

# MOTOROVÁ PALIVA Z ROSTLINNÝCH OLEJŮ

**Josef Laurin, Radek Holubec**

Technická univerzita v Liberci, Studentská 2, 460 17 Liberec  
tel.: +420 535 3150, [josef.laurin@tul.cz](mailto:josef.laurin@tul.cz), [radek.holubec@tul.cz](mailto:radek.holubec@tul.cz)

## 1. ABSTRACT: VEGETABLE OIL-BASED ENGINE FUELS

The vegetable oil-based fuels gain ground within efforts to achieve the gradual substitution of oil-based engine fuels. The paper addresses vegetable oil-based fuels' application for diesel engines. The work presents the fuel characteristics, technical potential for their use for diesel engines, and the impact on engine operational parameters, specifically on harmful engine exhaust emissions.

The paper briefly addresses the history of vegetable oil-based fuels in the Czech Republic, the current situation and potential for their use.

## 2. ÚVOD

Podle představ Evropské komise by měla být ve státech Evropské unie paliva vyráběná z ropy částečně nahrazována zemním plynem, vodíkem a biopalivy tak, že koncem roku 2010 by měl energetický podíl biopaliv pro dopravu v každém z členských států Evropské unie činit 5,75 % z energie dodané pro dopravu v benzínu a v naftě. Za biopaliva se považují kapalné nebo plynné pohonné hmoty vyráběné z biomasy: bioetanol, bionafta, bioplyn, biometanol, biodimetyléter, bio-ETBE, bio-MTBE, biovodík, rostlinné oleje a syntetická paliva, jejichž složky byly vyrobeny z biomasy.

Rostlinné oleje mají výrazně odlišné vlastnosti od vlastností motorové nafty, a proto je nelze použít jako náhradu nafty bez nezbytných úprav palivového příslušenství, případně i motoru. Další možností je přizpůsobení vlastností olejů vlastnostem motorové nafty, v současné době zpravidla transesterifikací olejů pomocí metanolu na metylestery mastných kyselin (FAME = Fatty Acid Methyl Esters), tj. na bionaftu obsahující 100 % FAME. Nejčastěji používanými palivy na bázi rostlinných olejů jsou směsi bionafty s motorovou naftou označované jako směsné motorové nafty.

K používání bionafty a směsné motorové nafty jako motorových paliv zaujímají kritická stanoviska asociace evropských výrobců automobilů a příslušenství:

- European Automobile Manufacturer Association uvádí, že bionafta může mít některé negativní dopady na provoz motorů, a proto připouští přidávat bionaftu do motorové nafty v max. množství 5 % obj.
- European association of automotive suppliers zastává názor výrobců palivového příslušenství motorů sdružených ve Joint Fuel Injection Equipment Manufacturers a souhlasí s podílem bionafty podle EN 14214 ve směsné motorové naftě v max. množství 5 % obj.

Podle vyhlášky Ministerstva dopravy a spojů ČR č. 102/1995 Sb., o schvalování technické způsobilosti a technických podmínkách provozu silničních vozidel na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů, je pro používání směsné motorové nafty s obsahem metylesteru řepkového oleje vyšším než 5 % obj. potřebný souhlas výrobců motorů.

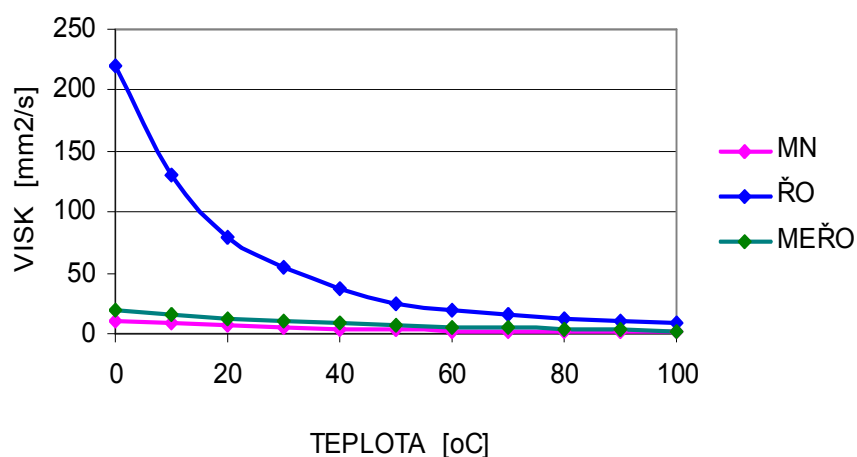
V rámci projektu Ministerstva průmyslu a obchodu ČR č. FT-TA4/066 byl na Technické univerzitě v Liberci koncem roku 2007 proveden výzkum vlivu směsných

motorových naft obsahujících jednak metylester řepkového oleje, jednak metylester slunečnicového oleje, vyvinutých ve Výzkumném ústavu anorganické chemie v Ústí nad Labem, na výkonové a emisní parametry vznětového motoru. Výsledky experimentů jsou uvedeny v dalším textu.

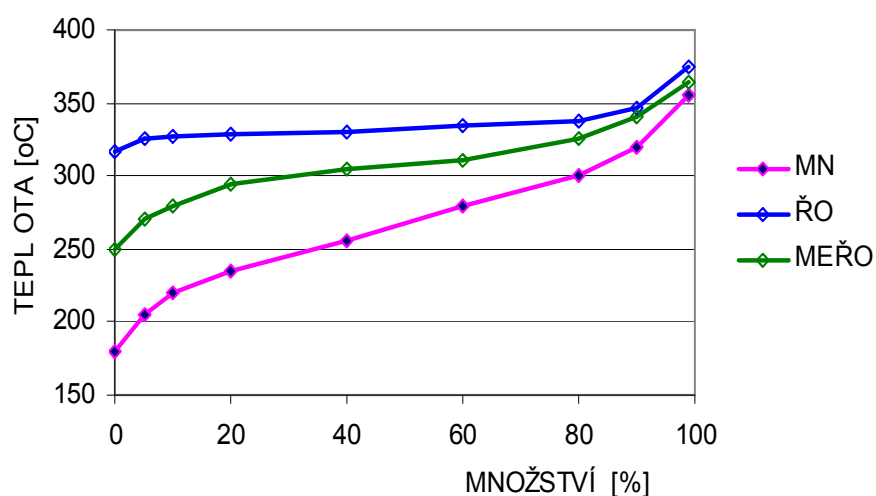
### 3. ROSTLINNÉ OLEJE

#### 3.1. Vlastností rostlinných olejů

Rostlinné oleje mají v porovnání s motorovou naftou vysokou viskozitu, vysokou teplotu vzplanutí, nízké cetanové číslo, nízkou výhřevnost a malou tepelnou stabilitu. Významnější parametry některých rostlinných olejů a motorové nafty jsou uvedeny v tabulkách 3.1 a 3.2. Závislost viskozity řepkového oleje (ŘO), motorové nafty (MN) a metylesteru řepkového oleje (MEŘO) na teplotě ukazuje graf na obr. 3.1. Na obr. 3.2 jsou destilační křivky řepkového oleje, motorové nafty a MEŘO.



Obr. 3.1 Kinematická viskozita řepkového oleje a motorové nafty v závislosti na teplotě



Obr. 3.2 Destilační křivky řepkového oleje, motorové nafty a MEŘO

Tabulka 3.1: Parametry nafty, palmového oleje a sójového oleje

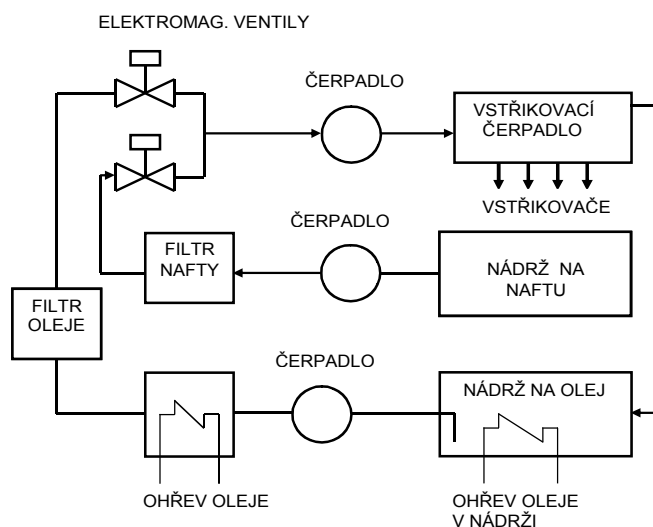
	Jedn.	Nafta	Palmový	Sójový
Hustota (15 <sup>0</sup> C)	kg.m <sup>-3</sup>	830	916	928
Výhřevnost	MJ.kg <sup>-1</sup>	42,5	36,8	36,7
Kinemat. viskozita (40 <sup>0</sup> C)	mm <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup>	3	39,8	32,6
Teplota vzplanutí P - M	<sup>0</sup> C	55	267	254
Cetanové číslo		> 51	38	38

Tabulka 3.2: Parametry nafty, řepkového oleje a slunečnicového oleje

	Jedn.	Nafta	Řepkový	Slunečnicový
Hustota (15 <sup>0</sup> C)	kg.m <sup>3</sup>	830	915	920
Výhřevnost	MJ.kg <sup>-1</sup>	42,5	36	36,5
Kinemat. viskozita (40 <sup>0</sup> C)	mm <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup>	3	35	34
Teplota vzplanutí P-M	<sup>0</sup> C	55	246	274
Cetanové číslo		> 51	38	37

### 3.2. Motory na rostlinné oleje

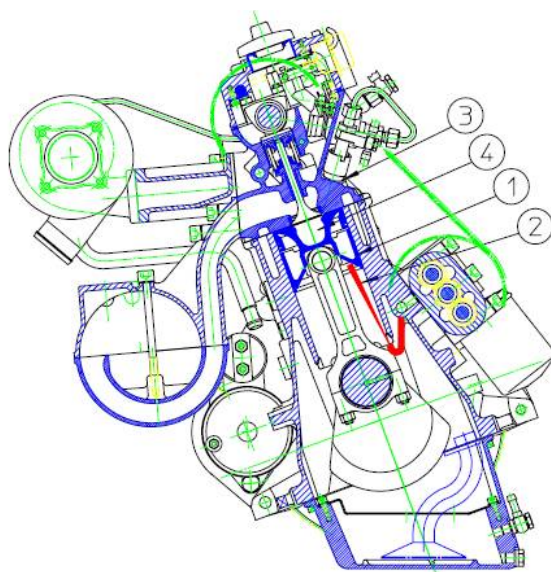
Jak již bylo uvedeno, musí být naftové motory pro provoz na rostlinné oleje vhodně upraveny. Pro bezproblémový průtok oleje palivovým systémem (palivový filtr, nízkotlaké čerpadlo, vstřikovací čerpadlo, vstřikovací trysky) za nižších teplot se viskozita oleje snižuje ohřevem chladicí kapalinou z motoru, případně i elektrickým topením. Olej se ohřívá ve vhodném místě palivového systému i v palivové nádrži. Jedno z možných uspořádání palivového příslušenství vozidlového motoru na rostlinný olej se dvěma palivovými nádržemi je schematicky znázorněno na obr. 3.3. Studený motor se spouští na naftu a na olej se přechází až po dosažení provozní teploty motoru. Pro lepší rozprášení oleje po jeho vstřiku do spalovacího prostoru nebo předkomůrky je nutné snížit viskozitu oleje jeho ohřevem na teplotu 70 až 80<sup>0</sup>C.



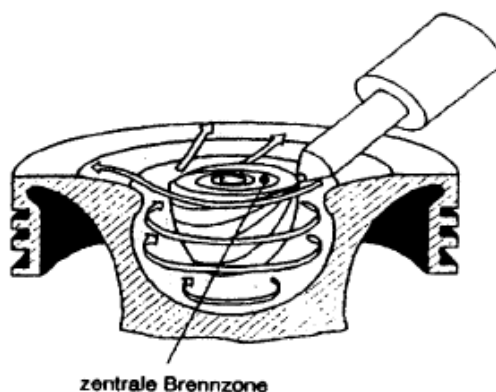
Obr. 3.3 Palivové příslušenství vozidlového motoru na rostlinný olej

Relativně vysoká teplota odpařování rostlinných olejů a nízká vznětlivost v porovnání s naftou vyžaduje vyšší teplotu ve spalovacím prostoru. Potřebné úpravy původních naftových motorů jsou odlišné u motorů s přímým a s nepřímým vstřikem paliva.

Vhodný průběh spalování rostlinných olejů **v motorech s přímým vstřikem paliva** umožňují úpravy pístové skupiny a hlavy válců. Základem může být např. řešení fy Elsbett uplatněné u motoru, jehož řez je na obr. 3.4. Horký střed kulového spalovacího prostoru tvořený zónou stechiometrického spalování je obklopen vrstvou relativně chladného vzduchu pohybujícího se vysokou rychlostí. Vrstva chladnějšího vzduchu snižuje odvod tepla, takže se ve středu spalovacího prostoru dosáhne vysoké teploty potřebné k odpaření kapek oleje vstřikovaného jednootvorovou nebo čepovou tryskou. Část pístu se spalovacím prostorem je zhotovena z materiálu Ferrotherm odolávajícího teplotě až 700 °C. Pístová skupina se chladí ostřikem mazacím olejem. Vysoké obvodové rychlosti vzduchu ve spalovacím prostoru se dosahuje vhodnou konstrukcí hlavy válců. Pohyb vzduchu ve spalovacím prostoru a zónu hoření ukazuje obr. 3.5.



Obr. 3.4 Řez motorem s úpravou Elsbett: 1- píst, 2 - chlazení mazacím olejem, 3 - vstřikovač s tryskou, 4 - spalovací prostor v pístu [4]



Obr. 3.5 Spalovací prostor s rotující vzduchovou náplní, vstřikovací tryskou a centrální zónou hoření [4]

U motoru s **nepřímým vstřikem paliva** probíhá iniciace spalování zpravidla ve vířivé předkomůrce umístěné v hlavě válců a spojené s válcem tangenciálním kanálem. Pro rostlinné oleje potřebné vyšší teploty spalování jsou v tomto případě v předkomůrce, a ne ve spalovacím prostoru v pístu. Úprava naftového motoru pro provoz na rostlinné oleje je v případě nepřímého vstřiku paliva jednodušší než úprava motoru s přímým vstřikem.

Provoz vznětových motorů na rostlinné oleje se vyznačuje specifickými problémy, spojenými s úsadami (napékáním, karbonizací) na vstřikovacích tryskách a stěnách ve válcové jednotce, které způsobují zhoršení výkonových parametrů a mohou vést i k vážným poškozením motoru. U motorů s nepřímým vstřikem paliva bývají tyto problémy menší než u motorů s přímým vstřikem.

Rostlinný olej při styku s vodou a za vyšších teplot polymeruje a tvoří shluky polotuhých látek, které mohou ucpávat průtokové průřezy v palivovém systému. Pro předcházení provozním obtížím, které by tuhé substance v palivovém systému způsobily, bývá před zastavením motoru palivový systém motoru plněn motorovou naftou. Takové opatření pak usnadní i spuštění motoru za nižších teplot.

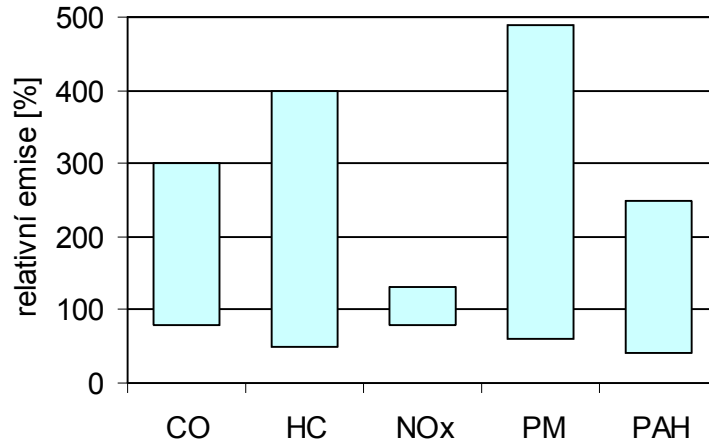
Významný rozdíl vykazuje provoz vznětového motoru s rostlinným olejem proti provozu na naftu i z hlediska stavu mazacího oleje. Při provozu na rostlinný olej se rychleji snižuje alkalita (TBN) mazacího oleje a rozbor mazacího oleje ukazuje zvýšený obsah kovových prvků (zřejmě otěrem při tření pohybujících se dílů motoru). V důsledku již zmíněné polymerace rostlinných olejů může docházet k zahušťování mazacího oleje a ztrátě jeho čerpatelnosti - viz obr. 3.6. Rostlinné oleje způsobují rychlejší stárnutí motorového oleje, a proto je nutné zkrátit intervaly pro jeho výměnu.



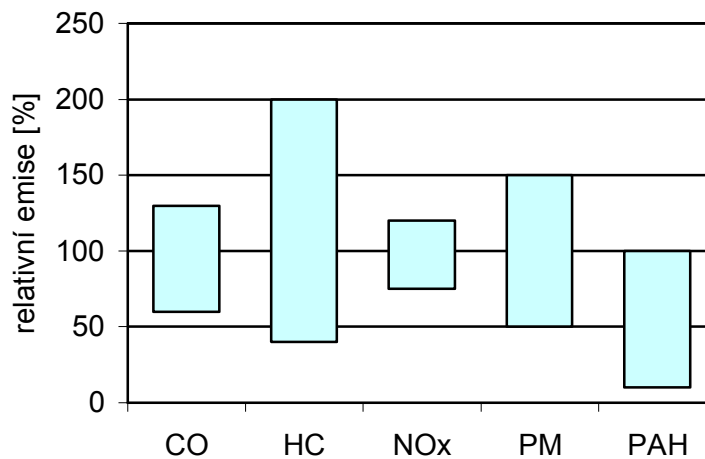
Obr. 3.6 Polymerací zahuštěný olej [19]

### 3.3 Škodlivé výfukové emise motorů na rostlinný olej

Hodnoty škodlivých výfukových emisí motorů provozovaných na různé rostlinné oleje v porovnání s emisemi těchto motorů na naftu ukazují grafy na obr. 3.7 a 3.8. Graf na obr. 3.7 ukazuje rozsah relativních hodnot výfukových emisí naftových motorů s původními písty, hlavami válců a vstřikovacími tryskami. Hodnoty emisí motoru při provozu na rostlinné oleje v % jsou vztaženy k hodnotám emisí při provozu motorů na motorovou naftu, kterým je přiřazeno 100 %. V grafu na obr. 3.8 jsou emise motorů, které byly vhodnými úpravami pístu, hlavy válců a vstřikování přizpůsobeny pro spalování rostlinných olejů.



Obr. 3.7 Relativní hodnoty škodlivých výfukových emisí motorů provozovaných na rostlinné oleje, které nebyly pro spalování rostlinných olejů upraveny [9, 11, 17, 18]



Obr. 3.8 Relativní hodnoty škodlivých výfukových emisí motorů přizpůsobených pro provoz na rostlinné oleje [9, 11, 17, 18]

## 4. BIONAFTY A SMĚSNÉ MOTOROVÉ NAFTY

### 4.1. Bionafty

Surovinami pro výrobu bionaft mohou být rostlinné oleje, např. řepkový, palmový, sójový, slunečnicový, lněný aj. V současné době se více než 80 % evropské produkce bionafty vyrábí esterifikací řepkového oleje na metylester řepkového oleje.

Jak ukazuje tabulka 4.1, v porovnání s motorovou naftou mají bionafty nižší výhřevnost, vyšší cetanové číslo, mírně vyšší viskozitu, dobrou biologickou odbouratelnost po úniku do země a obsahují značné množství kyslíku.

Bionafty mají řadu nevhodných vlastností, zejména nízkou tepelnou a oxidační stabilitu. Přítomnost glycerinu v bionaftě má za následek vznik úsad při dlouhodobém skladování a tvorbu viskózních směsí, které mohou ucpávat palivový systém, hlavně palivové filtry. Voda v bionaftě podporuje růst mikroorganismů a tvorbu kyselých kalů. Za přítomnosti vody probíhá hydrolýza esterů a vzniklé produkty mohou polymerovat. Při déletrvajícím odstavení motoru může docházet k zalepení funkčních součástí palivového příslušenství. Vzhledem k rychlejšímu znehodnocování motorového oleje je nutná jeho častější výměna. Bionafta působí nepříznivě na těsnicí materiály palivového příslušenství, na pryžové hadice a na některé barvy a laky.

Tabulka 4.1: Vlastnosti metylesterů mastných kyselin rostlinných olejů a nafty

	Jednotka	Nafta	Metylester oleje			
			Řepkový	Sójový	Palmový	Slunečnicový
Měr. hmot. (15 °C)	kg.m <sup>-3</sup>	830	883 881	889	874	885
Výhřevnost	MJ.kg-1	42,5	37,3	37,3	37,1	37,2
Viskozita (40 °C)	mm <sup>2</sup> .s-1	3,0	4,3	4,1	4,4	4,1
Cetanové číslo		> 51	52-59	51-54	63-69	51-59
Obsah kyslíku	% hm.	< 0,6	10,9	11	11,3	11,9

#### 4.2. Škodlivé výfukové emise motorů na bionafty

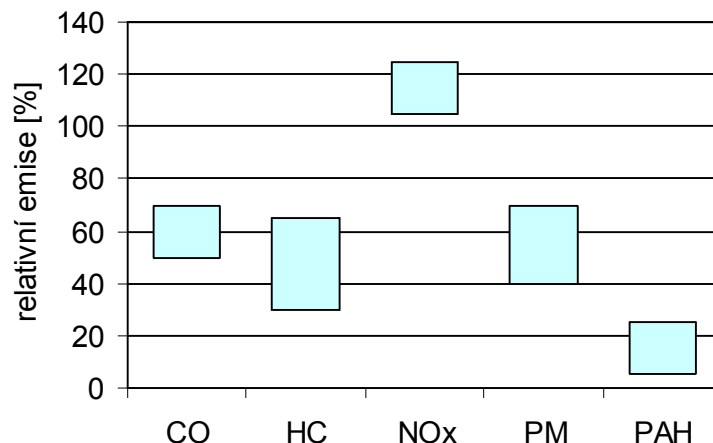
Z hlediska vzniku škodlivých emisí má velký význam kyslík obsažený v bionaftách, který zlepšuje průběh spalování v motoru, což vede ve srovnání s naftou k výrazně nižší tvorbě částic. Nižší množství částic je též důsledkem velmi nízkého obsahu síry v bionaftě. Částice s menším obsahem síry jsou méně karcinogenní.

Při spalování v motoru je významný též krátký průtah vznícení, v jehož důsledku se zmenší množství paliva shořelého při stálém objemu a hodnoty maximálních tlaků a teplot ve válci motoru jsou hlavně na počátku spalovacího procesu s bionaftou nižší. Kratší je doba trvání vysokých tlaků a teplot, což přináší ve srovnání s naftou snížení emise oxidů dusíku. Proti příznivému vlivu kratšího průtahu vznícení na tvorbu oxidů dusíku působí pravděpodobně vliv kyslíku obsaženého v palivu a ke snížení tvorby oxidů dusíku nedochází. Přínosem kratšího průtahu vznícení je u bionafty nižší tvorba nespálených uhlovodíků.

Často bývá zdůrazňován přínos bionaft rostlinného původu k vytvoření rovnováhy oběhu oxidu uhličitého v přírodě. Produkce oxidu uhličitého při spalování odpovídá jeho spotřebě při fotosyntéze. Biologická odbouratelnost např. metylesteru řepkového oleje po jeho úniku do země je přibližně 95% za 6 dnů.

Relativní hodnoty výfukových škodlivin motorů při provozu na bionafty z různých rostlinných olejů ukazuje graf na obr. 4.1. Relativní hodnoty emisí v % jsou vztaženy k emisím při provozu na motorovou naftu, jimž je přiřazena hodnota 100 %. Jedná se o zprůměrované hodnoty výsledků mnoha měření publikovaných v [5, 8, 9, 13, 14, 18].

Zkouškám při různých testech (převážně FTP) byly podrobeny různé motory, převážně motory těžkotonážních užitkových automobilů na bionafty různého původu, převážně metylester sójového oleje.



Obr. 4.1 Relativní hodnoty výfukových škodlivin motorů při provozu na metylestery různých rostlinných olejů [5, 8, 9, 13, 14, 18]

### 4.3 Směsné motorové nafty

Směsné motorové nafty jsou směsí motorové nafty a bionafty. Lze konstatovat, že směsné motorové nafty mají parametry bionaft v míře úměrné podílu bionafty ve směsi s naftou. Nepříznivé vlastnosti bionaft uvedené v odstavci 4.1 se u směsných motorových naft projeví v míře úměrné obsahu bionafty ve směsi. Při malých množstvích bionafty ve směsné motorové naftě, kdy nedojde k výraznějšímu snížení výhřevnosti směsi, nebývá nutné zvyšovat dávku paliva, při vyšších podílech bionafty ve směsi je nutné dávku zvýšit.

## 5. VÝZKUM PROVOZNÍCH PARAMETRŮ MOTORŮ NA SMĚSNÉ MOTOROVÉ NAFTY

V rámci projektu Ministerstva průmyslu a obchodu ČR č. FT-TA4/066 byl na Technické univerzitě v Liberci koncem roku 2007 proveden výzkum vlivu směsných motorových naft (SMN) vyvinutých ve Výzkumném ústavu anorganické chemie v Ústí nad Labem na provozní parametry vznětového motoru. Na naftovém motoru byla zkoumána následující paliva:

- SMN obsahující 5 % obj. metylesteru řepkového oleje (5% MEŘO),
- SMN obsahující 10 % obj. metylesteru řepkového oleje (10% MEŘO),
- SMN obsahující 5 % obj. metylesteru slunečnicového oleje (5% MESO),
- SMN obsahující 10 % obj. metylesteru slunečnicového oleje (10% MESO)
- motorová nafta (MN) použitá jako základ SMN.

Hlavní parametry paliv jsou uvedeny v tabulce 5.1.

Tabulka 5.1: Parametry vzorků paliv

Parametr/ vzorek	Jedn.	MN	5% MEŘO	10% MEŘO	5% MESO	10% MESO
Měr. hmotnost (15°C)	kg.m <sup>-3</sup>	0,8347	0,8369	0,8383	0,8375	0,8409
Viskozita (40°C)	mm <sup>2</sup> /s	2,74	2,8	2,85	2,82	2,88
Bod vzplanutí (ZK)	°C	54	73	74	74	73
Karbonizační zb.,MCRT	% hm.	0,058	0,01	0,013	0,008	0,009
Obsah síry	ppm	15,4	16,1	15,2	15,4	14,2

Mazivost ( 60°C)		603	182	179	189	192
CFPP (filtrovatelnost)	°C	-7	-5	-5	-5	-5
Oxidační stabilita	g.m <sup>-3</sup>	1,14	3,14	2,85	1,42	1,71

## 5.1 Zkušební stanoviště

Experimentální výzkum byl proveden na čtyřválcovém čtyřdobém, turbodmychadlem přeplňovaném vznětovém motoru s přímým vstřikem paliva (vrtání válců 102 mm, zdvih pístů 120 mm, max. výkon 97 kW při otáčkách 2400 min<sup>-1</sup>) umístěném na zkušebním stanovišti s hydraulickým dynamometrem SCHENCK Dynabar 630-IE a vybaveném potřebným měřicím zařízením. Pohled na zkušební stanoviště při zkouškách zachycují fotografie na obr. 5.1 a 5.2.



Obr. 5.1 Pohled na zkušební stanoviště - motor s dynamometrem a analyzátory výfukových plynů

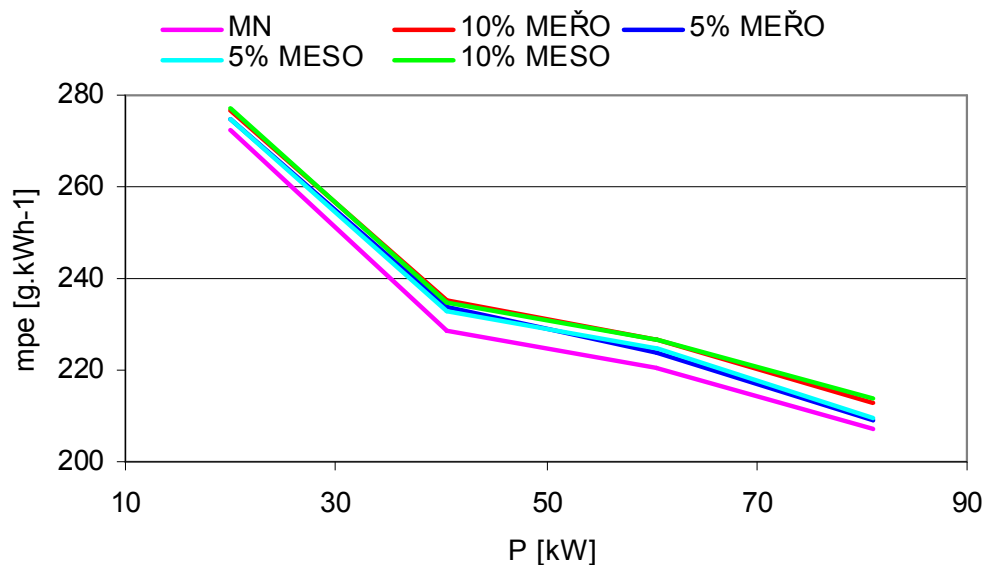


Obr. 5.2 Pohled na zkušební stanoviště – analyzátoři výfukových plynů

Pro posuzování provozních parametrů motoru při chodu na zkoumaná paliva bylo použito výsledků zjištěných v režimech chodu motoru při testu ESC prováděném v souladu s předpisem EHK 49. Porovnávají jsou měrné spotřeby paliv, celkové účinnosti, výkonové parametry a výfukové škodliviny.

## 5.2. Měrná spotřeba paliva

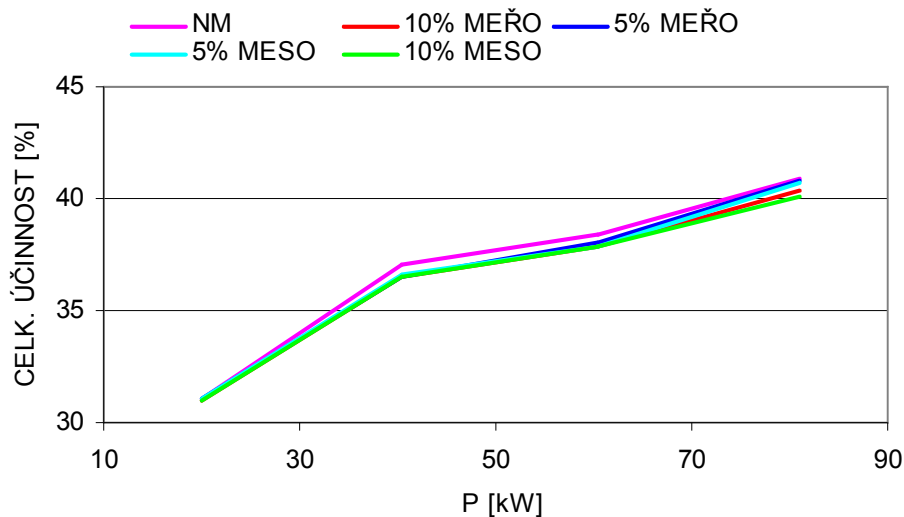
Měrné spotřeby paliva ( $\text{g.kWh}^{-1}$ ) v režimech zatěžovací charakteristiky při otáčkách  $1850 \text{ min}^{-1}$  byly u všech směsných motorových naft mírně vyšší než měrné spotřeby nafty, a to o 0,9 % až 2,9 %. Zvýšení měrné spotřeby je způsobeno nižší výhřevností směsných motorových naft a pravděpodobně i průběhem spalování v motoru. Měrné spotřeby paliv jsou v závislosti na výkonu motoru porovnány v grafu na obr. 5.3.



Obr. 5.3 Měrné spotřeby zkoumaných vzorků paliv v režimech zatěžovací charakteristiky zkušebního motoru při otáčkách  $1850 \text{ min}^{-1}$

### 5.3. Celková účinnost motoru

Celkové účinnosti motoru při provozu na zkoumané směsné motorové nafty se nacházejí v rozmezí 99,5 % až 99,8 % celkové účinnosti zjištěné při chodu motoru na naftu. Graf na obr. 5.4 ukazuje celkové účinnosti zkušebního motoru při provozu na jednotlivá paliva v režimech zatěžovací charakteristiky při otáčkách  $1850 \text{ min}^{-1}$ .



Obr. 5.4 Celkové účinnosti zkušebního motoru při provozu na zkoumaná paliva v režimech zatěžovací charakteristiky při otáčkách  $1850 \text{ min}^{-1}$

### 5.4. Výkonové parametry motoru

Výkonové parametry zkušebního motoru provozovaného na určité palivo závisí (za předpokladu stejné dávky paliva) na výhřevnosti paliva a na průběhu spalování v motoru.

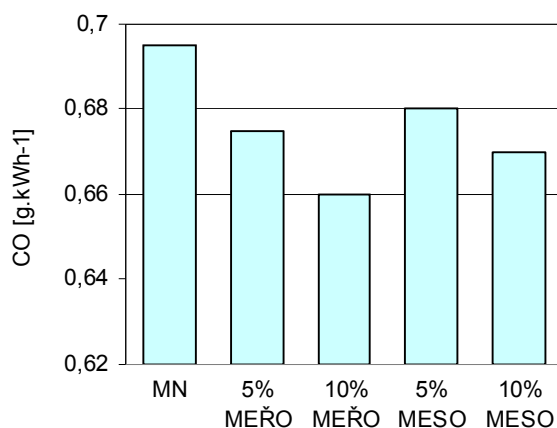
Přidání 5% obj. ani 10% obj. MEŘO nebo MESO do nafty nezpůsobuje výraznější snížení energetického obsahu. Přídavek 10% obj. MEŘO do nafty sníží výhřevnost nafty z  $35,27 \text{ MJ.litr}^{-1}$  pouze na  $35,03 \text{ MJ.litr}^{-1}$ , tj. na 99,3%, a přídavek 10% obj. MESO na

35,04, tj. na 99,33 %. Pro dosažení výkonových parametrů motoru provozovaného na naftu lze sníženou výhřevnost i případný méně dokonalejší průběh spalování kompenzovat mírně zvýšenou dávkou směsné motorové nafty vstříkované do válce.

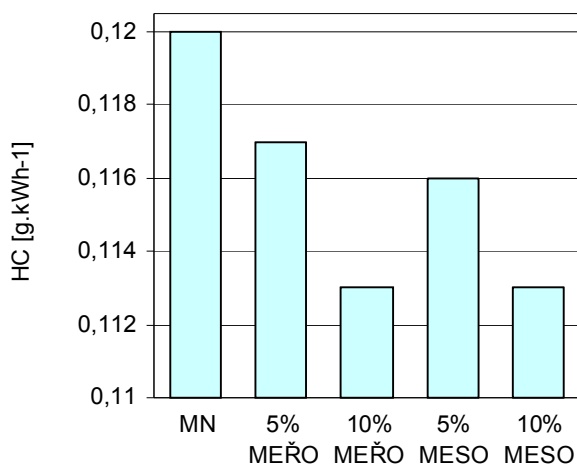
### 5.5. Škodlivé výfukové emise

Škodlivé výfukové emise byly zjišťovány podle předpisu EHK 49 při režimech ESC. Porovnání jednotlivých škodlivých výfukových emisí zkoumaných paliv ilustrují grafy na obr. 5.5 až 5.8. Lze konstatovat, že při provozu zkušebního motoru na směsné motorové nafty s obsahem 5% a 10% MEŘO a 5% a 10% MESO došlo v porovnání s provozem na naftu ke snížení měrných emisí oxidu uhelnatého, uhlovodíků a pevných částic a zvýšení měrných emisí oxidů dusíku následovně:

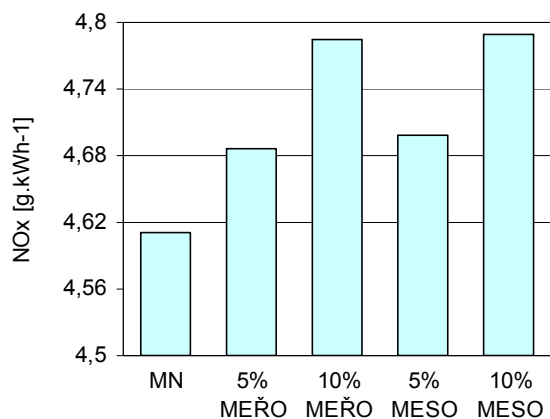
- snížení měrných emisí oxidu uhelnatého na 98,3 % (5% MESO) až 95,4 % (10 % MEŘO),
- snížení měrných emisí uhlovodíků na 97,5 % (5% MEŘO) až 94,2 % (10 % MEŘO a 10 % MESO),
- snížení měrných emisí pevných částic na 97,7 % (5% MEŘO a 10 % MESO) až 96,5 % (10 % MEŘO),
- zvýšení měrných emisí oxidů dusíku na 101,6 % (5% MEŘO) až 103,9 % (10 % MESO).



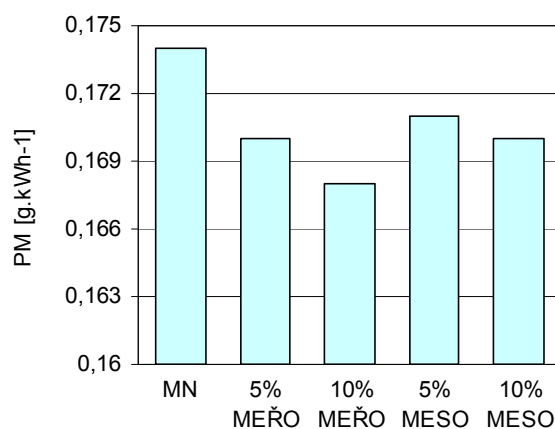
Obr. 5.5 Měrné emise oxidu uhelnatého



Obr. 5.6 Měrné emise uhlovodíků



Obr. 5.7 Měrné emise oxidů dusíku



Obr. 5.8 Měrné emise pevných částic

Odlišnost hodnot měrných emisí výfukových škodlivin motoru při provozu na motorovou naftu a při provozu na směsné motorové nafty je pravděpodobně způsobena rozdílnými průtaky vznícení paliv a obsahem kyslíku v směsné motorové naftě – viz odstavec 4.2.

## 6. HISTORIE A SOUČASNOST VYUŽITÍ PALIV Z ROSTLINNÝCH OLEJŮ V ČR

Vzhledem k dostatku a nízkým cenám paliv ropného původu nebyl do osmdesátých let minulého století o rostlinné oleje a bionafty jako motorová paliva zájem. V některých koloniích, kde ceny dovážených paliv z ropy výrazně převyšovaly ceny rostlinných olejů, podpořily britské koloniální úřady výzkum motorových paliv na bázi rostlinných olejů, např. palmového a bavlníkového z Ugandy a Nigerie. Prováděl se i vývoj hydrogenačního krakování.

Ve dvacátých a třicátých letech minulého století prováděly pokusy s různými rostlinnými oleji, např. palmovým, bavlníkovým, sójovým a arašídovým, fy Deutz, Mercedes-Benz, Bosch a Perkins, možnosti uplatnění rostlinných olejů jako motorových paliv, např. oleje podzemnicového, řepkového a čajového byly zkoumány v Číně a jojobového oleje v USA. Rostlinné oleje snižovaly výkonové parametry naftových motorů a velmi rychle znehodnocovaly mazací olej.

V ČR byla zdrojem rostlinného oleje řepka olejná, pěstovaná zpočátku v malém

množství – v roce 1933 pouze na 900 ha a v roce 1938 na více než 8000 ha. Produkce řepkového oleje byla využita hlavně k potravinářským účelům, v menší míře při výrobě mazacích olejů pro automobilové a letadlové motory.

Jako motorové palivo se začal v ČR od roku 1992 vyrábět metylester řepkového oleje v souladu s ČSN 656507 z roku 1994 „Biopalivo pro vznětové motory - Methylestery řepkového oleje“. Vzhledem k problémům, které čistý metylester řepkového oleje v provozu motorů působil, začalo se vyrábět směsné motorové palivo, tj. motorová nafta s metylesterem řepkového oleje. V roce 1995 bylo v ČR vyrobeno 11,8 tis. tun metylesteru řepkového oleje a na domácí trh dodáno 17,8 tis. tun, dovoz činil 8,4 tis. tun a vývoz 2,4 tis. tun.

V roce 1998 byla vydána ČSN 65 6508 „Motorová paliva - Směsné motorové nafty obsahující MEŘO - Technické požadavky a metody zkoušení“, podle které může směsná motorová nafta obsahovat 31 až 36 % objemových metylesteru řepkového oleje.

Požadavky na kvalitu metylesterů mastných kyselin zpřísnila ČSN EN 14214 „Motorová paliva - Methylestery mastných kyselin (FAME) pro vznětové motory - Technické požadavky a metody zkoušení“ vydaná v roce 2004.

Podle současných norem se směsné motorové nafty vyrábějí smísením motorové nafty pro mírné klima podle ČSN EN 590 „Motorová paliva - Motorové nafty - Technické požadavky a metody zkoušení“ a metylesteru řepkového oleje podle ČSN EN 14214.

Motorová nafta podle ČSN EN 590 může obsahovat max. 5 % obj. FAME. Podle ustanovení zákona č. 472/2005 Sb., o ochraně ovzduší, je od 1. září 2007 do motorové nafty v ČR přimíchávána bionafta. Během jednoho kalendářního roku má být množství bionafty přimíchané do nafty 2 % objemová z celkového množství motorové nafty dodaného na trh pro dopravní účely během tohoto roku. Splnění požadavku zákona neznamena, že by veškerá distribuovaná nafta měla obsahovat právě 2 % bionafty, ale přidané množství bionafty se může pohybovat v rozmezí 0 až 5 %. V roce 2007 bylo v ČR vyrobeno 82 tis. tun metylesteru řepkového oleje a na domácí trh dodáno 37 tis. tun, dovoz činil 9 tis. tun a vývoz 54 tis. tun. Ministerstvo zemědělství ČR předpokládá, že v roce 2008 bude spotřeba metylesteru řepkového oleje 86 tis. tun a v roce 2009 198 tis. tun.

## 7. ZÁVĚR

Rostlinné oleje mají vlastnosti výrazně odlišné od vlastností motorové nafty. Jako paliv pro vznětové motory je možno oleje využít dvěma základními způsoby:

- přizpůsobit naftové motory a jejich palivové příslušenství vlastnostem rostlinného oleje,
- rostlinný olej upravit např. transesterifikací nebo hydrokrakováním na bionaftu použitelnou pro naftové motory.

V obou uvedených případech nelze vyloučit případné problémy, které mohou být způsobeny např. vznikem úsad v palivovém příslušenství motoru nebo ve válci motoru, případně nepříznivým působením paliv rostlinného původu na motorový olej. Riziko případných závad je nižší při použití směsných paliv, tzn. směsí rostlinného oleje nebo bionafty s motorovou naftou.

European Automobile Manufacturer Association a European association of automotive suppliers zaujímají k palivům na bázi rostlinných olejů velmi kritická stanoviska, která připouští použití pro automobilové vznětové motory motorovou naftu ve směsi s nejvýše 5 % obj. bionafty.

Kapitoly 3 a 4 byly zpracovány v rámci projektu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR 1M68407700002 – Výzkumné centrum spalovacích motorů a automobilů Josefa Božka II a kapitoly 5 a 6 v rámci projektu Ministerstva průmyslu a obchodu ČR č. FT-TA4/066

## 8. LITERATURA

- [1] Ammerer, A. - Rathbauer, J. - Wörgetter, M.: Rapeseed Oil as Fuel for farm Tractors. EA Bioenergy Task 39, Subtask „Biodiesel“ Bundesanstalt für Landtechnik Wieselburg, Wieselburg 2003.
- [2] Beroun, S., Scholz, C.: Analýza problematiky spalování surových rostlinných olejů ve vznětovém spalovacím motoru. (Studie). SM 504/2004. TUL Liberec 2004, Liberec 2004.
- [3] Blažek, J. – Vojtíšek-Lom, M.: Experimental Investigation Of The Combustion Of Vegetable Oils In Diesel Engine At Low Engine Loads. In: 33 rd International Scientific Congress on Powertrain and Transport Means European KONES 2007. Polska Akademia Nauk. Warsaw, Poland, 2007.
- [4] Elsbett- firemní literatura, dostupné na: <http://www.elsbett.com>
- [5] Howell, S.: Emissions Summary for Biodiesel," MARC-IV Consulting, Inc. Memorandum to Sam McCahon, December 8, 2000.
- [6] Kubička, D. - Kubičková, I., : Výzkum vlivu motorových paliv obsahujících biosložky na chod a emise vznětových a zážehových motorů ve vozovém parku ČR (Výzkumná zpráva) Projekt FT-TA4/066. Výzkumný ústav anorganické chemie, a.s., Ústí nad Labem. Ústí nad Labem 2007.
- [7] Labeckas, G. – Slavinskas, S.: Performance of direct-injection off-road diesel engine on rapeseed oil. Elsevier. Science Direct. Renewable energy, 31 (2006) str. 849 - 863.
- [8] Laurin, J.: Výzkum vlivu motorových paliv obsahujících biosložky na chod a emise vznětových a zážehových motorů ve vozidlovém parku ČR. Zpráva spoluřešitele projektu FT-TA4/066 za rok 2007. Technická univerzita v Liberci. Liberec 2007.
- [9] Lindhjem a spol.: Impact of Biodiesel Fuels on Air Quality," ENVIRON International Corporation Task 1 Report, June 13, 2000
- [10] Loskot, K.: Tekutá paliva motorová. Českomoravské knihkupectví, s.r.o., Praha, Praha 1939.
- [11] Meyer-Pitroff, R. – Dobiasch, A. – Lachenmaier, J.: Pflanzenölbetriebene Bockheizkraft werke. Baierisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen München. München 2002.
- [12] Rakopoulos, C. D. a spol.: Comparative performance and emissions study of a direct injection Diesel engine using blends of Diesel fuel with vegetable oils or bio-diesels of various origins. Elsevier. Science Direct. Energy Conversion and Management 47, 2006, str. 3272-3286.
- [13] Remmele, E.: Standardisierung von Rapsöl als Kraftstoff – Untersuchungen zu Kenngrößen, Prüfverfahren und Grenzwerten. (Dissertation.) Technische universität München. München 2002.
- [14] Soyk, O.: Eignung von aufbereiteten Altfetten zum Betrieb eines Dieselmotors. Universität der Bundeswehr München. München 1999.
- [15] Šebor, G., Pospíšil, M., Třebický, V.: Možnosti využití biopaliv v dopravě v České republice do roku 2020. (Studie.) Ústav paliv a maziv, a.s., Praha, VŠCHT v Praze. Praha 2005.
- [16] Thuncke, K. a spol.: Erste Ergebnisse der Emissionsmessungen an Rapsölkraftstoff-Traktoren. Technologie – und Förderzentrum.

- [17] Thuneke, K. – Kern, C.: Pflanzenölbetriebene Blockheizkraftwerke. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen. München 2002.
- [18] U.S. Environmental Protection Agency: A Comprehensive Analysis of Biodiesel Impacts on Exhaust Emissions (Draft Technical Report) EPA420-P-02-001, 2002.
- [19] Vailing, I. : Rostlinný olej ako palivo pre dieselové motory. In: Biopalivá – obnoviteľné zdroje v doprave. SLOVNAFT VÚRUP, a.s., SR, Bratislava 2007.
- [20] Výsledky výzkumných prací, týkajících se vlivu různých motorových paliv na provozní parametry vznětových motorů. Technická univerzita v Liberci, Liberec 1992 – 2007.

## **9. ANOTACE**

V rámci úsilí o částečnou náhradu motorových paliv vyráběných z ropy biopalivy nacházejí uplatnění mj. i paliva na bázi rostlinných olejů. Předložený příspěvek je zaměřen na použití paliv pocházejících z rostlinných olejů pro vznětové motory. Uvedeny jsou charakteristické vlastnosti paliv, technické možnosti jejich použití k pohonu vznětových motorů a vliv paliv na provozní parametry motorů, zejména na vznik škodlivých výfukových emisí.

Stručně je shrnuta historie, současnost a výhled použití motorových paliv na bázi rostlinných olejů v České republice.