

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

DVOUPALIVOVÉ SYSTÉMY DIESELOVÝCH MOTORŮ

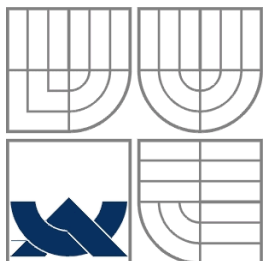
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

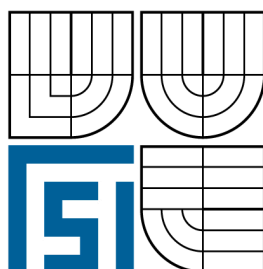
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MAREK MALINSKÝ

BRNO 2008



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

DVOUPALIVOVÉ SYSTÉMY DIESELOVÝCH MOTORŮ TWO-FUEL SYSTEMS OF CI ENGINES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MAREK MALINSKÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. RADIM DUNDÁLEK, PH.D.

BRNO 2008

Prohlášení

Prohlašuji, že bakalářskou práci na téma „Dvoupalivové systémy dieselových motorů“ jsem vypracoval samostatně pod vedením svého vedoucího bakalářské práce s použitím odborné literatury, kterou v seznamu použité literatury řádně cituji.

Poděkování

Moje poděkování náleží především vedoucímu mé práce Ing. Radimu Dundálkovi, PhD., z jehož podnětu práce vznikla. Děkuji mu za jeho mimořádnou ochotu, obětavost a čas, který mi v průběhu práce věnoval a všem ostatním, kteří mi byli jakkoli nápomocni.

V Brně dne 25. 4. 2008

.....
Podpis autora

Anotace

Cílem práce je vyzvednutí významu dvoupalivových systémů vznětových motorů a alternativních paliv. Porovnání biopaliv a jejich vliv na výkon motoru a ekologickou zátěž. Zejména vyzvedává užití bionafty jako alternativního paliva pro vznětové motory. Výhody a nevýhody biopaliv, nejčastější poruchy a jejich důsledky. Vývojové trendy.

Annotation

The aim of this project is to point out the significance of binary-fuel compression-ignition engines and alternative fuels. It introduces comparison of bio fuels and its influence on the function of the engine, and ecological load. It especially raises bio oil as an alternative fuel for compression-ignition engines. Advantages and disadvantages of bio fuels, most common defects and their consequences, and development trends are also mentioned.

Bibliografická citace práce:

MALINSKÝ, M. *Dvoupalivové systémy dieselových motorů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 35 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Radim Dundálek, Ph.D.

Obsah

1.	Abstrakt.....	2
2.	Rozdělení a výroba uhlovodíkových paliv.....	3
	2.1 Detonační spalování.....	5
	2.2 Krakování.....	5
	2.3 Destilace.....	5
3.	Princip dvoupalivového systému.....	6
	3.1 Úpravy palivového systému, výhody a nevýhody.....	7
	3.2 Druhy dvoupalivových systémů.....	8
	3.3 Ekonomika provozu.....	10
4.	Význam využití a porovnání alternativních paliv.....	13
	4.1 Význam využití alternativních paliv.....	13
	4.2 Porovnání alternativních paliv.....	13
5.	Bionafta a MEŘO.....	16
	5.1 Směsná paliva.....	17
6.	Výroba bionafty.....	18
	6.1 Výroba řepkového oleje.....	18
	6.2 Výroba MEŘO.....	20
	6.3 Přejchod na bionaftu.....	21
7.	Vlastnosti nafty a bionafty.....	21
	7.1 Vlastnosti a rozdělení nafty.....	21
	7.2 Vlastnosti bionafty.....	22
	7.3 Stabilita bionafty.....	22
	7.4 Výhody a nevýhody bionafty.....	23
8.	Možné příčiny a důsledky poruch při používání bionafty.....	25
	8.1 Požadavky na kvalitu a výrobu bionafty.....	26
9.	Ekologické aspekty použití bionafty a její srovnání s ostatními palivy.....	27
10.	Vliv bionafty na výkon motoru.....	29
11.	Stanovení vývojových trendů.....	29
	11.1 Výroba vodíku a princip činnosti palivových článků.....	30
12.	Závěr.....	32
13.	Seznam použité literatury.....	33
14.	Seznam tabulek, grafů, obrázků a schémat.....	34
15.	Seznam použitých zkratek.....	35

1. Abstrakt

Vzhledem ke stále se zpřísnujícímu plnění emisních požadavků a také k situaci týkající se dodávek ropy ve světě, se stále více začínají uplatňovat na trhu s automobily využívající alternativních paliv. Tyto automobily mohou být vybaveny jednopalivovým nebo dvoupalivovým systémem. To znamená, že automobil využívá jen jednoho druhu paliva, respektive dvou různých druhů. Důvodem pro použití alternativních paliv je snížení obsahu škodlivých látek ve výfukových plynech, ale i omezená světová zásoba ropy. Pohonné hmoty používané v silniční dopravě jsou vyráběny na bázi fosilních paliv, především ropy. Hledáním alternativních paliv můžeme alespoň částečně nahradit konvenční pohonné hmoty a zároveň přispět ke snížení emisní zátěže, zejména skleníkových plynů.

Abstract


With regard to the constant tightening of exhaust emission requirements and also to the situation dealing with oil supplies in the world, with cars using alternative fuels are recently starting to be used more often. These cars may be equipped with uni-fuel or binary-fuel system. This means that the vehicle uses one or more precisely two kinds of fuel. The reason for the usage of alternative fuels is to decrease the content of harmful substances in fumes exhausts and also limited resources of oil. By looking for alternative fuels, we can, at least partially, replace common fuelling and simultaneously contribute to the decrease of emission load, especially greenhouse gasses.


2. Rozdělení a výroba uhlovodíkových paliv


Mezi uhlovodíková paliva řadíme hlavně ropná paliva, především pak naftu, která se skládá z hydrokarbonátových skupin. Mezi hlavní složky patří parafiny, olefiny, aromatické sloučeniny.

Nafta se vyrábí krakováním a destilací ropy při dané teplotě 210 až 360 stupňů Celsia. Stejným způsobem jako nafta se vyrábí topný olej, avšak za vyšších teplot. Topný olej ale nelze použít jako palivo díky jeho velkému obsahu síry (až 0,2%) a rozdílnému cetanovému číslu. Cetanové číslo nám udává hořlavost paliva, čím větší bude, tím lépe se palivo samovolně vznítí. Podle norem musí být CČ motorové nafty minimálně 51. Výhodou je, že ho můžeme navyšovat aditivami.

Podle teploty výroby (teploty varu jednotlivých složek uhlovodíků) můžeme rozdělit paliva pro:

-  zážehové motory (benzín - do 180°C)

-  proudové motory a spalovací turbíny (kerosin – 180 - 280°C)

-  vznětové motory (nafta – 210 - 360°C)

Po krakování ještě nejsou paliva dostatečně odolná proti detonačnímu spalování. Proto se benzínová paliva dále ještě upravují a zvyšuje se u nich odolnost proti detonačnímu spalování. Po úpravě těchto benzínů se pak dále zvyšuje jejich čistota odstraněním síry a plynných zbytků. Aditivy se odstraňují náchylnosti ke korozi, zamrznání, detonačnímu spalování nebo usazování paliva.

Jako u vznětových motorů je důležité cetanové číslo u zážehových motorů nás bude zajímat oktanové číslo. Oktanové číslo vyjadřuje míru odolnosti vůči detonačnímu spalování. Toto spalování se projevuje jako „klepání“ motoru. Čím větší bude OČ, tím větší máme odolnost proti „klepání“ motoru. V současné době jsou požadovány motory s vyššími výkony a tím se zvyšují i teploty v motoru. Náchylnost k detonačnímu spalování je tím větší. Pro zabránění „klepání“ motoru zvyšujeme oktanové číslo pomocí antidetonačních přísad nebo samotným složením paliva. Oktanová čísla se pohybují v rozmezí od 88 do 120. Nejběžněji se setkáváme s palivy Natural 91, Natural 95, Natural 98. [6, 8]

Rozdělení uhlovodíkových paliv a paliv z biomasy
(paliva pro spalovací motory)

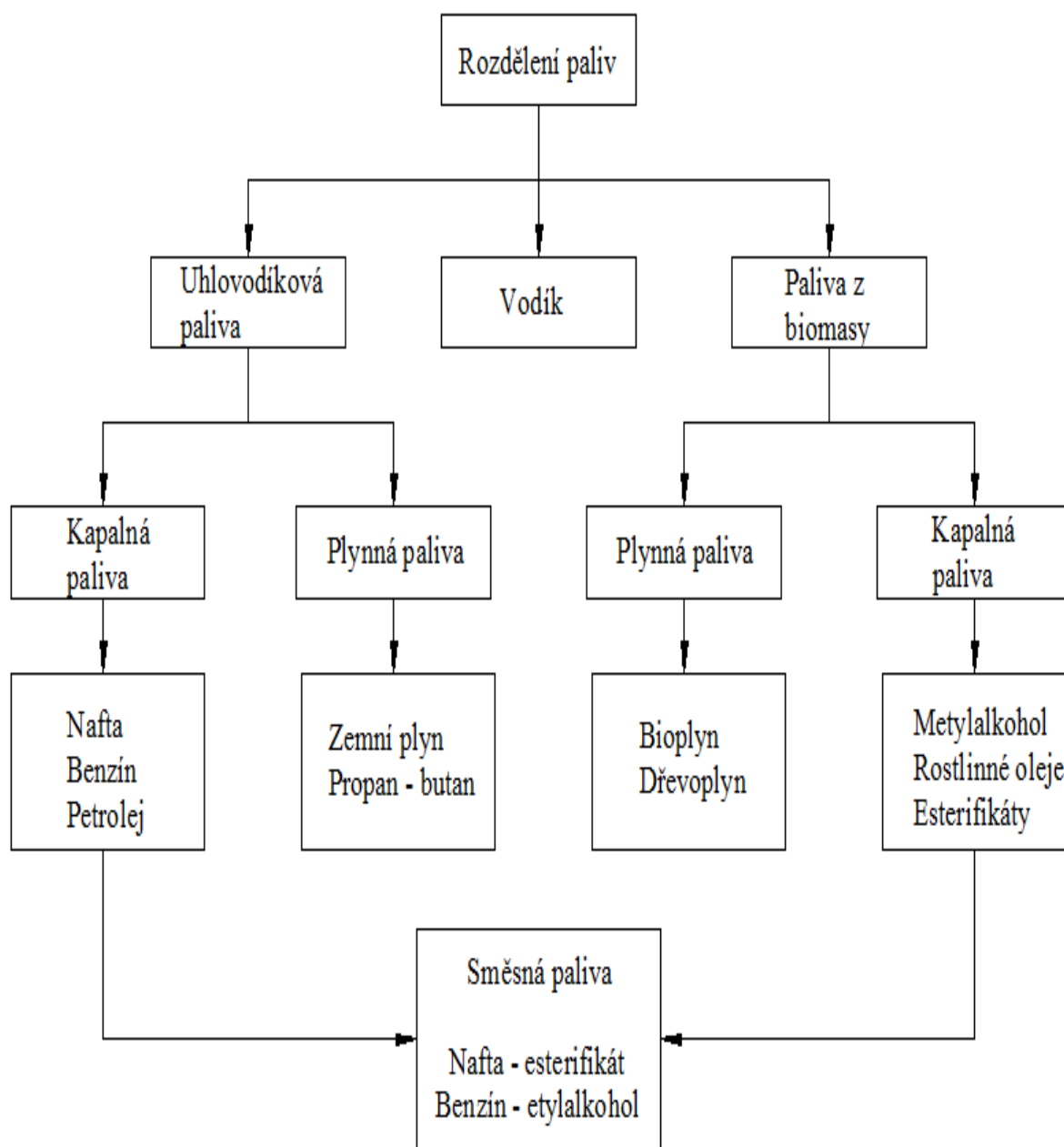


Schéma 1. Rozdělení uhlovodíkových paliv a paliv z biomasy [6]

2.1 Detonační spalování

Výběr správného paliva má významný vliv na životnost motoru. Při detonačním spalování dochází k nepravidelnému a velmi rychlému shoření směsi paliva ve válci a prudkému nárůstu teploty, které se projevuje tlakovými vlnami a tvrdým chodem motoru. Dochází k poškození pístu, sedel ventilů a dalších negativních projevů. Při detonačním spalování je namáháno především klikové ústrojí motoru. [4]

2.2 Krakování

Krakování je tepelný rozklad uhlovodíků s delším řetězcem na uhlovodíky s kratším řetězcem. Dochází při tom ke štěpení vazeb mezi atomy uhlovodíku C-C a vznikají kapalné a plynné uhlovodíky s menším počtem atomů uhlíku v řetězci. Probíhá buď za vysoké teploty nebo přítomnosti katalyzátoru.

2.3 Destilace

Destilace je metoda oddělování kapalných látek na základě různého rovnovážného složení kapalně a plynné fáze. Uplatňuje se v chemickém průmyslu například při zpracování ropy či v potravinářském průmyslu.

Destilace je čistící operace, při níž se oddělují dvě nebo více kapalin, které se liší bodem varu (těkavostí). Při zahřátí dvousložkové směsi (nástříku) na teplotu varu přechází do plynné fáze směs bohatší na těkavější složku. Kondenzací plynné fáze v tepelném výměníku se získá destilát. Zbývá kapalná fáze tvoří destilační zbytek. [13]

3. Princip dvoupalivového systému

Při používání biopaliv je možné využívat dva systémy, systém jednopalivový a dvoupalivový.

- ✚ Jednopalivový systém je vybaven pouze jednou nádrží na palivo. Motor spaluje toto palivo při běžném provozu i při startu.
- ✚ Dvoupalivový systém, který se těší větší oblibě je opatřen jak svou původní nádrží na motorovou naftu, tak i druhou přídatnou nádrží na alternativní palivo (rostlinné oleje, LPG, CNG..)

Princip dvoupalivového systému spočívá v tom, že motor startujeme na motorovou naftu a až při dosažení provozní teploty motoru systém přepne na alternativní palivo. Po přepnutí je palivo nasáváno přídatným podávacím palivovým čerpadlem přes ohřívací systém do vstřikovacího čerpadla a do motoru.

Bionafta a MEŘO mají velkou hodnotu viskozity. Velká viskozita způsobuje nedokonalé spalování, narůstá spotřeba paliva a především má vliv na startovatelnost motoru. Toto můžeme odstranit přidáním aditiv. Poklesne-li však teplota pod 5°C je nutné toto palivo předehtřívát. To ale nastává při využití paliva zejména rostlinných olejů. Palivový systém upravujeme a přidáváme do něho předehtřívací zařízení, které rovnoměrně předehtřívá palivo na danou teplotu. Tím eliminujeme viskozitu a ovlivňujeme pozitivně spotřebu paliva.

Na obrázku je zobrazen ukazatel stavu paliva u vozu Subaru Forester. Dvoupalivový systém tvoří benzínový okruh a okruh LPG. Po zahřátí motoru na provozní teplotu je možné ručně přepnout na pohon LPG. Ovládání je velice jednoduché, existují jen dvě možné polohy: zapnuto – vypnuto. Ukazatel je také vybaven LED-diodami, které ukazují stav LPG v nádrži. Při vyčerpání nádrže LPG dojde k samočinnému přechodu na benzínový okruh. Jednou z výhod dvoupalivových systémů je velké zvýšení dojezdnosti (až 1000 km).

Obr.1 Ukazatel stavu paliva [12,8]



3.1 Úpravy palivového systému, výhody a nevýhody

V případě použití některého z olejů (řepkový, palmový, slunečnicový, sójový) jako palivo do diesellového motoru při 100% koncentraci je třeba provést úpravy palivového systému. Tyto úpravy provádíme vzhledem k velké viskozitě těchto olejů, která způsobuje špatné starty motoru a zanášení palivového systému. Tyto negativní projevy odstraňujeme kontinuálním ohříváním paliva na teplotu 60 až 75°C – tím snižujeme jeho viskozitu a zlepšujeme průchodnost paliva celým systémem.

Při využití tohoto druhu paliva dbáme na jeho kvalitu a čistotu vzhledem k jeho schopnosti zanášet a ucpávat palivové filtry popřípadě zanášení vstřikovacích trysek. Z tohoto důvodu je nezbytný dobrý technický stav celého palivového vedení.

Základem dvoupalivových systémů je řídicí jednotka motoru, která je plně kompatibilní jak při provozu na motorovou naftu tak i s provozem na alternativní palivo. Zajišťuje ideální provozní charakteristiky motoru.

Motor, který je využíván dvoupalivovými systémy musí být palivově mnohostranný. Musí dobře spalovat jak motorovou naftu, tak i alternativní palivo. Při provozu na motorovou naftu dochází ke spalování podle Dieselova cyklu, nýbrž při spalování plynného paliva dochází ke spalování podle Ottova cyklu. Motor musí být schopen pracovat v režimu plného zatížení obou paliv.

Start motoru se provádí na motorovou naftu a po nastartování můžeme libovolně přepnout na alternativní palivo, aniž by došlo k přerušení výkonu motoru.

Palivový systém musí být upraven tak, aby nedošlo k poškození nebo úniku paliva. Nezbytná pro provoz je druhá palivová nádrž, palivové vedení, zařízení pro předehřev paliva, palivové filtry.

Za nevýhody těchto systémů můžeme považovat konstrukční složitost, náročnost na dobrý technický stav obou palivových okruhů, zanášení vstřikovacích trysek a cenu.

Za výhody můžeme považovat splnění požadavků přechodu na alternativní palivo, možnost volby paliva, zvýšená dojezdnost automobilu. [3]

3.2 Druhy dvoupalivových systémů

Mezi druhy dvoupalivových systémů, které se instalují do vozidel patří provedení Standard, Comfort a systém Easy.

Přestavba – varianta Standard

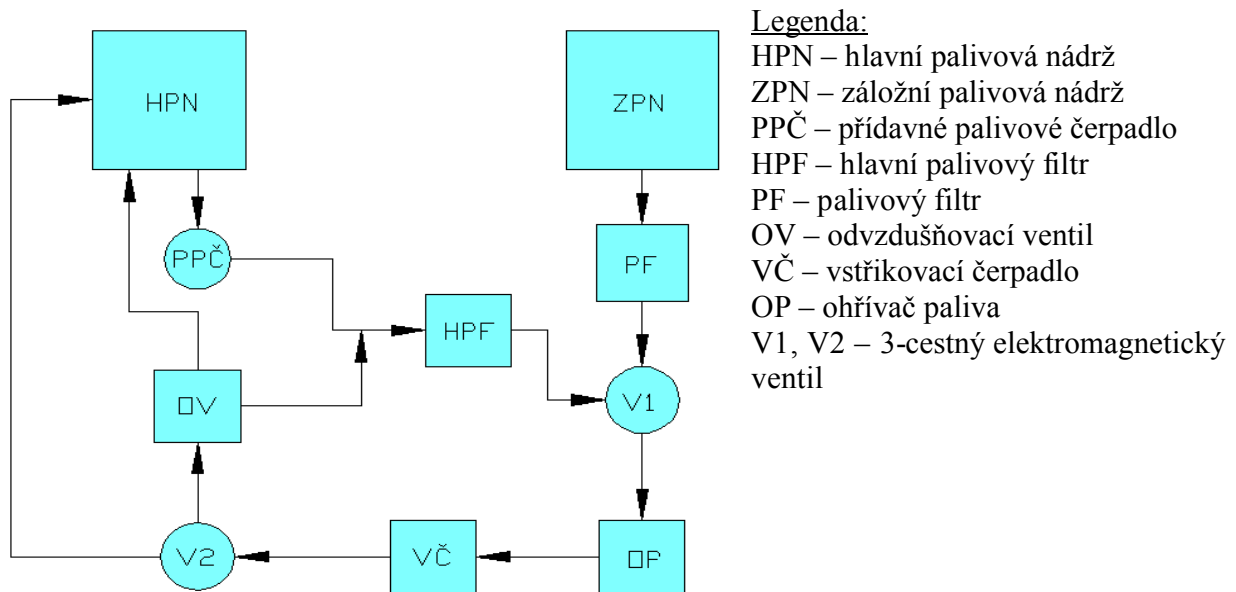


Schéma 2. Zapojení typu Standard [9]

Výhody:

- ✚ kombinovaný ohřívač paliva
- ✚ nižší pořizovací cena
- ✚ relativně menší nároky na montáž

Nevýhody:

- ✚ dochází k částečnému mísení oleje a nafty v záložní palivové nádrži při proplachu
- ✚ nutnost výměny palivového vedení od hlavní palivové nádrže
- ✚ vyšší spotřeba motorové nafty (proplachem) než u varianty Komfort

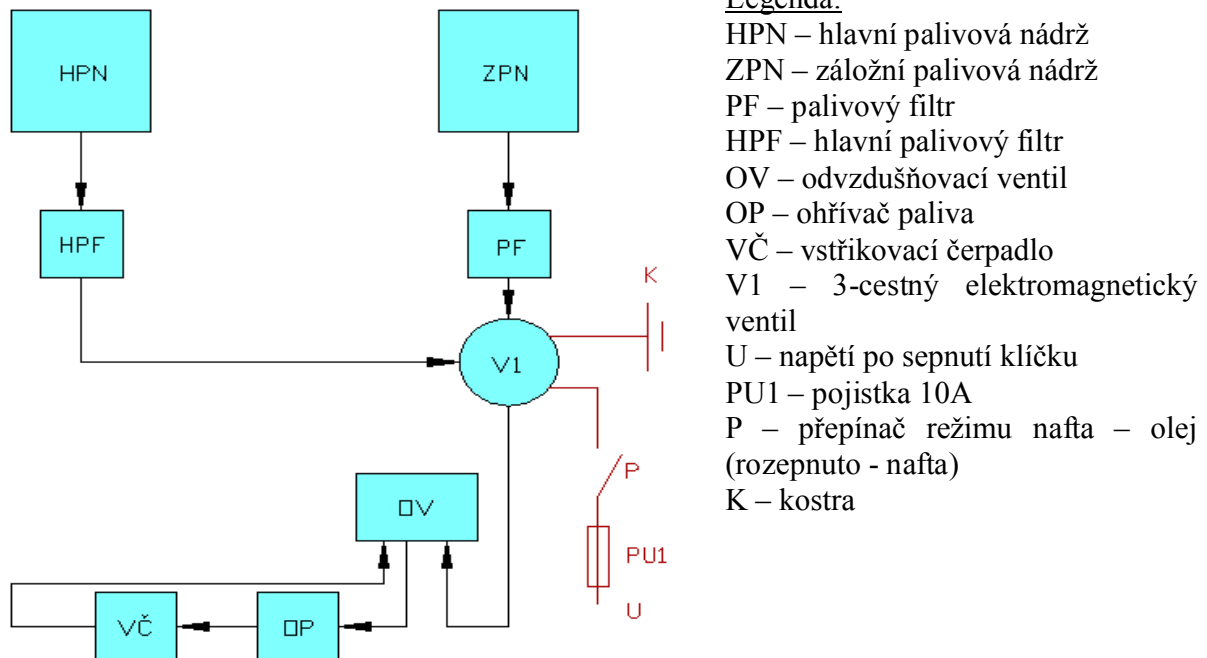
Přestavba – varianta Easy

Schéma 3. Zapojení typu Easy [9]

Nejjednodušší dvounádržová sada. Je považována za ekonomicky nejvíce dostupné minimum pro zákazníky se staršími vozy. Provoz s tímto palivovým systémem je doporučen na delší vzdálenosti.

Výhody:

- ✚ nejnižší pořizovací cena ze všech 3 variant, vhodná především pro řidiče, kteří nemohou či nechtějí investovat do automatické verze
- ✚ menší nároky na montáž

Nevýhody:

- ✚ zvýšené nároky na obsluhu
- ✚ absence automatického režimu, režim provozu přepíná ručně řidič v závislosti na teplotě motoru, vzdálenosti cíle apod.; při špatné manipulaci může dojít k obtížím při startování motoru až k jeho celkovému poškození
- ✚ nižší efektivita provozu

Přestavba – varianta Comfort

Výhody:

- ✚ provoz s tzv. zpátečkou nakrátko zvyšuje efektivitu ohřevu paliva, předchází nežádoucím ztrátám tepla a zároveň systém trvale účinně odvzdušňuje
- ✚ použitím kombinovaného ohříváče paliva dosahujeme rychlejšího nástupu systému (úspora motorové nafty) a zároveň termooptimalizace paliva; optická signalizace provozu elektrické části ohříváče
- ✚ variabilita provozu (provoz automatický, provoz pouze ze záložní palivové nádrže (motorová nafta) nebo pouze z hlavní palivové nádrže (rostlinný olej - optická signalizace)
- ✚ palivový filtr s elektrickým předehřevem (nadstavbová možnost pro nejnáročnější zákazníky) umožňuje bezproblémový provoz i za nízkých teplot, neboť zásadně zlepšuje průchodnost palivového filtru

Nevýhody:

- ✚ vyšší pořizovací cena
- ✚ vyšší konstrukční složitost

Odlišnosti přestavbových setů

Rozdíly mezi verzemi Comfort a Standard spočívá především v počtu užitých třicestných ventilů, ve funkci automatického proplachu a ve způsobu dopravy paliva. V podstatě jsou oba systémy postavené na základě vysoce účinného kombinovaného ohříváče paliva a elektronické řídicí jednotky s ovládací jednotkou. U obou verzí je zavedena cirkulace paliva s tzv. zpátečkou nakrátko. Varianta Comfort je nejdokonalejším přestavbovým setem. [9]

3.3 Ekonomika provozu

Každý kdo uvažuje o instalaci a přechodu na vícepalivový systém se nezajímá jen o ekologické hledisko, ale zejména o hledisko ekonomické. V současné době se cena MEŘO pohybuje kolem 22 Kč na litr. Oproti bionaftě, která se prodává okolo 27 Kč na litr, z toho MEŘO vychází lépe. Když porovnáme cenu motorové nafty, která se neustále zvyšuje (v současné době kolem 32 Kč na litr) vůči MEŘO, je to opravdové lákadlo a o důvod více se rozhodnout. Ale ekonomika provozu spočívá také v nákladech na přestavbu na tento palivový systém a jeho údržbu. Na obrázcích uvádím nejpoužívanější komponenty a jejich ceny, které se používají k instalaci dvoupalivového systému.



Jedná se o automatický odvzdušňovací ventil. Používá se při zpátečce paliva nakrátko (palivo není vraceno zpět do nádrže, ale malým okruhem cirkuluje v prostoru motoru, a je nutné ho odvzdušnit). Toto zapojení zvláště oceníme v zimních měsících, kdy je potřeba palivo udržovat v provozní teplotě. Zapojení není vhodné pro vstřikování Common Rail. Cena tohoto ventilu je 1300 Kč.

Obr. 2 Automatický odvzdušňovací ventil [9]

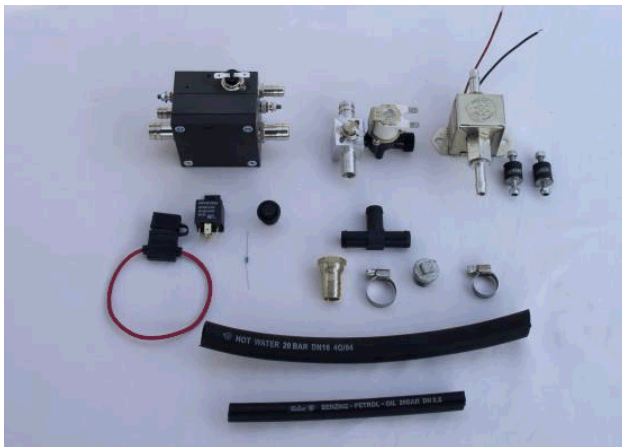
Plně automatická dvounádržová sada pro konverzi naftového motoru na rostlinný olej s rozšířenou funkcí proplachu. Startování probíhá na naftu, k přepnutí na RO dochází až po ohřátí celého systému. Včetně ohřívaného palivového filtru a odvzdušňovacího ventilu. Tato sada obsahuje i elektricky předehřívanou hlavu palivového filtru pro předehřev paliva. Cena zařízení je 17 900 Kč.

Obr. 3 Dvounádržová konverzní sada [9]



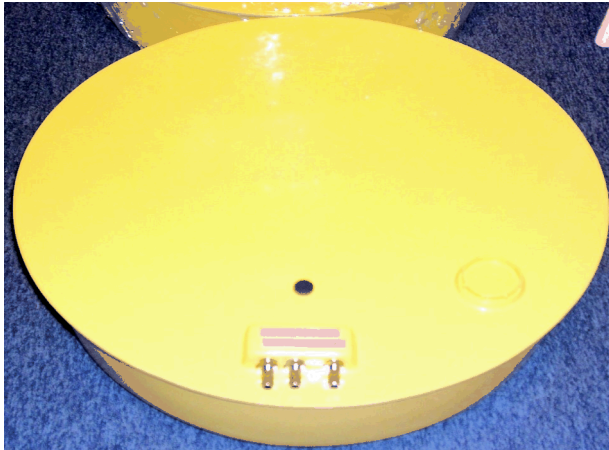
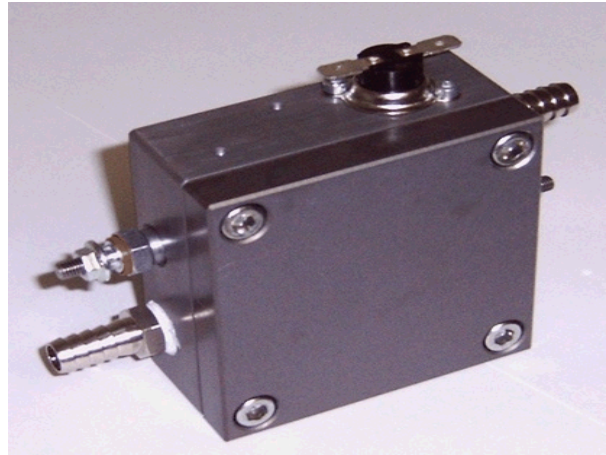
Jednonádržová konverzní sada na rostlinný olej. U této sady se nedoporučuje její použití při současném použití čerpadel Lucas, Stanadyne a při systému Common Rail nebo čerpadlo - tryska PD vozů VW. Naopak je doporučeno palivové čerpadlo řadové a zapojení zpátečky na krátko pomocí automatického odvzdušňovacího ventilu. Cena takové konverzní sady se pohybuje kolem 8900 Kč.

Obr. 4 Jednonádržová konverzní sada [9]



Předehřívací jednotka paliva – napájecí napětí 24V. Tento ohříváč slouží k rychlému ohřevu biopaliva respektive rostlinných olejů. Systém se zahřeje na provozní teplotu během 2-3 km – asi na 75°C. Teplota paliva se zahřeje na 72°C během 25 s. Úspory nafty docílíme při rychlém zahřátí na provozní teplotu, a tedy systém dříve přepne na rostlinný olej. Cena takové jednotky se pohybuje kolem 5400 Kč.

Obr. 5 Předehřívací jednotka paliva [9]

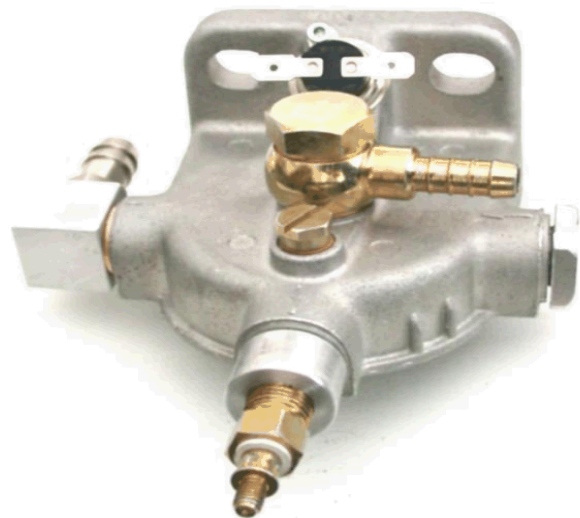


Jedná se o palivovou nádrž na rostlinné oleje o obsahu 44 litrů. Používá se místo rezervy k uložení této nádrže. Tyto nádrže můžou, ale nemusejí obsahovat zařízení pro integrovaný ohřev paliva. Materiál nádrží je tenký pozinkovaný plech, který je odolný vůči chemickým vlastnostem alternativního paliva. Cena takové přídavné nádrže se pohybuje kolem 2261 Kč.

Obr. 6 Přídavná palivová nádrž [9]

Při zimních teplotách potřebujeme pro jízdu na rostlinný olej vyhřívaný filtr, jinak hustý olej nebude protékat v dostatečném množství a v palivovém systému vznikne podtlak a dojde k výpadkům motoru a snížení výkonu. Použitím separátního filtru lze zvýšit komfort a i při zanesení filtru po delší době se nestane, že bychom nemohli pokračovat v jízdě. Jednoduše přepneme na naftu (standardní palivový filtr) a pokračujeme v cestě. Cena uvedeného vyhřívaného filtru je 1600 Kč.

Obr. 7 Vyhřívaná hlava palivového filtru [9]



4. Význam využití a porovnání alternativních paliv

Stav světových zásob ropy a snížení ekologické zátěže jsou důvodem proč se alternativní paliva dostávají stále více do popředí a využívají se stále více jako alternativní pohon pro osobní i nákladní automobily. Alternativní paliva se používají nejen v dopravě, ale i v energetice při výrobě elektrické energie a tepla.

4.1 Význam využití alternativních paliv

Pro využívání alternativních paliv vedou zejména tyto důvody:

- ✚ nedostatečné světové zásoby ropy
- ✚ obava z rostoucích cen ropy
- ✚ nahrazení současných paliv alternativními
- ✚ rostoucí emise skleníkových plynů
- ✚ závislost na dovozu ropných paliv

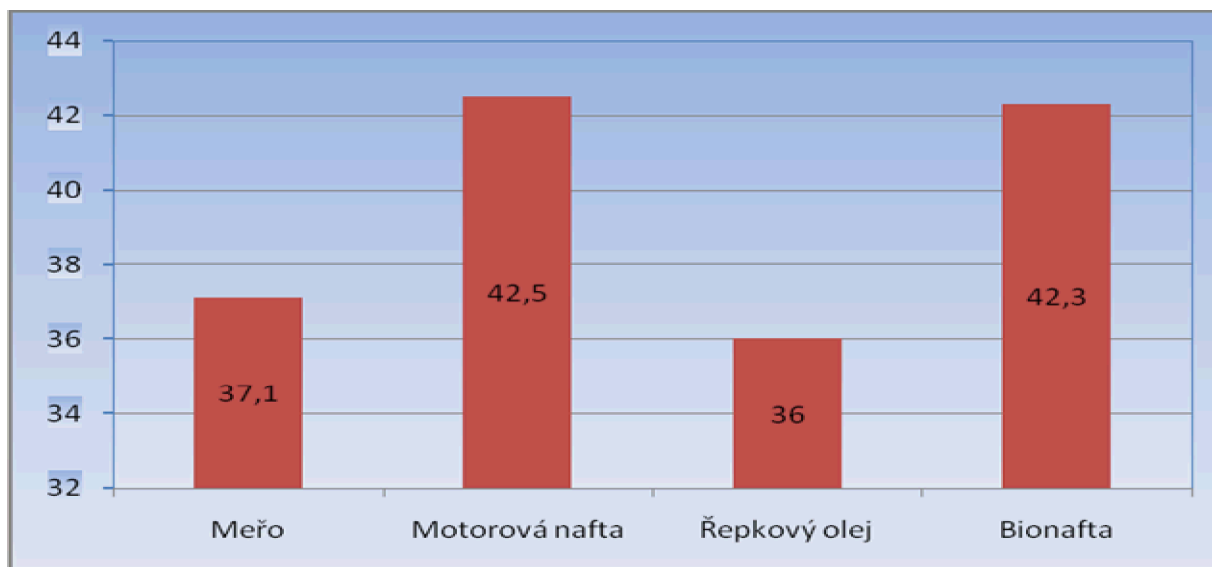
4.2 Porovnání alternativních paliv

Mezi alternativní paliva, která porovnávám, patří řepkový olej, MEŘO, motorová nafta. Cílem paliv je co nejvíce se přiblížit nebo i zlepšit vlastnosti vůči motorové naftě. V následující tabulce je přehled a porovnání vlastností paliv.

Vlastnosti	Měrná jednotka	Řepkový olej	MEŘO	Motorová nafta
Hustota při 15°C	Kg/m ³	915	880	840
Kinematická viskozita	m ² /s	9,8	7,5	6,5
Bod vzplanutí	°C	300	130	75
Cetanové číslo	-	40	52	50
Filtrovatelnost	°C	15	-10	0/-10/-20
Výhřevnost	MJ/Kg	36	37,1	42,5

Tab. 1 Porovnání vlastností paliv [8]

✚ Výhřevnost paliva má zásadní vliv na spotřebu daného paliva. Čím má palivo vyšší výhřevnost, tím má motor menší spotřebu. Naopak čím má palivo menší výhřevnost, tím má motor větší spotřebu. MEŘO má proto větší spotřebu paliva v motoru než motorová nafta.



Grafické znázornění výhřevnosti paliv v MJ/Kg
Graf 1. *Výhřevnost paliv* [8]

Porovnání MEŘO a motorové nafty

Z porovnání těchto dvou paliv plyne, že jejich vlastnosti jsou podobné. Při provozu s MEŘO dochází k těmto změnám:

- ✚ výkon motoru klesá asi o 3%
- ✚ zvyšuje se spotřeba paliva asi o 3%
- ✚ snižuje se kouřivost motoru asi o 50%
- ✚ obsah HC a CO je stejný nebo mírně klesá, zvyšuje se obsah NO_x
- ✚ startovatelnost motoru klesá
- ✚ charakteristický zápach

Elementární zastoupení jednotlivých prvků v palivu

Zastoupením prvků (%)	MEŘO	Motorová nafta
C	76,5-77,5	86,5-87,0
H	12,1-12,3	13
O	10,4-11,0	-
S	0,002-0,003	do 0,05

Tab. 2 Zastoupení stopových prvků v palivu [8]

Kinematická viskozita motorové nafty se pohybuje od 2 do 7 mm²/s. Paliva s vysokou viskozitou se hůře rozprašují a mají sklon k nedokonalému spalování, což má negativní vliv na emise škodlivin. Nespálené palivo proniká do motorového oleje a dochází k zanášení olejových filtrů a tvorbě úsad v motoru. Naproti tomu malá viskozita paliva způsobuje negativní vlastnosti, což může vést až k zadření vstřikovacího čerpadla. Palivo o nižší viskozitě proniká do skříně vstřikovacího čerpadla, kde zředí motorový olej a způsobuje tak větší opotřebení motoru.

Filtrovatelnost je schopnost paliva procházet palivovým systémem. Od určité hodnoty teploty se začínají z paliva vylučovat prvky, které zanášejí palivový filtr a vedení čímž mohou způsobit jeho neprůchodnost a tím zastavení motoru. Teplota vylučování parafinů u bionafty je -4 °C a filtrovatelnost paliva do -17 °C.

Bod tuhnutí - ztuhnutí je způsobeno vylučováním tuhých uhlovodíků nebo vzrůstem viskozity na takovou hodnotu, že palivo přestává téci.



Bod vzplanutí je definován jako nejnižší teplota, při níž vzorek vyvine tolik par, že jejich směs se vzduchem vzplane a opět zhasne. Institutem pro testování a certifikaci byla naměřena hodnota 58°C, čímž je splněn požadavek ČSN EN 590 minimálně 55°C. Je zde tedy zachována výhoda motorové nafty, že ani za nejvyšších letních teplot se z bionafty neodpařuje tolik par, aby byly schopny zapálení.

Síra obsažená v palivu způsobuje korozi motoru a emisi oxidů síry ve výfukových plynech. Síra vyvolává škodlivé účinky na motor jak před spálením, tak i po spálení paliva. Vznikají oxidy - siřičitý a sírový, které odcházejí spolu s výfukovými plyny společně s vodní párou vznikající při spalování. Při styku s chladnějším kovem vodní pára kondenzuje. Ve vodě se oxidy síry rozpouštějí za vzniku kyselin, které způsobují intenzivní korozi. Obsah síry v bionaftě je velmi malý což je příznivé. Na druhou stranu však minimální obsah síry snižuje mazací schopnost motoru což má vliv na životnost některých částí motoru. [8]





5. Bionafta a MEŘO

Pod pojmem bionafta rozumíme metylestery mastných kyselin rostlinných olejů. Pro svou obsahovou nejednotnost se v technické dokumentaci nepoužívá, technické normy uznávají pouze MEŘO nebo směsné palivo (palivo pro vznětové motory s obsahem řepkového oleje).

Bionaftu můžeme rozdělit na 2 druhy:

-  Bionafta 1. generace
-  Bionafta 2. generace

Bionafta 1. generace – je vyráběna esterifikací různých druhů olejů. Většinou je to 100% MEŘO, který může obsahovat aditiva pro zlepšení kvality. Výrobu a zkoušení MEŘO upravuje ČSN 65 6507. Podle použitého oleje rozeznáváme tyto druhy:

-  MEŘO – metylester řepkového oleje
-  SME – metylester slunečnicového oleje
-  SOME – metylester sójového oleje
-  FAME – metylester z živočišných druhů

Bionafta 2. generace – Byla vyvinuta s bionafty 1. generace. Jedná se o směsné palivo metylesteru s uhlovodíky. Metylester tvoří jednu složku ze tří.

Druhá složka paliva tvoří lehké nebo těžké alkany, které mají velmi dobré palivové vlastnosti. Avšak mají nízkou mazivost.

Třetí složka paliva obsahuje sirný destilát. Tato složka disponuje vysokou výhřevností a má za úkol zvýšit výkon motoru a současně snížit jeho spotřebu. Nevýhodou této složky jsou vysoké emise při spalování a pomalá biologická odbouratelnost.

Podle české státní normy (ČSN) rozdělujeme:

ČSN 65 6508 obsah MEŘO $\geq 30\%$ vícekomponentní bionafta

ČSN 65 6509 obsah MEŘO $\leq 5\%$ vícekomponentní bionafta [10]

5.1 Směsná paliva

V současné době je na trh dodávána směsná bionafta, která je tvořena směsí motorové nafty a metylesteru řepkového oleje. V případě ČSN 65 6508 výrobci garantují stupeň biologické rozložitelnosti 90% během 21 dní. Další palivo, které je možno využít je tzv. biobenzín. Jedná se o směs benzínu a etanolu.

MEŘO (metylester řepkového oleje) – jedná se o čirou nažloutlou kapalinu bez chemických nečistot a viditelné vody je neomezeně mísitelná s motorovou naftou. Je netoxická, neobsahuje těžké kovy ani jiné látky škodlivé zdraví. Je ale agresivní vůči běžným nátěrům a pryžím. MEŘO má dvojí použití:

- 1) Jako ekologické palivo do vznětových motorů, čistý 100% MEŘO
Jedná se bionaftu 1. generace.
- 2) Jako přísada s ropnými produkty do vícekomponentní bionafty, obsah MEŘO $\geq 30\%$ hm. nebo obsah MEŘO $\leq 5\%$ hm. Jedná se o bionaftu 2. generace.

Celková výrobní produkce MEŘO v ČR představuje kolem 70 tisíc tun za rok.

Z tohoto množství připadá asi 70% na dvě velkokapacitní výrobní. Největší výrobce MEŘO uvádím v následující tabulce. [1, 4, 10]

Výrobce	Adresa	Výroba 1000x tun/rok
MILO Olomouc, a.s.	Hamerská 46 783 71 Olomouc	33
BIONAFTA Mydlovary	Mydlovary 90 373 49 Mydlovary	12
BIDIPO Poděbrady	441 01 Poděbrady	3
AGROPODNIK Jihlava, a.s.	Znojemská 76 586 01 Jihlava	3
ABC Třebíč	Komenského nám. 13 674 01 Třebíč	2
RPN Chrudim	AGROP 537 58 Chrudim	1

Tab. 3 Výrobci MEŘO [4]

6. Výroba bionafty

Bionafta se skládá z ropných produktů a složky některého z metylesterů olejnatých rostlin, která je nezbytná pro její výrobu. Nejčastěji se používá řepka olejka, slunečnice nebo sója. Z těchto plodin získáváme semena, která lisujeme zastudena. Ze semen získáváme olej, ze kterého pomocí esterifikace vyrábíme MEŘO. Ten již používáme jako bionaftu 1. generace nebo ho dále přidáváme společně s ropnými produkty a využíváme ho jako vícekomponentní bionaftu 2. generace.

6.1 Výroba řepkového oleje

Řepkový olej se vyrábí z řepkových semen technologií lisování „zastudena“ (tj. bez přehřevu semen). Vedlejším produktem tohoto lisování jsou řepkové výlisky s obsahem oleje okolo 15% hm. Tento vedlejší produkt se dále využívá jako krmná směs. Abychom mohli dále tento vylisovaný olej zpracovávat je vhodné z něho odstranit nečistoty. Z časových důvodů místo sedimentace se využívá filtrace oleje.

Na obrázcích je vyfocena řepka olejka:



Obr. 8 *Řepka olejka* [10]

Zařízení pro lisování olejnatých semen

Lis na olej Europecon P500



Ve spodní části je na kovové základní desce uchycen optimalizovaný motor o výkonu 5,5 KW. Lis dokáže zpracovat 1200 kg surové řepky olejné na rostlinný olej za den. Za den jsme schopní také vylisovat přibližně 430 litrů rostlinného oleje. Tzn., že z 1 kg surové řepky vylisujeme asi 0,35 l oleje. Pro snadnou manipulaci s lisem je možné ho zakoupit i na kolečkách. Pro představu tento uvedený lis nás vyjde na 114 240 Kč.

Obr. 9 Lis na olej Europecon P500 [9]

Zařízení pro filtraci oleje

Europecon-ApolloOil V500 předfiltr a F500 jemný filtr

Velmi jemný filtrační systém z nerezové oceli zaručuje pomocí nucené filtrace stálou kvalitu rostlinného oleje. Předfiltr je vybaven sáčkovým filtrem. Médium je vedeno k jemné filtraci, přičemž manometr ukazuje pomocí rozdílu tlaků stupeň znečištění filtru. Pohon se skládá z vysoce kvalitního zubového hydraulického čerpadla, které se vyznačuje výbornými vlastnostmi i při běhu na sucho. Výhody tohoto filtračního zařízení jsou vysoká kvalita čistoty (0,5 μ m), kvalitní nerezová konstrukce. Takový olej lze již použít jako palivo. Cena tohoto produktu je 117 410 Kč.

Obr. 10 Zařízení pro filtraci oleje [9]



6.2 Výroba MEŘO

MEŘO vyrábíme chemickým procesem esterifikací mastných kyselin řepkového oleje. Jedná se o chemickou reakci s metanolem za přítomnosti vhodného katalyzátoru (KOH, NaOH), která probíhá buď za běžné, nebo zvýšené teploty (v závislosti na zvolené technologii). Vedlejším produktem této přeměny oleje na MEŘO je surový glycerin. Ten se dále upravuje na čistý glycerol, který se využívá v chemickém průmyslu. [8]

Čistý MEŘO se již používá jako bionafta 1. generace nebo ho využijeme jako složku do vícekomponentní bionafty 2. generace.

Základní schéma pro výrobu MEŘO a jeho využití včetně vedlejších produktů

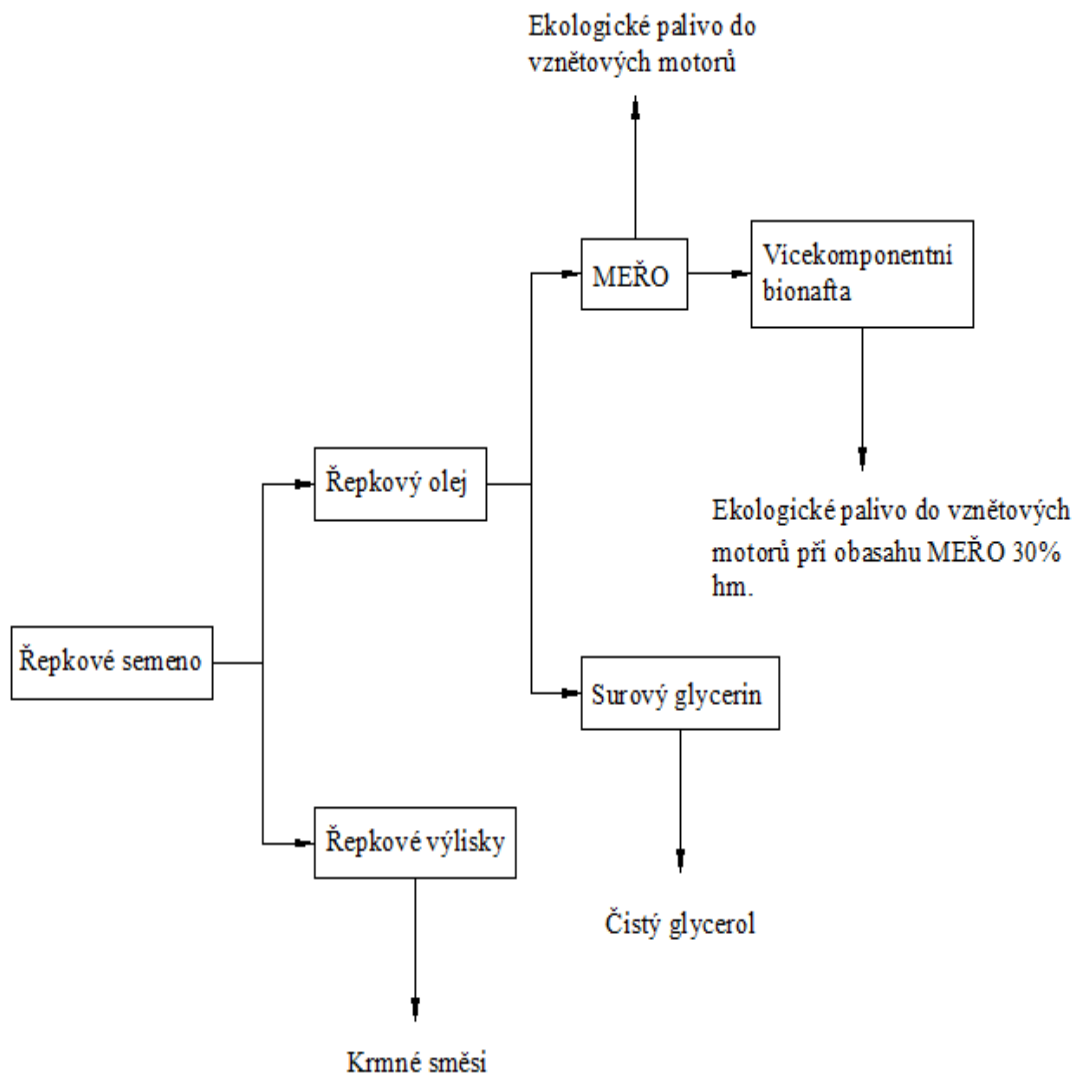


Schéma 4. Výroba MEŘO [8]

6.3 Přejít na bionaftu

Přejít na bionaftu nevyžaduje prakticky žádnou změnu v konstrukci motoru. Nejčastěji se doporučuje vyměnit palivové a vzduchové filtry a seřadit chod motoru. Palivová soustava je totožná s palivovou soustavou pro motorovou naftu, proto je možné kdykoli přejít zpět na toto palivo. Jelikož je bionafta agresivní vůči pryžím, musíme počítat s možnou výměnou pryžových dílů.

7. Vlastnosti nafty a bionafty

Vlastnosti nafty a bionafty jsou podobné. Základní rozdělení nafty a vlastnosti bionafty jsou uvedeny níže.

7.1 Vlastnosti a rozdělení nafty

V současné době se na český trh dodávají dva druhy nafty. Jedná se o naftu zimní a letní. Pro použití nafty za nízkých teplot je rozhodující teplota, při které se začínají vylučovat parafíny. Tyto parafíny ucpávají palivové filtry a znemožní tak dopravu paliva do motoru.

✚ Letní nafta je dodávána v období od 1. dubna do 31. října se zaručenou filtrovatelností do 0°C. Jedná se o druh nafty třídy B.

✚ Zimní nafta je dodávána v období od 1. listopadu do 31. března se zaručenou filtrovatelností do -15°C. Jedná se o druh nafty třídy E.

Druh nafty	Hustota při 15°C [Kg*m ⁻¹]	Viskozita při 40°C [mm ² s ⁻¹]	Filtrovatelnost [0°C]max	Norma
NM - třída A	820 ÷ 860	2.0 ÷ 4.5	5	ČSN EN 590
NM - třída B	820 ÷ 860	2.0 ÷ 4.5	0	ČSN EN 590
NM - třída C	820 ÷ 860	2.0 ÷ 4.5	-5	ČSN EN 590
NM - třída D	820 ÷ 860	2.0 ÷ 4.5	-10	ČSN EN 590
NM - třída E	820 ÷ 860	2.0 ÷ 4.5	-15	ČSN EN 590
NM - třída F	820 ÷ 860	2.0 ÷ 4.5	-20	ČSN EN 590
NM - třída 1	800 ÷ 845	1.5 ÷ 4.0	-26	ČSN EN 590
NM - třída 2	800 ÷ 840	1.5 ÷ 4.0	-32	ČSN EN 590

Tab. 4 Druhy motorové nafty [6]

Za velmi nízkých arktických teplot je nutné použít takový druh paliva, který nám nezatuhne ani neucpe palivový systém. Mezi vhodné druhy paliv do takových teplot lze zařadit naftu třídy 1 a 2. Ty mají zaručenou filtrovatelnost do -26 a do -32°C. Pomocí aditiv nebo přípravků Diesalex, Naften lze dále navýšit bod tuhnutí a filtrovatelnost paliva.

7.2 Vlastnosti bionafty a její využití v praxi

Na vlastnosti bionafty se můžeme dívat z několika hledisek. Bionafta ovlivňuje celou řadu provozních faktorů. Ať už jde o výkon, který se při použití bionafty nepatrně mění, spotřebu paliva, biologickou rozložitelnost a tím i ekologickou zátěž, chemické působení na motor nebo na jeho části.

Doplňování paliva při provozu na bionaftu – Bionafta (směsná motorová nafta – SMN) je v podstatě směs esteru řepkového oleje a motorové nafty. Proto se v podstatě nic neděje, když natankujeme čistou motorovou naftu za bionaftu. Změní se jen poměr MEŘO v palivu. Důležité proto pro každého řidiče je dobré vědět, že tato záměna nemá vliv na správnost chodu motoru. Naproti záměna bionafty a benzínu má nedozírné následky. Jestliže už dojde k záměně paliv je nutné automobil odtáhnout a zbavit celý palivový systém tohoto paliva.

Podle obsahu MEŘO rozeznáváme dva druhy bionafty. S obsahem minimálně 30% a do 5% MEŘO. Tyto dva druhy bychom měli najít i označené na stojanech čerpacích stanic jako SMN 30 a SMN 5. Podle výrobce bionafty známe nejčastěji bionaftu Setadiesel, Naturdiesel, Ekodiesel, Myradiesel a jiné.

Při používání bionafty dochází k nepatrnému nárůstu spotřeby což je kompenzováno příznivou cenou bionafty. [10]

Na obrázku je znázorněna cisternová přeprava biopaliv:

Obr. 11 Přeprava biopaliv [5]



7.3 Stabilita bionafty

Jednou z hlavních příčin bránících příznivějšímu přijetí bionafty širší veřejností je obava z poškození motoru vlivem negativního působení rozpustných i nerozpustných nečistot organického i anorganického původu, které jsou v bionaftě přítomny buď již z výroby nebo vlivem působení vzdušného kyslíku při skladování nebo tepelném namáhání v motoru. V souvislosti s termickou a oxidační stabilitou lze vymezit tři základní charakteristické oblasti nežádoucích změn. [5]

- 1) Dlouhodobá nízkoteplotní oxidace bionafty vzdušným kyslíkem při teplotě skladování nepřesahující 50°C.
 - ✚ V tomto případě se společně s oxidací negativně projevují i účinky vody přítomné v palivu, která se podílí na rozkladu bionafty a podporuje růst mikroorganismů.
- 2) Nízkoteplotní namáhání bionafty v palivovém systému vznětového motoru při teplotách 60 až 70°C.
 - ✚ Zrychluje oxidační působení kyslíku.
- 3) Krátkodobé vysokoteplotní namáhání v motoru nebo motorovém prostoru při teplotách až 150°C
 - ✚ Vede k polymeraci méně stabilních složek přítomných v bionaftě a tvorbě úsad.

7.4 Výhody a nevýhody bionafty

Se spalováním bionafty jsou spojeny výhody tak i nevýhody, které jsou popsány níže.

Výhody:

- ✚ Jedná se o biologicky rozložitelné palivo
- ✚ Částečné snížení emisní zátěže vůči motorové naftě
- ✚ Výhodná prodejní cena
- ✚ Nevyžaduje konstrukční úpravu motoru
- ✚ Částečně obnovitelný zdroj energie, rozvoj zemědělské výroby

Biologicky rozložitelné palivo – tímto palivem rozumíme palivo, které v případě úniku je schopné se rozložit z 90% za 21 dní.

Nížší emisní zátěže – při používání bionafty, klesají prakticky všechny škodlivé prvky ve výfukových plynech kromě NO_x, které mírně narůstají.

Výhodná prodejní cena – v porovnání s motorovou naftou je v současné době asi o 3 Kč na litr levnější.

Nevyžaduje konstrukční úpravu – vzhledem k velmi podobným vlastnostem bionafty vůči motorové naftě není potřeba žádná konstrukční úprava. O palivový systém je však doporučeno se více starat a dbát na jeho technický stav.

Částečně obnovitelný zdroj energie, rozvoj zemědělské výroby – estery olejnatých rostlin, které přidáváme do motorové nafty částečně splňují požadavek na hledání alternativního paliva a eliminují závislost na ropě. Další pozitivum je v navýšení zemědělské výroby a udržení zaměstnanosti na venkově. [5,10]

Nevýhody:

- ✚ Vyšší spotřeba paliva
- ✚ Agresivita vůči lakům a plastům
- ✚ Negativní vliv na olejovou náplň
- ✚ Charakteristický zápach
- ✚ Zanášení vstříkovačích trysek

Vyšší spotřeba bionafty - je způsobena nižší výhřevností paliva. Jedná se řádově o jednotky procent. Tato zvýšená spotřeba je však kompenzována příznivou cenou bionafty, čili výsledný efekt v ohledu cena – počet ujetých km vůči motorové naftě, je nulový. Jedná-li se o bionaftu 1. generace je rozdíl mezi výhřevností ještě větší a tím i spotřeba je znatelnější.

Agresivita vůči lakům a plastům – je způsobena estery mastných kyselin, které působí právě na laky a plasty jako rozpouštědlo, způsobují jejich korozi a poškozují pryžové součásti palivového systému. Tato agresivita se projevovala zvláště u bionafty 1. generace, kde podíl esterů je 100%. U bionafty 2. generace, kde podíl esterů je přibližně třetinový (30%) jsou tyto nežádoucí projevy minimalizovány.

Negativní vliv na olejovou náplň – nastává při průniku bionafty do motorového oleje. Při smíchání bionafty a motorového oleje dochází ke snížení viskozity motorového oleje a poklesu jeho mazací schopnosti. To má významný vliv na opotřebení motoru a emise výfukových plynů. Předcházíme tomu dobrým technickým stavem vstříkovačích čerpadel a včasnou výměnou poškozených dílů.

Charakteristický zápach – není nijak zvlášť nepříjemný, ovšem je nepatrně cítit i uvnitř automobilu.

Zanášení vstříkovačích trysek – dochází k němu při využívání biopaliv, má za následek ucpávání vstříkovačů. Tento problém je natolik podstatný, že ohrožuje provoz na biopaliva jako takový. [5,10]

8. Možné příčiny a důsledky poruch při používání bionafty

Z hlediska možného poškození jsou nejcitlivější především segmenty zařízení pro vysokotlaké vstřikování paliva, proto je problematice používání bionafty věnována patřičná pozornost zejména u výrobců vstřikovacích zařízení. Mezi největší světové firmy v oblasti výroby a vývoje vstřikovacích zařízení pro vznětové motory patří Bosch, Delphi Automotive Systems nebo Denso.

V následující tabulce uvádím možné příčiny a důsledky poruch, které uvádějí tyto výrobci při používání bionafty ve vznětových motorech.

Charakteristika paliva	Negativní působení - příčina poruchy	Důsledek poruchy
Estery rostlinných olejů	Křehnutí a měknutí některých plastů	Únik paliva
Zbytkový metanol z výroby bionafty	Koroze barevných kovů (Al,Zn), nízký bod vzplanutí paliva (požární rizikovost)	Koroze vstřikovacího zařízení
Zbytkový obsah pomocných chemikálií z výroby bionafty	Nerozpustné sloučeniny na bázi sodíku a draslíku	Ucpání vstřikovacích trysek
Rozpuštěná voda	Rozklad bionafty, koroze, podpora růstu mikroorganismů, nárůst elektrické vodivosti	Ucpání palivového filtru, koroze vstřikovacího zařízení, zmenšení průchodnosti palivových cest
Zbytkový obsah glycerinu z výroby bionafty, obsah nezreagované suroviny	Koroze barevných kovů, nasáknutí a zbobtnání celulózových filtrů, tvorba sedimentů a laků na pohyblivých částech	Ucpání filtrů, zablokování vstřikovačů
Zbytkový obsah mastných kyselin z výroby bionafty	Urychlení koroze kovových součástí, tvorba nerozpustných solí kyselin	Koroze vstřikovacího zařízení, ucpání filtrů, palivových cest a vstřikovačů

Vysoká viskozita bionafty při nízké teplotě	Zvýšená zátěž (přehřívání) podávacích palivových rotačních čerpadel, horší atomizace paliva ve vstřikovacích tryskách	Zkracování životnosti palivových čerpadel, horší průběh spalovacího procesu
Vyšší modul elasticity	Nárůst vstřikovacích tlaků	Zkracování životnosti vstřikovacího zařízení, nutnost častějšího servisu
Těkavé organické kyseliny vznikající při mikrobiálním napadení bionafty	Koroze kovových součástí	Koroze vstřikovacího zařízení
Produkty polymerizace bionafty při tepelném zatížení	Tvorba sedimentů a úsad	Ucpání filtrů, tvorba laků na horkých plochách

Tab. 5 Možné příčiny a důsledky poruch při používání bionafty [3,5]

8.1 Požadavky na kvalitu a výrobu bionafty

Stabilitu bionafty respektive směsné motorové nafty zásadním způsobem ovlivňuje zejména přítomnost stopových nečistot a příměsí, ale i vlastní složení esterů olejnatých rostlin. Pro kvalitu bionafty má rozhodující význam technologický postup výroby, jehož nedílnou součástí je i dokonalá rafinace výsledného produktu.

Rafinací rozumíme přečištění vyrobené bionafty vodou. Při rafinaci však vzniká velké množství odpadní vody, které se musí před vypuštěním čistit. Výstavba čističky odpadních vod bývá však nákladnou záležitostí a většinou není v ekonomických možnostech malých výrobců tuto čističku postavit. To zásadně ovlivňuje kvalitu paliva. Bionafta od těchto malých výrobců je vyznačována značně nestandardní kvalitou a bývá příčinou většiny diskutovaných problémů spojených při jejím používání.

Naopak bionafta vyrobená velkými výrobci bývá zpravidla velmi kvalitní (zájem o export do SRN). Na trhu tedy bývá kvalitní bionafta, ale zatím se nedaří o standardně vysokou kvalitu. V praxi při namíchání již malého množství nekvalitní bionafty do velmi kvalitní bionafty s vysokou pravděpodobností dojde k degradaci paliva. Zpravidla se zhorší jinak vyhovující teplotní a oxidační stabilita bionafty a tím i celkové kvalitativní parametry směsné motorové nafty obsahující minimálně 30% MEŘO. Tento pokles kvality nakonec právem vyvolá negativní reakce konečného spotřebitele, tedy řidiče. [5,7]

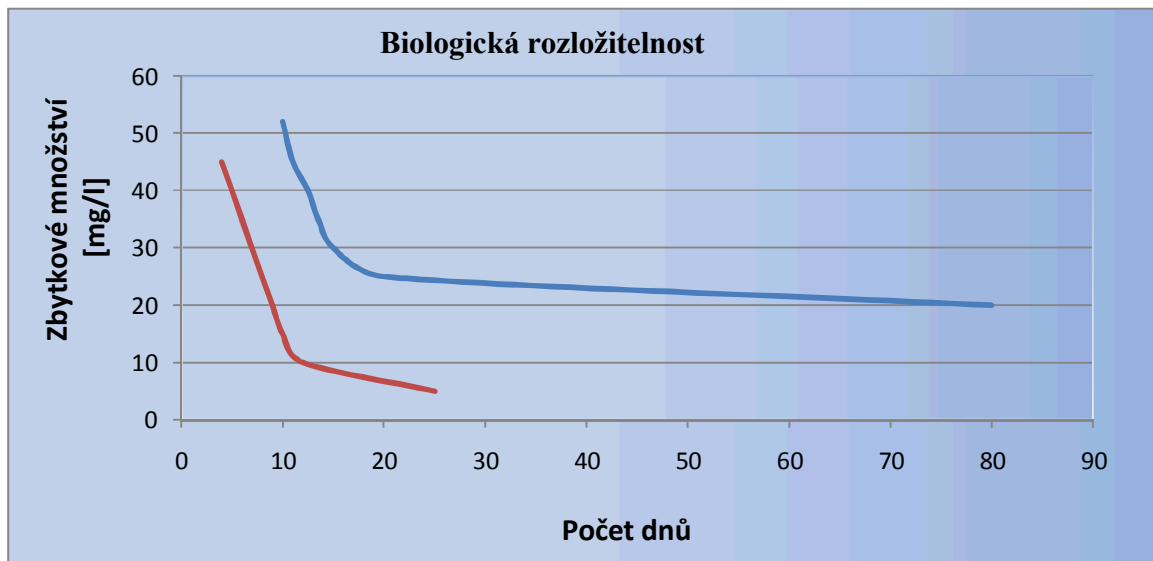
Jak zlepšit kvalitu bionafty:

- ✚ Zrušit malovýrobu MEŘO a výrobu tohoto produktu přesunout do velkých výroben s komplexním technologickým postupem včetně konečného dokonalého finálního rafinačního kroku.
- ✚ Používání směsné motorové nafty s 5% MEŘO. Pokud obsah MEŘO nepřekročí tuto hranici, tak se ani významně nezmění tepelná a oxidační stabilita.

9. Ekologické aspekty použití bionafty a její srovnání s ostatními palivy

V širší veřejnosti jsou vedeny široké diskuse o výhodách a nevýhodách použití bionafty jako ekologicky přijatelného paliva pro diesellové motory. Ve většině případů jsou bionaftě připisovány skoro zázračné vlastnosti při snižování emisí ve výfukových plynech. Pravdou je, a potvrzují to i výsledky řešení v evropském měřítku nejvýznamnějšího výzkumného projektu zabývajícího se vztahem kvality motorových paliv a emisí škodlivin z jejich spalování EPEFE (European Programme on Emissions, Fuels and Engine Technology), že vliv vozidla na emise škodlivin jsou zhruba 6x větší než vliv samotného paliva. Jinými slovy, pokud nebude spalovací motor správně seřízen a v optimálním technickém stavu, ke zlepšení emisní zátěže nedojde, ani kdyby bylo spalováno sebekvalitnější palivo.

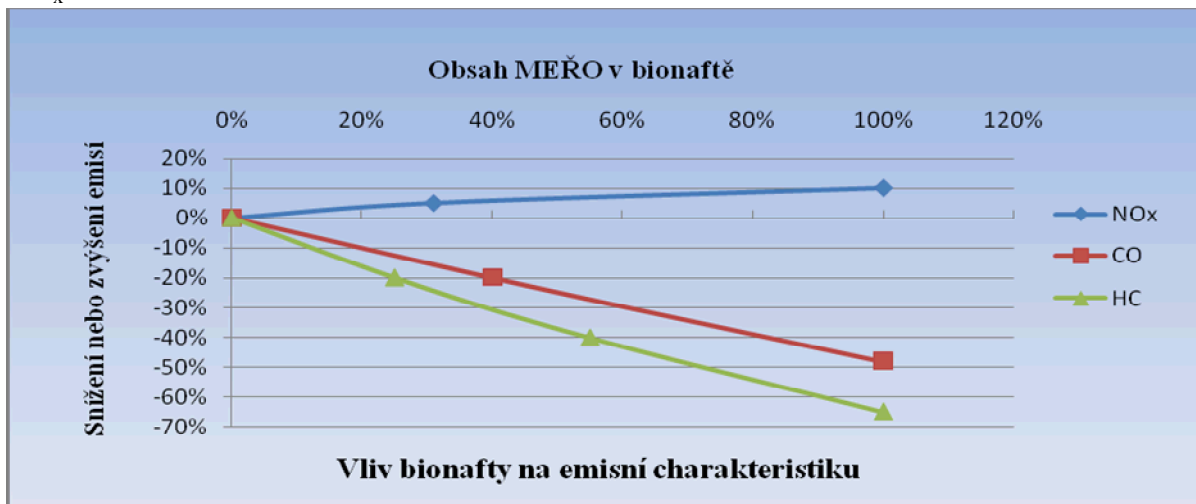
V porovnání s klasickou motorovou naftou je možné pozitivně hodnotit zejména kladný vliv použití bionafty na snížení výfukových emisí CO a kouřivosti. Proto řada řidičů automobilů s úspěchem využívají bionaftu při měření emisí v rámci STK. Na tvorbě škodlivin vedle použitého paliva se také podílí motorový olej, který proniká do spalovacího prostoru. Emise jsou tedy ovlivněny kvalitou motorového oleje (syntetický versus minerální) a stářím oleje (nový olej versus olej na konci životnosti). V případě použití bionafty 2. generace s 5% rostlinných olejů bude emisní charakteristika prakticky shodná s klasickou motorovou naftou. [5,7,10]

Porovnání biologické rozložitelnosti bionafty první generace (100% MEŘO) a motorové nafty.Graf 2 *Biologická rozložitelnost paliv* [7]

Z grafu je vidět za jak dlouho je MEŘO schopný se rozložit (červená). Oproti motorové naftě (modrá), která má s rozložením evidentní problémy, je to jednoznačná výhoda.

Vliv směsné motorové nafty na emisní charakteristiku

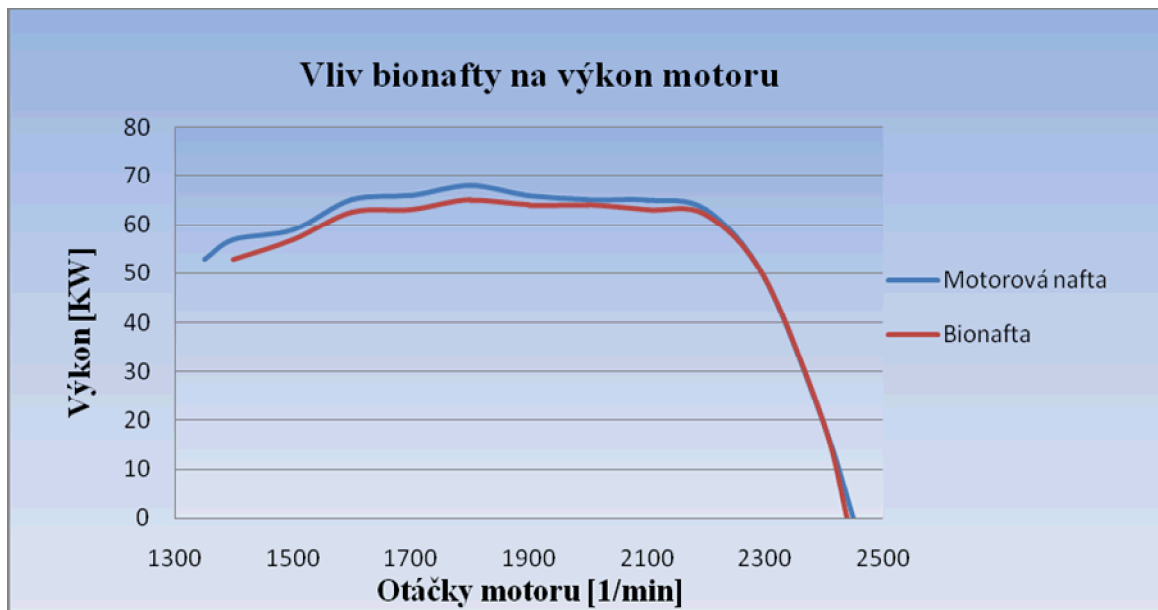
Následující graf ukazuje, jak se mění emisní charakteristika při použití bionafty vůči motorové naftě a změny poměru MEŘO v ní obsažené. Na ose x je uveden obsah MEŘO v % a na ose y je uvedena změna emisní zátěže. Jak je vidět z grafu obsah HC a CO s obsahem MEŘO klesají téměř lineárně. Ovšem jen oxidy dusíku NO_x mírně rostou. Na 30% MEŘO je zvýšení NO_x asi kolem 5%.

Graf 3 *Vliv bionafty na emisní charakteristiku* [7]

Na tomto grafu si může každý sám udělat svůj vlastní názor do jaké míry má bionafta, respektive směsná motorová nafta vliv na životní prostředí.

10. Vliv bionafty na výkon motoru

Výkon motoru je především ovlivněn výhřevností paliva. Na následujícím grafu je zobrazen průběh výkonu motoru Zetor Z-10540, který je provozován na bionaftu 2. generace. Toto palivo je srovnáno s motorovou naftou, která je použita ve stejném motoru.



Graf 4 Vliv bionafty na výkon motoru [8]

Z grafu je patrné, že vliv bionafty na výkon motoru je zanedbatelný. V praxi se pohybuje okolo 3% a jeho pokles výkonu je tak malý, že si troufám tvrdit, že ho motorista při běžném provozu snad ani nepozná.

11. Stanovení vývojových trendů

Vývoj palivových, respektive dvoupalivových systémů se vyvíjí již několik let. K tomuto trendu přispívá fakt nedostatku fosilních paliv ve světě. Vícepalivové systémy nám nabízejí i mezi výběrem pracovního média. Nemusejí to být především rostlinné oleje, ale i CNG nebo LPG. Většina automobilek si uvědomuje jaký je stav světových zásob ropy, a proto investují nemalé peníze právě do vývoje a konstrukcí motorů, které budou poháněny nekonvenčními palivy. Například česká automobilka Škoda Auto uvede na trh novou řadu Škody Fabie – Green Line. A že nejde jen o českého výrobce dokládají vozy Porsche, Ferrari, BMW a další, které vyvíjejí velmi rychlým tempem. Provoz dvoupalivových systémů na čistě rostlinný olej již prošel svým vývojem a naplno se ukázali již výše popsané přednosti a nedostatky. Mezi největší problém těchto paliv patří tvorba úsad v palivovém systému, a to především zanášení a ucívání vysokotlakých vstřikovačů, které jsou pro chod motoru nezbytné a zásadním způsobem ovlivňují provoz na rostlinné oleje jako takový.

Tento problém se snaží vyřešit i největší výrobci těchto vstřikovacích ventilů jako Bosch nebo Denso. V současné době se z vývojem pokročilo, ale tento problém stále přetrvává. Jako palivo, od kterého je slibována velká perspektiva do budoucna, se nám jeví vodík. Vodík je nejčastějším prvkem, který se vyskytuje nejen na zemi, ale i ve vesmíru. Jeho množství představované ve vodě je prakticky nevyčerpatelné. Velkou výhodou je čistota spalování vodíku, při kterém vzniká jako jediný vedlejší produkt voda. Z tohoto hlediska je vodík předurčen ke spalování v pístových motorech.

11.1 Výroba vodíku a princip činnosti palivových článků



Výroba vodíku:

Vodík můžeme vyrábět několika způsoby, a to elektrolýzou z vody, parním reformováním nebo zplyňováním uhlí. Při elektrolýze dochází k disociaci vody účinkem elektrického stejnosměrného proudu procházejícího anodou a katodou ponořených do elektrolytu. Minimální potřebné napětí je 1,24 V při teplotě 25°C a barometrickém tlaku. Výsledkem disociace je vznik atomů H^+ a OH^- , které jsou přitahovány k záporně orientovaným elektrodám. Tedy H^+ ke katodě (záporná elektroda) a OH^- k anodě (kladná elektroda).

Tuto reakci můžeme chemicky zapsat takto:



Pro pohon motorových vozidel lze vodík použít dvěma základními způsoby, a to:

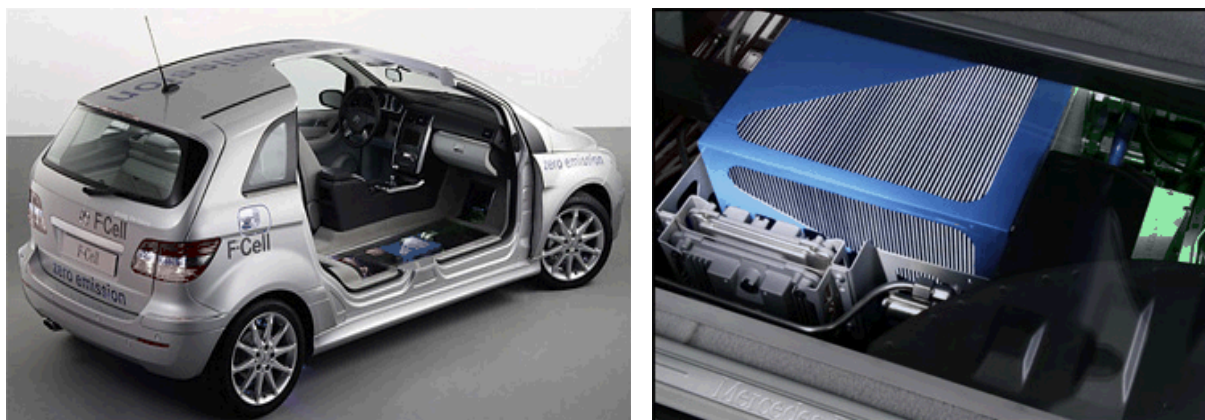
-  Jako palivo v pístových motorech
-  Jako médium pro elektrochemickou reakci v palivových člancích generující elektrickou energii vhodnou pro pohon automobilu.

Princip činnosti palivového článku:

Pro současné typy palivových článků (Fuel Cells – FC) se využívá plynný vodík. Vodík má ze všech konvenčních paliv největší energetický potenciál a je dostupný v dobré kvalitě při různých způsobech výroby. Současně s vodíkem se do palivových článků přivádí oxidační činidlo, a tím je vždy čistý plynný kyslík nebo vzdušný kyslík. Palivové články jsou při tom elektrochemická zařízení, která nepřerušovaně přeměňují chemickou energii (reakci) dodávaného vodíku a kyslíku na energii elektrickou. V FC nedochází ke spalování vodíku, ale k chemické reakci, při současné transformaci energií. Chemické reakce, které probíhají v FC, jsou inverzní k reakcím probíhajícím v elektrolýze vody, rovnice (1).

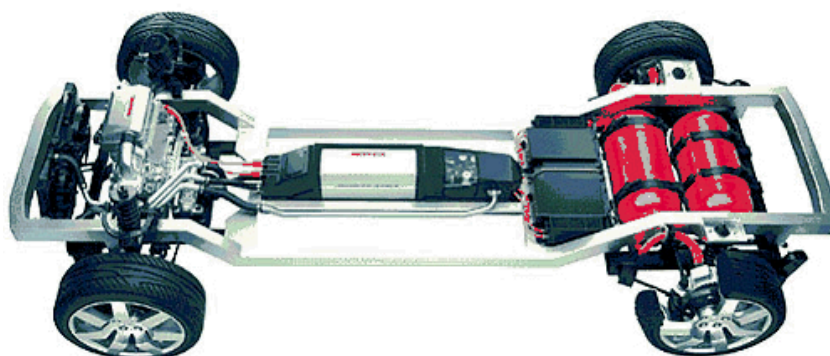
Účinnost FC:

Účinnost je dána poměrem Gibsovy energie a entalpie reakce. Pohybuje se kolem 70%. [7]



Obr. 12 Pohon na palivový článek [7]

Automobil Mercedes F-Cell, třída B, detail na svazek palivových článků.
Mercedes o výkonu 100 kW, stlačený vodík (prototyp, Ženeva - březen 2005)



Obr. 13 Vývojové trendy automobilky Honda [7]

Automobil Honda, pohled na umístění palivových článků a na nádrže se stlačeným vodíkem.

12. Závěr

Vzhledem ke stále snižujícímu stavu světových zásob ropy je stále aktuálnější hledání alternativních paliv a jejich využití v palivových systémech. Dnes již běžně řada lidí jezdí na tzv. biopaliva, mezi která patří bionafta, biobenzín nebo bioplyn. S těmito palivy je spojena řada předností, ale i nevýhod, které limitují jejich 100% využití a nahrazení konvenčních paliv. Ať už jde o rostlinné oleje nebo jejich estery mají s nimi problémy především palivové systémy. Mezi tyto problémy pak patří především tvorba úsad a zanášení vstřikovacích ventilů. S těmito nedostatky se zatím nevypořádali ani největší výrobci těchto vstřikovačů, Bosch nebo Delphi Automotive Systems.

Palivové systémy se proto stále vyvíjejí a již dnes můžeme se svým vozem jezdit na dvojí palivo. To nám umožňují dvoupalivové systémy, které nabízejí hned několik variant přestavby - Easy, Standard nebo Comfort. Tyto dvoupalivové systémy pracují na základě startu motoru na běžnou motorovou naftu a po zahřátí palivového systému na provozní teplotu samočinně řídicí jednotka přepne na rostlinný olej. Spalovat v automobilu alternativního palivo není rozhodně něco neobvyklého, je třeba ovšem více dbát na technický stav celé palivové soustavy a seřízení chodu motoru. Přestavba takového vozu však bývá i finančně náročná a vyplatí se zejména řidičům, kteří jezdí na delší vzdálenosti. U biopaliv zaznamenáváme mírný pokles výkonu motoru, tento pokles je ale tak malý, že ho běžný řidič snad ani nepozná. Hlavní požadavek na alternativní paliva a na motor ve kterém jsou spalovány, bývá co nejmenší ekologická zátěž, což se v podstatě daří, například u bionafty se mírně zvyšují jen oxidy dusíku NO_x a obsah HC nebo CO klesá.

Především automobilky, které si uvědomují, že je nutné v budoucnu přejít na jiný druh paliva investují do těchto vícepalivových systémů a vývoje nemalé peníze. Palivo, které se ukazuje jako perspektivní, je vodík. Jeho nevyčerpatelné množství je především ve vodě H_2O , ale také je to prvek, který se nejčastěji vyskytuje na Zemi i ve vesmíru.

Vodík se může vyrábět hned několika způsoby. Můžeme ho spalovat přímo ve spalovacích motorech nebo ho použít jako nosič energie pro palivové články. Ty zpravidla pracují na principu přeměny chemické energie na energii elektrickou. Provoz automobilu na vodík je maximálně šetrný k ovzduší, jeho jediným vedlejším produktem při spalování je voda. I z tohoto hlediska je to možná palivo, které za 20 až 30 let ovládne trh s pohonnými hmotami.

Seznam použité literatury

- [1] Vlk, F.: *Paliva a maziva motorových vozidel, Brno 2006*
- [2] Vlk, F.: *Vozidlové spalovací motory, Brno 2003*
- [3] Vlk, F.: *Příslušenství vozidlových motorů, Brno 2002*
- [4] Kubát, J.; Ždánský, B.; Jan, Z.: *Automobily, Brno 2001*
- [5] Odborné časopisy : *Autoexpert, Svět motorů, Technický týdeník*
- [6] Rauscher, J.: *Spalovací motory, Brno 2005*
- [7] Pospíšil, M.; Šebor, G.; Žákovec, J.: *Technicko-ekonomická analýza vhodných alternativních paliv v dopravě, Praha 2006*
- [8] Havel, J.: *Ověření bionafty ve zkušebním provozu, Pardubice 1998*
- [9] Internet : www.rostlinnyolej.cz
- [10] Internet : www.biodiesel.cz
- [11] Internet : www.petrol.cz
- [12] Internet : <http://magazin.auto.cz/>
- [13] Internet : http://cs.wikipedia.org/wiki/Hlavn%C3%AD_strana

Seznam obrázků

Obrázek 1	<i>Ukazatel stavu paliva</i>	6
Obrázek 2	<i>Automatický od vzdušňovací ventil</i>	11
Obrázek 3	<i>Dvounádržová konverzní sada</i>	11
Obrázek 4	<i>Jednonádržová konverzní sada</i>	11
Obrázek 5	<i>Předehřívací jednotka paliva</i>	12
Obrázek 6	<i>Přídavná palivová nádrž</i>	12
Obrázek 7	<i>Vyhřívání hlavy palivového filtru</i>	12
Obrázek 8	<i>Řepka olejka</i>	18
Obrázek 9	<i>Lis na olej Europecon P500</i>	19
Obrázek 10	<i>Zařízení pro filtraci oleje</i>	19
Obrázek 11	<i>Přeprava biopaliv</i>	22
Obrázek 12	<i>Pohon na palivový článek</i>	31
Obrázek 13	<i>Vývojové trendy automobilky Honda</i>	31

Seznam grafů

Graf 1	<i>Výhřevnost paliv</i>	14
Graf 2	<i>Biologická rozložitelnost paliv</i>	28
Graf 3	<i>Vliv bionafty na emisní charakteristiku</i>	28
Graf 4	<i>Vliv bionafty na výkon motoru</i>	29

Seznam tabulek

Tabulka 1	<i>Porovnání vlastností paliv</i>	13
Tabulka 2	<i>Zastoupení stopových prvků v palivu</i>	15
Tabulka 3	<i>Výrobci MEŘO</i>	17
Tabulka 4	<i>Druhy motorové nafty</i>	21
Tabulka 5	<i>Možné příčiny a důsledky poruch při používání bionafty</i>	25

Seznam schémat

Schéma 1	<i>Rozdělení uhlovodíkových paliv a paliv z biomasy</i>	4
Schéma 2	<i>Zapojení typu Standard</i>	8
Schéma 3	<i>Zapojení typu Easy</i>	9
Schéma 4	<i>Výroba MEŘO</i>	20

Seznam použitých zkratk

CČ	Cetanové číslo
CNG	Stlačený zemní plyn
ČSN 65 6507	Česká státní norma pro výrobu a zkoušení MEŘO
ČSN 65 6508	Česká státní norma pro výrobu a zkoušení SMN s min. 30% hm. MEŘO
ČSN 65 6509	Česká státní norma pro výrobu a zkoušení SMN s max. 5% hm. MEŘO
EPEFE	Projekt zabývající se vztahem kvality motorových paliv a emisí škodlivin
FAME	Metylester z živočišných druhů
FC	Palivový článek
HPF	Hlavní palivový filtr
HPN	Hlavní palivová nádrž
K	Kostra
LPG	Zkapalněný ropný plyn
MEŘO	Metylester řepkového oleje
OČ	Oktanové číslo
OP	Ohřívač paliva
OV	Odvzdušňovací ventil
P	Přepínač režimu nafta – olej (rozepnuto - nafta)
PD	Systém vysokotlakého vstřikování paliva koncernu VW
PF	Palivový filtr
PU1	Pojistka 10A
RO	Rostlinný olej
SMN	Směsná motorová nafta
SME	Metylester slunečnicového oleje
SOME	Metylester sójového oleje
U	Napětí po sepnutí klíčku
V1	3 - cestný elektromagnetický ventil
VČ	Vstřikovací čerpadlo
ZPN	Záložní palivová nádrž