

## EMISSIONS FROM THE COMBUSTION OF VEGETABLE OIL IN A DIESEL ENGINE

Lukůvka R., Čupera J.

Department of Engineering and Automobile Transport, Faculty of Agronomy, Mendel University in Brno, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic

E-mail: xlukuvka@node.mendelu.cz

---

### ABSTRACT

The purpose of this thesis is the difference in emissions from the combustion of diesel fuel and vegetable oil in a diesel engine. The vehicle was modified to burn vegetable oil. Vegetable oil compared to diesel has different physical properties such as higher viscosity, so it has to be preheating before injected into the cylinder. Measurements were performed on the vehicle service Mendel University in Brno. For emission measurement was used system analysis Bosch ESA 3.250. Were monitored CO, CO<sub>2</sub>, HC and NO<sub>x</sub>. Smoke emissions was not monitored. Vegetable oil had higher CO and HC emissions as the diesel. NO<sub>x</sub> emissions were lower on vegetable oil. CO<sub>2</sub> emissions were unchanged. The emission characteristics show that vegetable oil has not very favorable emission of pollutants. To some extent, plays a role in the type of test vehicle. It is an older concept of a diesel engine.

**Key words:** biofuels, vegetable oil, biodiesel, emissions, diesel

## ÚVOD

Vznětový motor může mimo motorové nafty spalovat další rozmanité druhy paliv. Dle konkrétního paliva je potřeba zajistit patřičné technické úpravy, některé paliv jako např. estery mastných kyselin rostlinných olejů (metylester řepkového oleje – MEŘO) nevyžadují prakticky žádné úpravy na vznětovém motoru [1], [2]. Svými vlastnostmi jsou velmi podobné motorové naftě. U esterů mastných kyselin může nastat problém s degradací pryžových materiálů, které nejsou vůči agresivnějším účinkům odolné [3]. Paliva jako dimetyléter, etanol, metanol, LNG, CNG vyžadují poměrně složité technické úpravy, u některých zmíněných paliv se motor upravuje na zážehový. Rostlinný olej je poměrně snadno dostupný. Oproti motorové naftě vykazuje rozdílné fyzikální vlastnosti, avšak po relativně jednoduchých úpravách palivového systému jej lze spalovat v konvenčním vznětovém motoru. Lze jej používat v surovém stavu, pouze po důkladné filtraci po vylisování. Pro snížení rizika technické poruchy motoru se doporučuje používat rostlinný olej v palivové kvalitě dle normy ČSN 65 6516 [4].

Cílem měření a pokusu nebylo sledování škodlivých vlivů na spalovací motor, zejména z pohledu dlouhodobého užívání rostlinného oleje jako paliva. Obecně lze konstatovat, že mezi veřejností jsou často rozšířeny zlé mýty o provozu vznětového motoru na rostlinný olej, na *obr.1*, [5] můžeme vidět demontovaný vstřikovač upraveného vznětového motoru provozovaného velmi často na rostlinný olej.

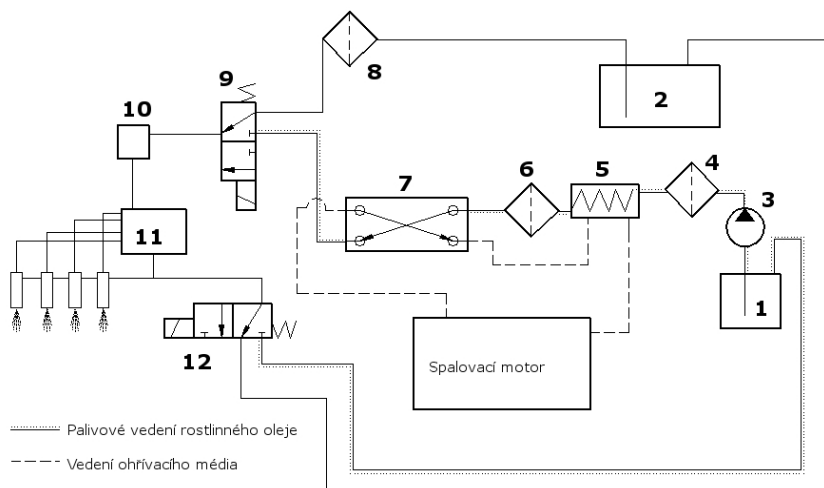


*Obr.1:* Detail vstřikovače s čepovou tryskou, vznětový motor s nepřímým vstřikováním, Fiat 1,9 TD

## MATERIÁL A METODIKA

Rostlinný olej disponuje rozdílnými fyzikálními vlastnostmi oproti motorové naftě. Jedná se zejména o kinematickou viskozitu. U rostlinného oleje je za teploty 20 °C až 20x vyšší, v závislosti na druhu rostlinného oleje [6], [7].

Rostlinný olej lze za dodržení určité technické kázně poměrně dobře spalovat v běžném vznětovém spalovacím motoru. Platí pro něj jedna nevyhnutelná zásada, a tj. předehřívání před vstřikováním do spalovacího prostoru. Předehřev rostlinného oleje snižuje jeho kinematickou viskozitu na již poměrně přijatelnou hodnotu. Maximální teplota oleje vstupujícího do vstřikovacího čerpadla je omezena zejména teplotou chladicí kapaliny motoru, použitým tepelným výměníkem a jeho teplosměnnou plochou. S důrazem na jeho rozdílné fyzikální vlastnosti [8] byl navržen zkušební dvoupalivový systém, viz. *obr.2*.



**Obr.2:** Schéma zapojení dvoupalivové soustavy zkušebního vznětového motoru

**1** – nádrž na rostlinný olej, **2** – nádrž na motorovou naftu, **3** – pomocné čerpadlo rostlinného oleje, **4** – hrubý palivový filtr, **5** – sekundární tepelný výměník, **6** – jemný palivový filtr, **7** – primární deskový tepelný výměník, **8** – naftový filtr, **9** - elektromagnetický vstupní 3/2 ventil, **10** – elektrický předehřev (není nutný), **11** – vstřikovací čerpadlo, **12** – výstupní elektromagnetický 3/2 ventil

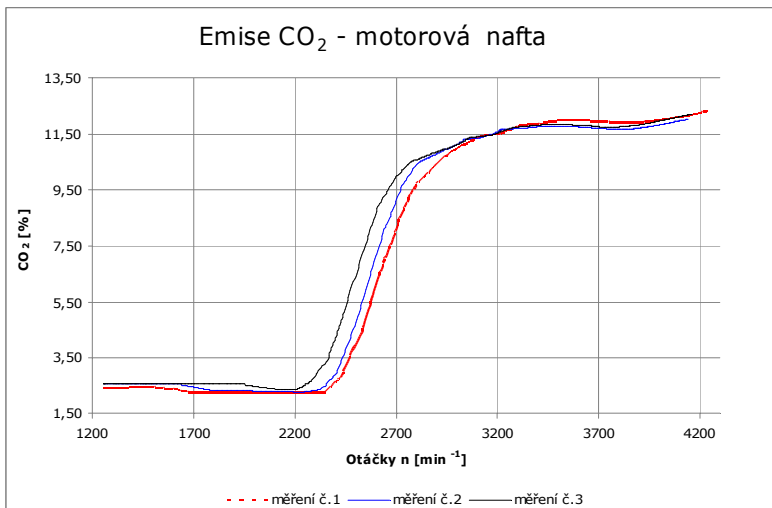
Pro měření bylo vybráno osobní motorové vozidlo Peugeot 106, 1.5D vybavené zkušebním dvoupalivovým systémem, technické parametry viz. *tab.1*.

**Tab.1:** Přehled technických parametrů motoru zkoušeného vozidla Peugeot 106

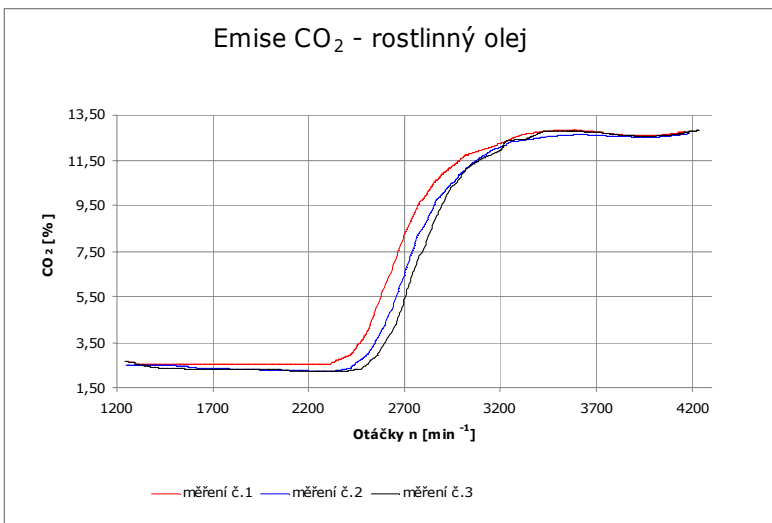
Druh, počet válců, uspořádání	Vznětový, řadový 4válec
Zdvihový objem	1525cm <sup>3</sup>
Vrtání válců × zdvih pístu	77,9×80 mm
Kompresní poměr	22:1
Max. točivý moment při ot. (Nm/min <sup>-1</sup> )	95 / 2250
Max. výkon při otáčkách (kW/min <sup>-1</sup> )	42 / 5000
Příprava směsi	Nepřímé vstřikování
Rozvod	OHC (2 ventily / válec)

Měření proběhlo na vozidlové zkušebně Mendelovy Univerzity v Brně. Vozidlo bylo podrobena dynamické jízdě na vozidlovém dynamometru MEZ 4VDM E120-D [8]. Ke stanovení emisí dopomohla systémová analýza Bosch ESA 3.250. V rámci přesunu do areálu Mendelovy Univerzity před samotným zahájením měření dosáhl motor provozní teploty. Sledovány emise CO, CO<sub>2</sub>, HC, NO<sub>x</sub>, kouřivost nesledována. Pro každé palivo byly provedeny tři měření. První tři měření proběhly při běhu na motorovou naftu, po dodatečné tepelné temperaci systému přepnuto na rostlinný olej. Získané hodnoty nebyly statisticky zpracovány. Ze získaných hodnot byly sestaveny grafy a zjištěné výsledky následně vyhodnoceny.

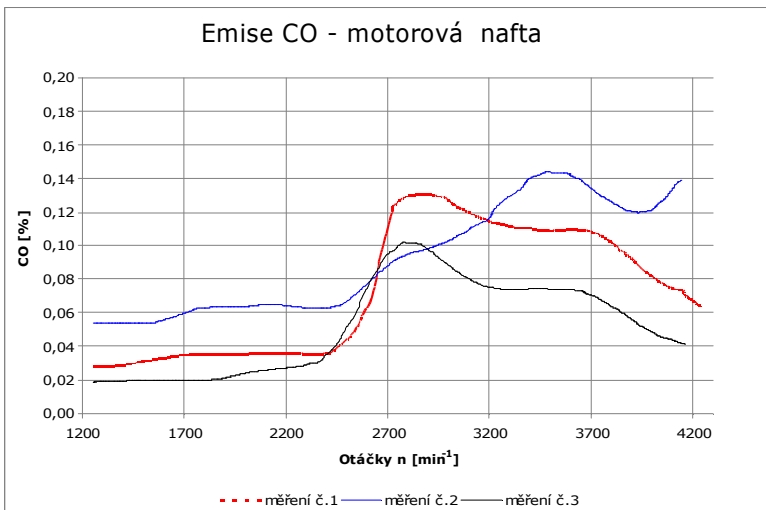
## VÝSLEDKY A DISKUZE



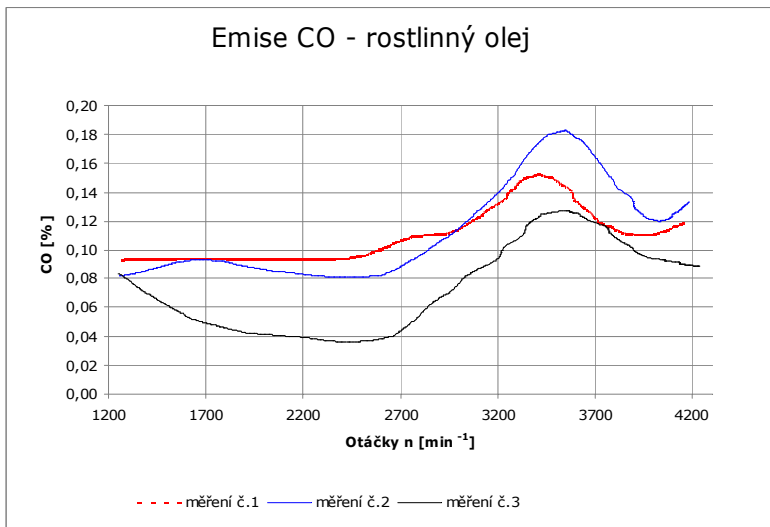
*Graf 1: Emise CO<sub>2</sub>, motorová nafta*



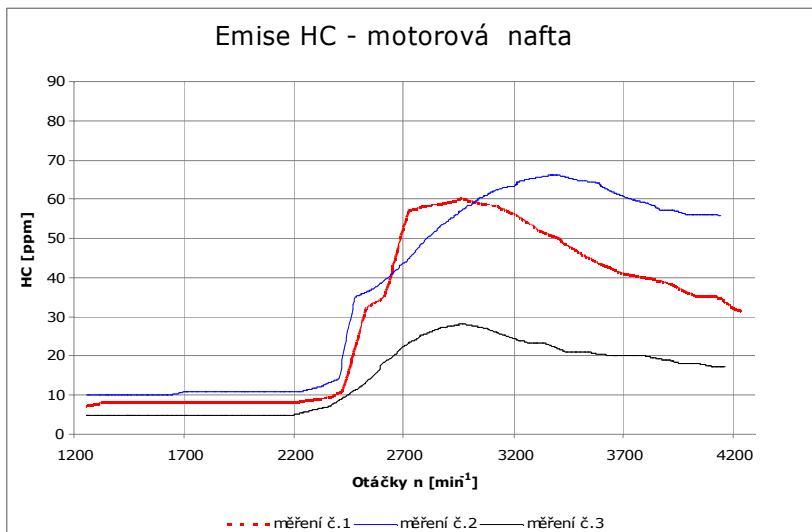
*Graf 2: Emise CO<sub>2</sub>, rostlinný olej*



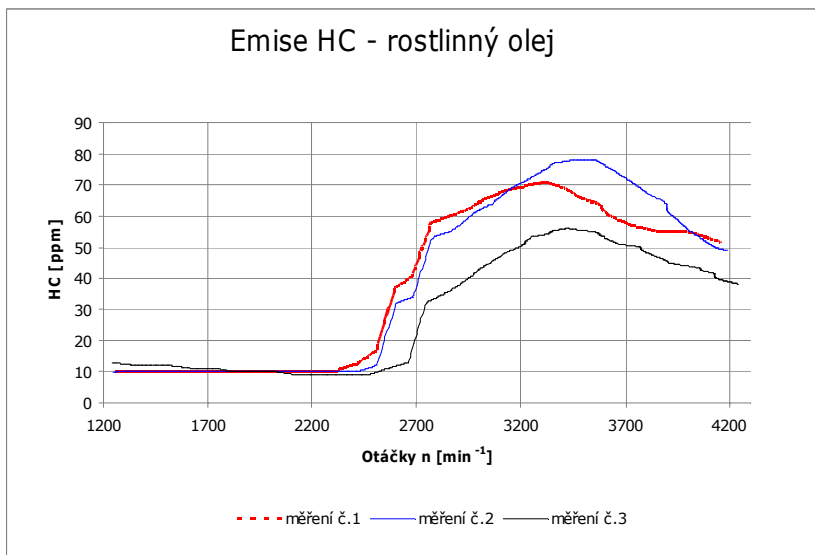
**Graf 3:** Emise CO, motorová nafta



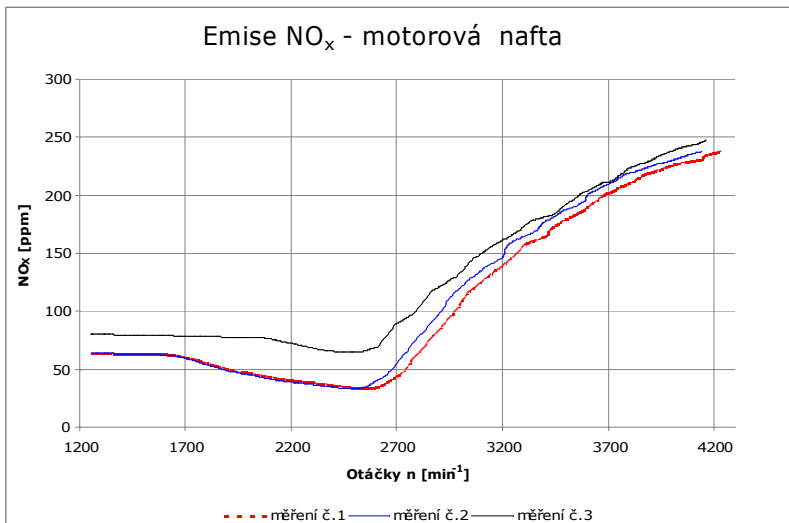
**Graf 4:** Emise CO, rostlinný olej



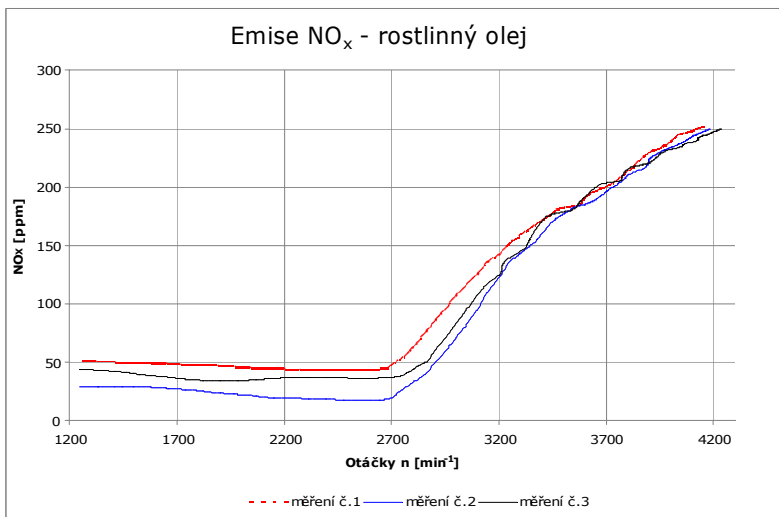
Graf 5: Emise HC, motorová nafta



Graf 6: Emise HC, motorová nafta



Graf 7: Emise NO<sub>x</sub> motorová nafta



Graf 8: Emise NO<sub>x</sub> rostlinný olej



Co se týká emisí  $\text{CO}_2$ , rostlinný olej dosáhl vyšších maximálních hodnot v porovnání s motorovou naftou, viz. *graf 2*. Rostlinný olej v nižších provozních otáčkách vykazuje víceméně stejné hodnoty emisí  $\text{CO}_2$ . Lze konstatovat, že celkový pokles emisí  $\text{CO}_2$  nebyl u zkoušeného vozidla zaznamenán.

Emise  $\text{CO}$  vykazaly navýšení v celém otáčkovém rozsahu. U rostlinného oleje můžeme pozorovat patrný nárůst již od nízkých otáček, viz. *graf 3*.

U emisí  $\text{HC}$  byl při spalování rostlinného zaznamenán mírný nárůst oleje, viz. *graf 6*. Emise  $\text{HC}$  jsou poměrně problematické, a proto takový nárůst nehraje ve prospěch rostlinného oleje.

Emise  $\text{NO}_x$  byly naměřeny nižší u rostlinného oleje, *graf 8*. V porovnání s mírou emisí při spalování motorové nafty jsou příznivější u rostlinného oleje a to v celém otáčkovém rozsahu.

Z emisních charakteristik vyplývá, že rostlinný olej nemá u zkoušeného typu vozidla výrazně příznivé hodnoty emisí škodlivin. Určitě zde hraje velkou roli použitý typ zkušebního vozidla. Jednalo se o starší koncepci vznětového motoru. U technicky novějších vznětových motorů nelze vyloučit daleko více příznivé emisní charakteristiky pro rostlinný olej.

Pro získání spolehlivých hodnot se nabízí provedení měření na vznětovém motoru ve špičkovém technickém stavu, aby bylo možno vyloučit možné ovlivnění výsledků např. horším stavem vstřikovačů, stavem spalovacího prostoru, vnikajícím motorovým olejem do spalovacího prostoru, rozdílným kompresním poměrem jednotlivých válců atp.

Zároveň by bylo vhodné provést dlouhodobější nebo rozsáhlejší měření a tím získat reprezentativní soubor dat, které budou statisticky věrohodnější. Zjištěné výsledky mají spíše orientační význam, nelze je brát jako etalon pro veškeré vznětové motory. Každý spalovací motor je svým smyslem originál, i kdyby se měření provedlo na jiném vozidle tohoto typu se shodným pohonným agregátem, nebudou s velkou pravděpodobností získány výsledky se stejnými hodnotami jednotlivých emisí. Pokud by se uvedl příklad, plně dostačuje, aby měl jeden ze zkoušených motorů horší technický stav, např. opotřebené pístní kroužky, už tento rozdíl podstatně zkreslí získané výsledky, zejména emisí  $\text{HC}$ .

## ZÁVĚR

Byly získány hodnoty, které mají vypovídací hodnotu o spalování rostlinného oleje místo motorové nafty. Výsledkem je dále potvrzení, že vznětový motor s dvoupalivovým systémem může plnohodnotně spalovat rostlinný olej.

### Lze konstatovat, že u zkoušeného vozidla Peugeot 106, 1,5D:

- nebyl zjištěn rapidní rozdíl v exhalacích při spalování rostlinného oleje a motorové nafty,
- u rostlinného oleje došlo ke snížení emisí  $\text{NO}_x$

- u rostlinného oleje došlo k mírnému zvýšení maximální hodnoty emisí CO<sub>2</sub>, v nízkých otáčkách motoru emise nezměněny,
- motorová nafta vykázala u emisí CO, HC příznivější hodnoty,
- se z ekologického hlediska se v případě rostlinného oleje nejedná o příliš výraznou a dalo by se říci i očekávanou změnu v produkci emisí.

Nelze vyloučit, že neupravený, nebo i špatně upravený vznětový motor bude vykazovat výrazné opotřebení a technické poruchy a zejména daleko rapidnější zhoršení emisních charakteristik.

Nelze doporučit spalování rostlinného oleje v neupraveném, konvenčním vznětovém motoru.

## LITERATURA

- [1] ČSN EN 14214 +A1. Motorová paliva - Methylestery mastných kyselin (FAME) pro vznětové motory - Technické požadavky a metody zkoušení
- [2] ČSN 65 6508. Motorová paliva - Směsné motorové nafty (obsahující MEŘO) - Technické požadavky a metody zkoušení
- [3] POKORNÝ, Z. *Bionafta : ekologické alternativní palivo do vznětových motorů*. 1. vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1998. 43 s. ISBN 80-7105-173-X
- [4] ČSN 65 6516. Motorová paliva - Řepkový olej pro spalovací motory na rostlinné oleje - Technické požadavky a metody zkoušení
- [5] Archiv autora příspěvku
- [6] ROUBÍČEK, V. *Technologie ropy: alternativní paliva*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava. Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství, 2000. 267 s. ISBN 80-7078-690-6
- [7] VLK, František. *Alternativní pohony motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: František Vlk, 2004. 234 s. ISBN 80-239-1602-5
- [8] Rozbor rostlinného oleje ve strojírenském zkušebnímu ústavu, evidenční číslo 39-6062