.cvut.cz* [online]. 2005 [cit. 2011-03-22]. Alternativní paliva na začátku nového tisíciletí. Dostupné z WWW: <http://studium.fd.cvut.cz/pdf/alternativni_paliva.pdf>.
- [35] Šebor, G.- Pospíšil, M.-Žákovec, J.: *Technicko - ekonomická analýza vhodných alternativních paliv v dopravě. Ministerstvo dopravy : Alternativní paliva*. 2.11.2005, č. 1, s. 5-220.
- [36] Kameš J.: *Alternativní pohony automobilů*. 1. vydání, Ben, Praha 2004, 232 s, ISBN 80-7300-127-6.
- [37] *Eon.energieplus.cz* [online]. 2005 [cit. 2011-03-22]. CNG – alternativa benzínu a nafty. Dostupné z WWW: <<http://eon.energieplus.cz/cs/page/alternativni-energie/cng-alternativa-benzinu-a-nafty>>.
- [38] *Cng.cz* [online]. 2005 [cit. 2011-03-22]. Zkapalněný zemní plyn - LNG. Dostupné z WWW: <http://www.cng.cz/cs/zemni_plyn/alternativni_pohonne_hmoty/zkapalneny_zemni_plyn.htm>.
- [39] *Omww.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. LNG – Zkapalněný zemní plyn. Dostupné z WWW:

- <[http://www.omv.cz/portal/01/cz/!ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hfA0sPN89Qo1BHEyN3b59gA3dfAwjQD04u1i_IdlQEAOt5mNY!/>](http://www.omv.cz/portal/01/cz/!ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hfA0sPN89Qo1BHEyN3b59gA3dfAwjQD04u1i_IdlQEAOt5mNY!/).
- [40] Příbyl, J.: Podpora užívání biopaliv nebo jiných obnovitelných pohonných hmot v dopravě. *TUV UVMV s.r.o* [online]. 2008 [cit. 2011-04-03]. Dostupný z WWW: <<http://cappo.cz/veletrh2004/pribyl2.html>>.
- [41] *Spvez.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Energie z biomasy. Dostupné z WWW: <<http://www.spvez.cz/pages/biomasa.htm>>.
- [42] *Forestgump.eu* [online]. 2010 [cit. 2011-03-22]. Biomasa. Dostupné z WWW: <<http://forestgump.eu/biomasa.html>>.
- [43] *Bioplyn.cz* [online]. 2007 [cit. 2011-03-22]. Bioplyn. Dostupné z WWW: <http://www.bioplyn.cz/at_bioplyn.htm>.
- [44] *Plp.cz* [online]. 2008 [cit. 2011-03-22]. Kvasný líh - Bioethanol. Dostupné z WWW: <<http://www.plp.cz/produkty.php>>.
- [45] Bioethanol TTD České Meziříčí. *Tomcat.cenia.cz* [online]. 21.1.2005 [cit. 2011-03-22]. Bioethanol. Dostupné z WWW: <http://tomcat.cenia.cz/eia/download.jsp?view=eia_cr&id=HKK102&file=oznameniDOC>.
- [46] *Cs.wikipedia.org* [online]. 2008, 20.3.2011 [cit. 2011-03-22]. Ethanol. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Etanol>>.
- [47] KIZLINK, Juraj: Vliv biopaliv na motory. *Biom.cz* [online]. 2010-04-20 [cit. 2011-03-22]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vliv-biopaliv-na-motory>>. ISSN: 1801-2655.
- [48] *Cukrovarytttd.cz* [online]. 2008 [cit. 2011-03-22]. E85 – palivo nové generace. Dostupné z WWW: <<http://www.cukrovarytttd.cz/agroetanol-ttd/vyrobky/e85-palivo-nove-generace/>>.
- [49] LAURIN, Josef: Étery získávané z biomasy jako alternativní automobilová paliva. *Biom.cz* [online]. 2007-09-12 [cit. 2011-02-23]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/etery-ziskavane-z-biomasy-jako-alternativni-automobilova-paliva>>. ISSN: 1801-2655.
- [50] *Petroleum.cz* [online]. 2007 [cit. 2011-03-22]. MTBE. Dostupné z WWW: <<http://www.petroleum.cz/slovník.aspx?pid=134>>.
- [51] Li, D. G. et al.: Physico-chemical properties of ethanol-diesel blend fuel and its effect on performance and emissions of diesel engines. *Renew Energy*, 30, 2005, s. 967–976.
- [52] Satge de Caro, P. et al.: Interest of combining an additive with dielethanol blends for use in diesel engines. *Fuel*, 80, 2001, s. 565–574.
- [53] HROMÁDKO, Jan; MILER, Petr; HROMÁDKO, Jiří. *Cukr-listy.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. Využití paliva E95 ve vznětových motorech. Dostupné z WWW: <http://www.cukr-listy.cz/on_line/2011/PDF/63-66.pdf>.
- [54] *Cleanairtrust.org* [online]. 2008 [cit. 2011-03-22]. Differences Between E85 And E95. Dostupné z WWW: <<http://www.cleanairtrust.org/Differences-Between-E85-and-E95.html>>.
- [55] KOLÁŘ, Martin. *E-auto.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-03-22]. V Dobrovici začali vyrábět ekologicky šetrné palivo pro dieselové motory E95. Dostupné z WWW: <<http://www.e-auto.cz/ostatni/v-dobrovici-zacali-vyrabet-ekologicky-setrne-palivo-pro-dieselove-motory-e95.htm>>.
- [56] Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport. Brusel 8. 5. 2003
- [57] Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources. COM(2008) 30 final, 23. 1. 2008
- [58] HROMÁDKO, Jan, HÖNIG, Vladimír: Ekonomická analýza využití bioethanolu v zážehových motorech. Listy cukrovarnické a řepařské, *www.cukr-listy.cz* [online], ISSN: 1210-3306

Seznam obrázků

<i>Obr. 1: Vývoj ceny ropy od 3. 12 2010 do 28.2. 2011</i>	3
<i>Obr. 2: Spotřeba ropy ve světě</i>	5
<i>Obr. 3: Blokové schéma výroby benzinů</i>	12
<i>Obr. 4: Průběh destilační křivky</i>	17
<i>Obr. 5: Chemický vzorec ethanolu</i>	35
<i>Obr. 6: Navýšení ceny paliva vlivem přimíchávání biosložky v závislosti na ceně ropy</i>	41
<i>Obr. 7: Destilační aparatura</i>	45
<i>Obr. 8: Ponorné hustoměry</i>	45
<i>Obr. 9: Ubbelohdeho viskozimetr</i>	46
<i>Obr. 10: Pomůcky k měření anilinového bodu</i>	46
<i>Obr. 11: Aparatura pro stanovení bodu vzplanutí v otevřeném kelímku dle Clevelanda</i>	47
<i>Obr. 12: Aparatura pro stanovení chladových parametrů nafty</i>	47
<i>Obr. 13: Průběh hustoty při zvyšujícím se podílu bioethanolu</i>	48
<i>Obr. 14: Vliv bioethanolu na destilační křivku</i>	49
<i>Obr. 15: Změna křivky viskozity při různém podílu bioethanolu</i>	50
<i>Obr. 16: Změna oktanového čísla při stoupajícím objemu bioethanolu</i>	51
<i>Obr. 17: Průběh hustoty motorové nafty při vzrůstajícím podílu bioethanolu</i>	52
<i>Obr. 18: Průběh bodu vzplanutí s rostoucím objemem bioethanolu</i>	52
<i>Obr. 19: Průběh destilace u jednotlivých vzorků nafty s bioethanolem</i>	53
<i>Obr. 20: Průběh cetanového indexu s rostoucím podílem bioethanolu</i>	54
<i>Obr. 21: Průběh viskozity při rostoucím podílu bioethanolu</i>	54
<i>Obr. 22: Průběh chladových parametrů nafty při rostoucím podílu bioethanolu</i>	55
<i>Obr. 23: Hodnota Ceč s rostoucím podílem bioethanolu</i>	56

Seznam tabulek

<i>Tab. 1: Kvalitativní parametry benzínu dle normy ČSN EN 228</i>	13
<i>Tab. 2: Hlavní složky používané pro míchání autobenzínu v USA a Evropě</i>	15
<i>Tab. 3: Hustota uhlovodíků</i>	16
<i>Tab. 4: Norma ČSN EN 590</i>	19
<i>Tab. 5: Fyzikální a chemické vlastnosti</i>	35
<i>Tab. 6: Základní vlastnosti MTBE a ETBE</i>	38
<i>Tab. 7: Vybrané vlastnosti MTBE</i>	38
<i>Tab. 8: Vliv přimíchávání biosložky do paliv na cenu paliv</i>	41
<i>Tab. 9: Navýšení ceny paliva vlivem přimíchávání biosložky při ceně ropy 150 \$ za barel</i>	42
<i>Tab. 10: Přepočet hustoty</i>	48
<i>Tab. 11: Viskozita</i>	49
<i>Tab. 12: Oktanové číslo</i>	50
<i>Tab. 13: Přepočet hustoty</i>	51
<i>Tab. 14: Bod vzplanutí</i>	52
<i>Tab. 15: Cetanový index</i>	53
<i>Tab. 16: Viskozita</i>	54
<i>Tab. 17: Chladové parametry</i>	55
<i>Tab. 18: Přepočet anilinového bodu na Di a Ceč</i>	55