



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

POHON VZNĚTOVÉHO MOTORU ROSTLINNÝM OLEJEM

VEGETABLE OIL AS A FUEL FOR DIESEL ENGINE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PAVEL KUBĚNA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

DOC. ING. ZDENĚK KAPLAN, CSC.

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Pavel Kuběna

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Stavba strojů a zařízení (2302R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Pohon vznětového motoru rostlinným olejem

v anglickém jazyce:

Vegetable oil as a fuel for a diesel engine

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Obsahem závěrečné bakalářské práce je studium a kompilace poznatků z oblasti alternativních paliv pro vznětové motory se zvláštním zřetelem na rostlinné oleje.

Cíle bakalářské práce:

Přehledným způsobem zpracovat problematiku využití alternativních paliv pro vznětové motory se zvláštním zřetelem na rostlinné oleje. Konkretizovat možnosti přestavby vznětového motoru na rostlinný olej. Kriticky zhodnotit dosažené výsledky práce.

Seznam odborné literatury:

STONE , Richard. Introduction to Internal Combustion Engines. 3rd edition. Hampshire : Palgrave, 1999. 641 s. ISBN 0-333-74013-0.

Kameš J.: Alternativní pohony automobilů.

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Zdeněk Kaplan, CSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/2014.

V Brně, dne 22.11.2013

L.S.

prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.
Ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
Děkan fakulty



ABSTRAKT

Tato práce nabízí čtenáři bližší seznámení s problematikou provozu vznětových spalovacích motorů na jiná, než konvenční paliva.

Na začátku této práce je čtenáři nabídnuto široké množství alternativních paliv používaných od počátků automobilismu, jejich základní informace, vlastnosti, využití a technickou problematiku každého paliva.

V následující části práce se autor zabývá pouze rostlinným olejem a jeho možnostmi využití jako paliva v naftovém spalovacím motoru. Zaměřuje se na konkrétní přestavby vozidla, jejich složitost, výhody a nevýhody, na celkovou ekonomiku provozu a rizika používání rostlinného oleje místo klasické motorové nafty. Je tam zdokumentována také výkonnostní charakteristika a ekologická bilance konkrétního měřeného vozidla.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vznětový motor, biopaliva, dvounádržový systém, rostlinný olej, alternativní paliva



ABSTRACT

This thesis offers an opportunity to get closely acquainted with ignition engines running on alternative fuels.

At the beginning of this work the reader is offered a wide variety of alternative fuels since born automotive industry, their basic information, features, use, and technical issues of each fuel.

In the following part of this thesis, the author deals only with vegetable oil and its potential use as a fuel in an ignition internal combustion engine. It focuses on the specific conversion vehicles, their complexity, advantages and disadvantages, the overall economy of operation and risks of using vegetable oil instead of conventional diesel fuel. There is also documented performance characteristics and ecological balance of a particular target vehicle.

KEYWORDS

Ignition engine, bio fuels, two-tank system, vegetable oil, alternative fuels



BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KUBĚNA, P. Pohon vznětového motoru rostlinným olejem. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 46 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Zdeněk Kaplan, CSc.



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením doc. Ing. Zdeňka Kaplana, CSc. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 9. května 2014

.....

Pavel Kuběna



PODĚKOVÁNÍ

Chci poděkovat panu doc. Ing. Zdeňku Kaplanovi, CSc. za jeho čas, cenné rady, poznámky a připomínky při vypracování bakalářské práce.



OBSAH

Úvod.....	10
1 Historie alternativních paliv	12
2 Druhy alternativních paliv	14
2.1 Paliva mající původ v ropě.....	14
2.2 Paliva neropného, ale minerálního původu	15
2.2.1 CNG	15
2.2.2 LNG	16
2.2.3 Syntetická ropa	17
2.2.4 Metanol	17
2.2.5 DME.....	18
2.2.6 Generátorový plyn	18
2.3 Paliva biologického původu, biopaliva	20
2.3.1 Bioetanol	20
2.3.2 Bioplyn.....	21
2.3.3 Biodiesel.....	22
2.4 Paliva různého nebo kombinovaného původu.....	24
2.4.1 Vodík.....	24
2.4.2 Peroxid vodíku.....	26
2.4.3 Étery.....	27
3 Rostlinné oleje	28
3.1 Výroba rostlinných olejů	28
3.2 Použití čistého rostlinného oleje.....	28
3.3 Jednonádržový systém	29
3.4 Dvounádržový systém.....	30
3.4.1 Druhy dvounádržových systémů	31
3.5 Rizika provozu vozidla na rostlinný olej	34
3.6 Ekonomika provozu	34
3.7 Výkon a ekologická náročnost vozidla	35
3.7.1 Porovnání výsledků – výkon a točivý moment	36
3.7.2 Emisní charakteristika – motorová nafta	38
3.7.3 Emisní charakteristika – rostlinný olej	40
3.7.4 Porovnání emisí obou paliv.....	42
Závěr	43



ÚVOD

Od svého raného mládí jsem měl hluboký smysl pro ekologii, protože mi není lhostejné, jak se zachází s naším domovem, se Zemí. Sledoval jsem na internetu, v novinách, ve zprávách, jak lidé zacházejí s deštnými pralesy, kácí je obrovskými stroji jen s vidinou zisku, pěkného masivního dřeva na luxusní nábytek a poté výživné půdy na pěstování různých plodin. Fakt, že po pár letech půda vyschla a stala se z ní poušť už nikoho nezajímalo, pouze se vykácel další kus pralesa a pěstovalo se dál. Sledoval jsem, jak se znečišťují veškeré vody a oceány na světě, jak se hubí fauna i flóra v hojném měřítku nejen pro ukojení několika miliard žaludků, ale hlavně pro peníze. Například žraloci, jsou na Zemi už od dob dinosaurů, přežili dokonce jejich vyhubení, dlouho byli na vrcholku potravního řetězce, neměli predátora, který by je dokázal zabít, ale po příchodu dnešního inteligentního člověka se vše změnilo. Momentálně jsou žraloci na pokraji vyhynutí, ale opět nikoho vůbec nezajímá, že žraloci můžou za produkci až 70 % všeho kyslíku na Zemi, čili když vyhynou, my vyhyne také. Nejvíce ale, co jsem dlouhodobě sledoval je globální oteplování. Tání ledovců, zvedání se hladin moří, oslabení Golského proudu vlivem „zředění“ slané vody sladkou, příčinami jako je výroba energie tepelnými elektrárnami, veškerými odvětvími průmyslu, hlavně tedy průmyslem automobilovým.

Vždy jsem se snažil přírodě nějak pomoci. Recyklací, bouráním černých skládek, zhasínáním světel tam, kde to není potřeba, atd., a protože jsem se během těchto let dostal na školu se zaměřením na strojírenství, začal jsem studovat možnosti ochrany prostředí v tomto směru. Hodně jsem studoval věci, jako jsou pasivní domy, alternativní zdroje energie, hlavně tedy alternativní paliva spalovacích motorů. Už tedy od druhého ročníku střední školy jsem měl sen zrealizovat přestavbu naftového motoru na rostlinný olej. Sen se mi splnil, ale až po dlouhých pěti letech z různých důvodů.

V roce 2011 jsem si pořídil automobil Škoda Octavia combi 1.9 TDi, 81 kW, r.v. 1998 s geometricky nastavitelnými lopatkami turbodmychadla. Po sehnání druhé 22 l nádrže, 12 deskového tepelného výměníku, trojcestného elektromagnetického ventilu, několika metrů hadic a elektrického kabelu, jsem do vozidla vmontoval svůj předem schválený dvounádržový systém s manuálním řízením, tj. s 2 polohovým tlačítkem, kdy jedna poloha byla nafta, a druhá poloha byl rostlinný olej, který mě celkově stál necelých 2 000 Kč. Olej jsem naléval do originální 55 l nádrže a používal jsem většinou použitý vyfritovaný olej z různých zdrojů. Filtraci jsem řešil pomocí sít, silonek a vzduchového filtru O11 na nákladní automobil Liaz.

Na rostlinný olej jsem osobně najezdil přes 30 000 km, zažil všechny 4 roční období a řešil jsem převážně veškeré problémy, co se provozu na rostlinný olej týká. Když nepočítám čas, který jsem strávil opravami, sháněním a filtrací paliva, tak jsem při provozu na rostlinný olej ušetřil na každém kilometru 1 Kč, čili celkově přes 30 000 Kč. Poté, co jsem automobil rozbil a následně prodal z důvodu drahé opravy, měl jsem sice ještě další naftové vozidlo, ovšem ani do jednoho jsem už dvounádržový systém neinstaloval z důvodu špatného technického stavu motorů vozidel.



Ropa, nazývané také jako černé zlato, je základem všeho a je přítomna po celou dobu budování lidské civilizace. V každé kalorií jídla, které v tomto moderním světě jíme, je uhlovodíková energie z ropy a zemního plynu. Hnojiva a pesticidy se také vyrábí z ropy. Řídíme ropou poháněné stroje, abychom zaseli, zorali a zavlažili. Jídlo se balí do plastu, který je vyráběn z ropy. Veškerý plast na Zemi je vyroben z ropy. V jedné pneumatice je až několik desítek litrů ropy. Ropa je ve všem, je všudypřítomná a jenom díky ní je na světě momentálně něco kolem 7 miliard lidí.

Nástup této levné a jednoduše dosažitelné energie radikálně změnil svět v průběhu posledního století. Kolem roku 2050 ale pokryje méně než polovinu současné světové populace v jejím dosavadním způsobu života. Takže tento způsob se rozhodně musí změnit.



1 HISTORIE ALTERNATIVNÍCH PALIV

Už samotný Rudolf Diesel, který od roku 1880 pracoval v jedné pařížské firmě, která se zabývala zdokonalením spalovacího motoru při využití Carnotova cyklu, používal při pokusech jako palivo amoniak. Poté, co se stal v roce 1890 inženýrem ve firmě v Berlíně, testoval spalovací motor na uhelný prach, avšak neúspěšně. Nakonec v roce 1897 zkonstruoval vysokotlaký spalovací pístový motor se samočinným zážehem, který byl vyvolán stlačením vzduchu ve válci na 3,5 MPa. Pan Diesel si tento motor nechal patentovat a nazval ho jednoduše po sobě, Dieselův motor. K pohonu potřeboval tekuté těžké palivo, hnací olej. K zážehu paliva docházelo po jeho vstříknutí do spalovací komory se zahřátým stlačeným vzduchem. Jako palivo nejvíce používal řídké oleje, díky své ceně, které byly odpadem při rafinaci ropy. Později tento odpad dostal název „Nafta“. Místo nafty ale také hojně užíval ke svým pokusům rostlinné oleje, avšak díky dostupnosti a ceně se časem uchytila jen nafta. Když ale v roce 1898 předváděl pan Diesel svůj motor na veřejnosti, použil jako palivo předeřtý tuk z burských ořechů, protože po spálení příjemně voněl na rozdíl od nafty, která po spálení odpudivě kouřila a zapáchala. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

Karl Benz, výrobce prvního benzínového motoru na světě měl to štěstí, že s jistotou věděl, na co svůj motor pohánět. Začínal s vývojem dvoutaktního spalovacího motoru, avšak později z různých důvodů od něj ustoupil a začal se plně věnovat vývoji čtyřtaktního spalovacího motoru vsazeného do tříkolového kočáru. V roce 1885 byl s pracemi hotov, avšak bál se svůj projekt zveřejnit. O změnu jeho názoru se postarala jeho manželka Bertha, která si tajně kočár půjčila na slavnou 106 km dlouhou cestu z Mannheimu do Pforzheimu, aby svému manželovi dokázala, že vůz je spolehlivý a že o něj veřejnost bude mít zájem. Paní Benzová cestu zvládla, ale hned s několika problémy. V kopcovitém terénu musela pomáhat automobilu tlačáním, palivo si kupovala po cestě v lékárnách, protože benzín se v té době prodával pouze jako čisticí prostředek v malých lahvičkách, propálenou izolaci nahradila podvazkem, ucpaný přívod paliva pročistila vlásenkou. Takhle tedy 29. ledna 1886 vznikl první automobil na světě. Jednalo se o tříkolku poháněnou výhradně čtyřtaktním spalovacím motorem podle Ottova cyklu o výkonu 0,9 k. V roce 1893 se stala tříkolka Benz Velo prvním sériově vyráběným automobilem. Vůz byl vybaven elektrickým zapalováním, diferenciálem, vodním chlazením, avšak první modely neměly převodovku. [2]

Jakmile byly oba druhy spalovacích motorů patentovány a uvedly se do hromadné výroby, strh se souboj mezi výrobci, který trvá dodnes. Vždy se jeden vynález snaží předčít svého předchůdce, snaží se být v co nejvíce ohledech dokonalejší. Díky volné ruce co se týče dopadu spalování fosilních paliv na životní prostředí a hlavně také myšlenky nevysychajícímu zdroji ropy, dvou světovým válkám se do 70. let 20. století vyvinulo nespočet druhů různých motorů s různými technickými parametry a vlastnostmi. V potaz se bere hlavně začátek druhé poloviny 20. století, kdy se novými modely často spojovanými také s uměním a smyslem pro design, nešetřilo. Důkazem je například světoznámá výroba typických amerických



automobilů vyznačovanými robustními a dlouhými karoseriemi s velmi bohatým motorem co se objemu válců a výkonu týče. Nádherným příkladem se nabízí automobily značky Lincoln, které se drží nejen na americkém trhu od 20. let minulého století dodnes.



Obr. 1 Automobil Lincoln Continental Mark V **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

V 70. letech si svět začal intenzivně všimnout důsledku zvyšující se spotřeby motorových paliv na životní prostředí. V 80. letech se začala objevovat první snaha a posléze první pozitivní výsledky spolupráce výrobců pohonných hmot a automobilů. 90. léta pak představovala hojný nástup alternativních paliv na trh. Od té doby se tato paliva vyvíjejí a dokonce poslední roky většina automobilek schválila sériové přestavby svých vozů na další, alternativní, palivo, což je velký pokrok a výhoda nejen pro zákazníka. Hlavních důvodů, proč využívat obnovitelné zdroje paliv je hned několik:

- rostoucí spotřeba paliv
- snaha snížit výfukové plyny
- omezení zásoby ropy pouze na několik dalších desetiletí
- velké zásoby zemního plynu a methanu
- vysoká cena paliv z ropy
- nedostatek paliv z ropy díky válkám, nepokojům nebo ropným krizím
- snaha řešit problémy například s hospodářskou výrobou
- snaha se orientovat na biologicky obnovitelná paliva, která mají uzavřený okruh oxidu uhličitého [4]



2 DRUHY ALTERNATIVNÍCH PALIV

Alternativních paliv je na světě nespočet. Pro některé se musí sáhnout hluboko do historie, pro některé zase do nejmodernějších laboratoří světa. Všechny se od sebe liší různými vlastnostmi, jako jsou výhřevnost, oktanové nebo cetanové číslo, bod tuhnutí, bod vzplanutí, výbušnost, viskozita, agresivita, ekologičnost, ale také dostupností a využitelností ve spalovacích motorech. Proto v kapitolách níže uvedu jen ta paliva, která byla oficiálně schválena a použita nebo je čeká v blízké době vývoj a následné celosvětové využití. Proto například silná whisky, pravý rum, slivovice, která obsahuje velké procento alkoholu, různá ředidla, odmašťovadla, rozpouštědla, která se tankovala do pionýrů, protože v garáži jich bylo dost na rozdíl od prázdné peněženky, petrolej, letecký benzín atd., zde uvedu jen touhle informativní formou, ale dále o nich nic nebude zmíněno.

2.1 PALIVA MAJÍCÍ PŮVOD V ROPE

Hlavním představitelem je palivo, označené počátečními písmeny tří anglických slov „Liquefied Petroleum Gas“, LPG neboli zkapalněný ropný plyn. Jeho původ se datuje od roku 1910. Jedná se o vedlejší produkt při zpracovávání ropy anebo zemního plynu. Musí být skladován při tlaku až 1,4 MPa. Jeho velkou výhodou je vybudovaná rozsáhlá síť čerpacích stanic, v České republice jich je přes 600, díky které lze natankovat téměř kdekoliv, nízká spotřební daň a emise na rozdíl od benzínu. [4]

V této době je evidováno v České republice na 250 tisíc vozidel včetně autobusů, které jsou provozovány na LPG. Díky nevyvinutým přestavbám a technologiím používání v minulých letech si bohužel vytvořilo tohle palivo řadu nepřátel. Docházelo u motorů s touhle přestavbou k různým problémům jako například „zaklepání ventilů“, či jiné poškození ventilů a ventilových sedel. Z tohoto důvodu byla laboratorně vyvíjena ekologická LPG aditiva, aby už k tomuto poškození nedocházelo. [5]

Také technologie přestaveb ušla řádnou cestu. Na trhu je nabízena řada typů přestaveb, záleží jen na konkrétním motoru automobilu, zdali má karburátorové sání, jednobodé nebo vícebodé vstřikování paliva do válců a v nemalé míře také na volbě zákazníka. Vybrat se dá také z několika druhů LPG nádrží, zdali zákazník uváží toroidní nádrž místo už nepovinného rezervního kola, nebo válcovou nádrž vmontovanou do zavazadlového prostoru na úkor zbytkového využitelného prostoru. Obecně se o přestavbě na LPG tvrdí, že při použití nejmodernější technologie je výkon stejný jako při pohonu na benzín, avšak udává se zvýšená průměrná spotřeba paliva o 10 %. Jak jsem již výše ale zmiňoval, LPG přestavba má obecně špatnou pověst, dokazující to například značky zakazující vjezd automobilu s tímto pohonem do podzemních garáží z důvodu možného výbuchu paliva v nádrži, i přestože je dokázáno, že homologované ocelové nádrže na LPG jsou v nárazových testech mnohem bezpečnější než obyčejné plastové nádrže na běžné palivo pod autem, které jsou vyráběny z termoplastu a jejich destrukce je možná pouhým najetím na ostrý předmět nemluvě o výbušnosti benzínových par. Přestavba na LPG je výborná volba



pro ty, kteří ujedou ročně více jak 20 000 km a nejsou natolik líní a pohodlní jezdit na pravidelné kontroly těsnosti plynové větve. Jedinou nevýhodou je pořizovací cena, která se šplhá až k 30 000 Kč. S průměrnou úsporou 1 Kč/km a ujetím 20 000 km za rok se finance za přestavbu zákazníkovi vrátí za 1,5 roku. Kdyby byla celková přestavba automobilu na LPG o několik tisíc levnější, je dost pravděpodobné, že spousta řidičů by přistoupila k téhle alternativní volbě. [6]

2.2 Paliva neropného, ale minerálního původu

2.2.1 CNG

CNG neboli stlačený zemní plyn, byl zaváděn již ve 30. letech minulého století v Itálii, protože Itálie patří mezi nejvýznamnější země, co se používání alternativních paliv týče. Je lehčí než vzduch, což je chápáno jako určitý prvek bezpečnosti. Kromě produkovaného formaldehydu, je tohle palivo o hodně čistší než běžný ropný benzín či nafta. Emise oxidu uhličitého se průměrně pohybují mezi hodnotami 120 až 140 g/km. Zkušenosti z praktického užívání vozidel na CNG oproti naftě potvrdily výrazné snížení emisí pevných částic, které jsou u naftových motorů nejvíce řešený problém, díky karcinogenním vlastnostem. Kouřivost u vznětových motorů je prakticky nulová, je také zaznamenán rapidní pokles oxidů dusíku a oxidu uhelnatého. Spaliny neobsahují oxid siřičitý, nepřidávají se také do CNG žádná aditiva ani karcinogenní přísady, motory mají celkově tišší chod díky „měkčímu“ spalování směsi ve válcích. [4]

Mezi další výhody přestavby patří nízká cena paliva, 1 kg CNG se pohybuje v České republice včetně DPH okolo 25 až 26 Kč/kg, což odpovídá 17,80 až 18,00 Kč/m³ CNG. S průměrnou spotřebou 8l/100 km nafty či benzínu je průměrná spotřeba 8 m³. Co se týče bezpečnosti, díky plnicímu tlaku 20-30 MPa, musí být konstrukce nádrží robustní a opatřená speciálními multifunkčními ventily. Celkově je tahle přestavba bezpečnější a provozně levnější než pohon automobilu na LPG. Malým důkazem je například to, že automobily s CNG můžou do podzemních garáží na rozdíl od vozidel s LPG.

Mezi hlavní nevýhody patří zatím nedostatečná infrastruktura čerpacích stanic v České republice. V současnosti je evidováno 52 veřejných CNG stanic, ale jejich počet, díky zvyšující se popularitě tohoto paliva, rychle roste, což ale nemění nic na tom, že dojezd takového vozidla je podstatně nižší než u klasického. Dojezd se pohybuje v rozmezí od 100 až do 250 km, záleží na konkrétní konstrukci přestavby, na typu auta, zdali je malé osobní auto, SUV, dodávka nebo velký nákladní automobil. Čím větší je totiž vozidlo, tím větší jsou nádrže na palivo, které je možné do vozidla vmontovat. Pořizovací cena ovšem také není jedna z levných investic, šplhá se totiž až k hranici 80 000 Kč nemluvě o pravidelných revizích, které také stojí několik set korun. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**



Obr. 2 VW Passat Ecofuel na CNG [8]

2.2.2 LNG

LNG je zkapalněný zemní plyn. V dnešní době na LNG pohon jezdí přibližně jen několik tisíc automobilů a to především v USA. V dalších letech je očekáván nárůst využívání LNG v Číně, Korei, Anglii, Německu a Španělsku.

LNG se skládá převážně z metanu, malé procento zaujímají etan, propan, dusík, atd., který je podchlazen na $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ při atmosférickém tlaku. Tahle kapalina je velmi studená, průzračná, netoxická, bez zápachu a s malou viskozitou. Zkapalněný zemní plyn má cca 600x menší objem než plyný zemní plyn CNG. Zápalná teplota LNG je $540\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Mezi výhody LNG patří hlavně větší dojezd vozidla, oproti přestavbě na CNG, na hodně podobnou úroveň automobilu na klasické ropné palivo. V energetickém porovnání s jedním litrem benzínu se spotřebuje 1,5 litru LNG a s jedním litrem nafty 1,7 litru LNG. Je to vysoce čisté palivo s minimálním obsahem škodlivých emisí, díky rapidnímu rozdílu mezi objemy je potřeba menší a lehčí nádrž, což se také pozitivně odráží ve velikosti zbytkového využitelného zavazadlového prostoru. Doba plnění je srovnatelná s klasickými palivy a oproti benzínovému automobilu je pohon vozidla na LNG bezpečnější díky zápalné teplotě.

Hlavní nevýhodou je nutnost uchovávání paliva za velmi nízkých teplot. Při delším nepoužívání vozidla se rapidně odpařuje palivo z nádrže a díky potřebě složitější technologie je také celková přestavba automobilu mnohem nákladnější v porovnání s přestavbou vozidla na CNG. [9]



2.2.3 SYNTETICKÁ ROPA

Syntetická ropa je produktem tzv. GTL technologie (Gas-to-liquid). Výroba spočívá ve 3. stupňovém procesu, kde je v první části zahrnuta výroba syntézního plynu (směs CO a H_2 v poměru 2:1), poté následuje Fischer-Tropochova syntéza poskytující ze syntézního plynu vysokomolekulární parafíny a následně je na řadě hydrokrakování a destilace produktů podobné dnešním rafinérským procesům. Hlavním produktem je kvalitní, bezsírná a nízkoaromatická motorová nafta. [4] Tahle technologie je známá už od 20. let minulého století a hojně se užívala v Německu za 2. Světové války vlivem nedostatku klasického ropného paliva, poté se používala také v Japonsku. Momentálně technologie a spotřeba vzrostla natolik, že společnost Shell buduje velký závod na syntetickou ropu v Kataru, který je projektovaný na 10 miliónů tun paliva ročně, což aspoň trochu uhasí už tak moc velkou poptávku po ropě. [10]

2.2.4 METANOL

Metanol může být vyráběn ze zemního plynu, dřeva, komunálních odpadů, převážně je ale znám jako vedlejší produkt při výrobě dřevěného uhlí. Největší množství metanolu jsou dnes produkovány v USA, Švédsku a Brazílii.

Metanol je pro člověka jedovatá kapalina, je čistá a bez zápachu. Energetická hodnota metanolu, díky větší účinnosti při spalování ve válcích, je vyšší než energetická hodnota benzínu. Stoupá z 18 MJ/l na 22,5 MJ/l. Metanol se také vyznačuje velmi univerzálním využitím, hlavně tedy při chemických procesech.

Automobily, které jezdí na metanol mají velmi podobné výkonnostní a dojezdové vlastnosti jako vozidla poháněné klasickým ropným palivem. Může se také jezdit na směs benzínu nebo nafty s metanolem, avšak i na čistý metanol, ovšem takové vozidlo potřebuje menší přestavbu. Naftové motory je potřeba vybavit zapalovacím systémem. V USA se metanol prodává jako směs M85 (85 % metanol, 15 % benzín) pro osobní a malé nákladní vozidla a nebo M100 (100 % metanol) pro nákladní vozidla. V současnosti jezdí po USA asi 15 000 automobilů na tohle palivo.

Mezi výhody metanolu patří hlavně jeho vlastnosti vůči klasickým palivům. Metanol má vůči klasickému benzínu vyšší oktanové číslo, asi 105, načež benzín má mezi 92 a 98. Vyšší oktanové číslo znamená vyšší účinnost paliva a rapidní omezení nežádoucích výbuchů mimo spalovací komoru válce, tzv. detonační hoření. Naopak, použitím u naftových motorů metanol vykazuje menší cetanové číslo oproti naftě, což s sebou vede řadu komplikací jako horší starty, menší výkon, hlučnější a tvrdší chod motoru a také celková spotřeba vozidla. Proto se buď vyžaduje výše zmíněná menší přestavba motoru anebo míchání metanolu s naftou v minimálním poměru. Výhodou je také to, že metanol má vysokou kalorickou hodnotu, má nižší teplotu hoření, produkuje až o desítky procent méně emisí než klasická ropná paliva a všeobecně je více bezpečný. Je méně prchavý než benzín, dá se uhasit



jednoduše vodou díky jeho rozpustnosti ve vodě a požár jde zlikvidovat z bezprostřední blízkosti od ohně díky nízké teplotě plamene.

Nevýhodou metanolu je, že způsobuje rychlejší rezavění kovových částí, má vlastnost odstraňovat oleje tam, kde jsou potřeba a má také nepříznivý vliv na plasty či pryž. Metanol má neviditelný plamen, což se redukuje přidáním pouhých 15 % benzínu. Dále, metanol je velmi toxický, jak při vdechnutí výparů, tak při kontaktu s kůží či sliznicemi. Studené starty v zimních měsících se musí řešit předehřátím paliva. Při těchto startech vzniká formaldehydový zápach, dokud se motor neohřeje na určitou teplotu. Pomocí okysličovacích katalyzátorů se tahle doba zkrátila na dvě minuty. Průměrná spotřeba je zhruba 2x větší než klasické ropné palivo a společně s 2x větší cenou (v USA) je provoz finančně velmi náročný. [11]

2.2.5 DME

Dimethylether, neboli DME je palivo vyvinuté jen před několika lety. Momentálně je stále ve stádiu vývoje a testování prvních vozidel s přestavbou na tohle palivo. Velká výroba a využití DME je očekávána až po roce 2020, od kdy bude těžba ropy na svém vrcholu a dále bude jen upadat.

Jako výchozí surovina se bude pravděpodobně používat zemní plyn. Díky tomu, že má vyšší cetanové číslo než motorová nafta, bude se používat převážně u vznětových motorů. Pro jeho vlastnosti, jako například nízký bod varu, nízká výhřevnost, nízká mazací schopnost a nízká viskozita, je palivo potřeba uchovávat v tlakových nádržích a celá palivová soustava musí být dokonale těsná. Aby nedocházelo k poškození pohyblivých částí palivového systému vlivem nízké mazací schopnosti, je potřeba tohle palivo aditivovat vhodnou příměsí. Z měření vozidla s pohonem na DME vyplývá, že výkonnostní parametry a účinnost jsou srovnatelné jako provoz vozidla na naftu. Při spalování DME ve válcích vzniká v porovnání s naftou výrazně nižší množství oxidů dusíku a pevných částic, obsah CO je v případě DME vyšší, ale snadno se redukuje pomocí oxidačního katalyzátoru.

Předpokládá se, že cena DME bude zanedlouho nižší než cena paliv rostlinného původu. Transport, uskladnění a distribuce bude velmi podobná jako v případě LPG. [12]

2.2.6 GENERÁTOROVÝ PLYN

Je to syntetický plyn, který slouží jako palivo v průmyslu, především v hutnictví, sklářství, atd. Získává se v tlakových generátorech reakcí rozžhavených tuhých paliv s vodní párou, vzduchem anebo jejich směsí.

Jedním z generátorových plynů je dřevoplyn. V automobilovém průmyslu s ním bylo hojně manipulováno za 2. světové války, v některých oblastech 3. světa je v malé míře používán doposud. [13] Dřevoplyn je produkt zplyňování biomasy, při kterém uhlík v molekulách reaguje za vysoké teploty s párou nebo kyslíkem, čímž vzniká směs oxidu uhelnatého, vodíku, metanu a oxidu uhličitého. V generátorech ale také vzniká nemalé



množství dehtových látek, prachu, alkálií, sloučenin síry a dusíku, atd., proto je nutné jeho následné nízkoteplotní anebo účinnější vysokoteplotní filtrování, dále pak katalytické odstraňování dehtů. Poté je možno plyn rovnou použít do naftových motorů či plynových turbín.

Při pohonu naftového automobilu na dřevoplyn je nutná velmi složitá, těžká a prostorově náročná přestavba. Celá výroba tohoto plynu se musí přemístit na vozidlo tak, aby přestavba nepřekážela v řízení a neomezovala mobilitu vozidla. Druhů přestaveb je nespočet, některé se hojně užívaly, některé zůstaly jen popsány v knihách. Jednou přestavbou, pomíjenou jen teoreticky, je zplyňovací generátor s katalytickým štěpením. Celková koncepce spočívá ve využití generátoru s katalytickým štěpením dehtu pomocí poniklovaných trubek, kterými za vysoké teploty prochází dřevoplyn a nikl způsobuje katalytický rozklad dehtu. Po opuštění plynu z generátoru následuje soustava filtrů od čištění přes dřevěné uhlí, probublání plynu v nádrži s vodou až po chladič a následný jemný filtr, kde se zachytávají poslední prachové částice, následně se plyn míchá se vzduchem, který je také pročištěný klasickým filtrem, a následně směs putuje přes škrticí klapku rovnou do spalovací komory válce. Celá přestavba v sobě nese ještě několik dalších provozních, tak bezpečnostních prvků z hlediska jedovatosti a výbušnosti oxidu uhelnatého v dřevoplynu. Dále se doporučují použít jen motory s nižším počtem otáček, objemem válců min. 2 litry a visutými ventily. Je nutná také komprese 8 až 12:1, použití speciálních zapalovacích svíček na dřevoplyn, zvýšení předstihu díky pomalejšímu hoření dřevoplynu, nutná je také častější výměna motorového oleje a pravidelné čištění filtrů. Celkově takhle přestavba je náročná nejen časově, ale i finančně a hlavně použitelností v praxi. [14]



Obr. 3 Dobová reklama, Národní listy 1940 [15]



2.3 PALIVA BIOLOGICKÉHO PŮVODU, BIOPALIVA

2.3.1 BIOETANOL

Je to vysokooktanové palivo vyrobené z obnovitelných surovin. Je to v podstatě obilní alkohol vyrobený ze surovin jako např. pšenice, kukuřice, tráva, brambory, cukrová řepa, atd. Surovinou pro výrobu může být také jakákoliv biomasa obsahující lignocelulózu jako např. dřevo, dřevěné piliny nebo odpady při výrobě celulózy a papíru. Ve většině případů jsou používány obiloviny v zemi umístění závodu a proto bioetanol snižuje závislost státní ekonomiky na dovozu paliv ze zahraničí. [16]

Tohle palivo se používá ve směsi od 10 % do 100 % s klasickým ropným benzínem, je možné i míšení s motorovou naftou. Největší zkušenosti s biolíhem mají v Brazílii, kde je jeho využití podporováno od 70. let minulého století v souvislosti s ropnými krizemi. Momentálně v USA automobilky GM, Chrysler a Ford vyrábějí automobily umožňující použití tohoto paliva.

Už za první republiky se v Československu vyráběly a prodávaly lihobenzínové směsi. Klasickému benzínu tehdy konkurovala směs 50 % etanolu, 30 % benzenu a 20 % benzínu. Tahle směs se prodávala pod názvem Dynakol až do roku 1932. Od roku 1926 po dalších 10 let bylo ze zákona zavedeno povinné přidávání 20 % etanolu do benzínu. Po roce 1948 se v Československu na etanol zapomnělo. [4]

V současné době se bioetanol prodává pod názvem E85, čili směs 85 % bioetanolu a 15 % benzínu. Do automobilů se může tankovat v určitém poměru s klasickým autobenzínem, spíše se ale uplatňuje levná přestavba vozidla, která umožňuje užívat čistý E85 bez jakéhokoliv problému. Při používání E85 bez přestavby dochází ke spalování chudé směsi ve válci, čili se zvýší celková spotřeba paliva až o 20 %, sníží se výkon a je možné propálení ventilových sedel, válců či pístů. Studené starty, zejména v zimních měsících, jsou téměř nemožné.

Provoz vozidla s přestavbou je téměř beze změny. Je levnější a ekologičtější, emise se sníží až o 70 % díky efektivnějšímu hoření směsi ve válci z důvodu přirozeného většího obsahu kyslíku v bioetanolu než v benzínu, servisní intervaly filtrů a olejů se nemění. Dochází také k nepatrnému vyššímu výkonu v důsledku vyššího oktanového čísla paliva. Spotřeba vozidla poháněného palivem E85 se průměrně zvyšuje od 10 % až 20 % v závislosti na stylu jízdy a typu motoru. Bioetanol není agresivní vůči pryžovému materiálu používaného hojně u palivových soustav vozidel. Má také čisticí vlastnosti, nevznikají karbonové usazeniny a díky nižší teplotě hoření se méně opotřebovávají pístní kroužky.

Dostupnost E85 v České republice je rok od roku lepší, infrastruktura benzínových stanic se nadále rozšiřuje a cena 1 litru E85 se pohybuje okolo 27 Kč. Kompletní přestavba vozidla na biolích se pohybuje okolo 5 000 Kč i s odbornou montáží a proškolením. [17]



2.3.2 BIOPLYN

Anaerobní fermentace je biologický proces rozkladu organické hmoty, probíhající ve speciálních nádržích bez přístupu vzduchu. Tento proces probíhá přirozeně v přírodě, např. v bažinách, na dně jezer anebo také na skládkách komunálního odpadu. Při tomto procesu mikroorganismy rozkládají organickou hmotu ve 4 fázích. Tyto fáze jsou na sobě závislé, každá potřebuje pro svůj vznik a proces různé podmínky. Hlavním produktem anaerobní fermentace je bioplyn.

Bioplyn je bezbarvý plyn, skládající se hlavně z metanu (cca 60 %), oxidu uhličitého (cca 40 %) a dalších látek ve velmi malém množství jako dusík, vodík, kyslík, vodní pára, čpavek nebo sulfan. Je to vysoce hodnotné palivo. Bioplyn se svou výhřevností přibližuje zemnímu plynu. Má asi 70 % jeho výhřevnosti s ohledem na podíl oxidu uhličitého a vodní páry. Technologicky je možno bioplyn upravit téměř na čistý metan, nazývaný někdy jako biometan. je zbaven nevhodných složek, tím pádem je téměř identický se zemním plynem distribuovaným jako CNG, čili vozidla vybavená přestavbou na CNG mohou automaticky tankovat také biometan. [18][19]

V České republice je biometan na silnicích velmi málo používán. Nejčastěji ho stejně využívají jen společnosti, které si zajišťují jeho výrobu. Naopak například ve Švédsku, Švýcarsku, Francii, Islandu, atd. je biometan využíván opravdu masově. Tohle palivo má v těchto zemích často více příznivců než přestavba vozidla na LPG. Pomalu ale nastupuje tohle palivo u nás, avšak oficiální benzínová stanice na biometan ještě neexistuje.

Biometan má nejnižší emise skleníkových plynů a nejnižší spotřebu energie co se výrobní náročnosti týče. Oproti pohonu vozidla na benzín, vykazuje biometan výrazně tišší chod motoru. Díky fyzikálním vlastnostem jsou vozidla s tímto pohonem mnohem bezpečnější než vozidla na klasická ropná paliva. Další vlastnosti, výhody a nevýhody jsou identické s CNG uváděné v kapitole o palivu CNG. [20]

V bioplynových stanicích je možné efektivně zpracovat různé druhy bioodpadů a různých materiálů včetně těch, které jsou jinak obtížně jinak zpracovatelné:

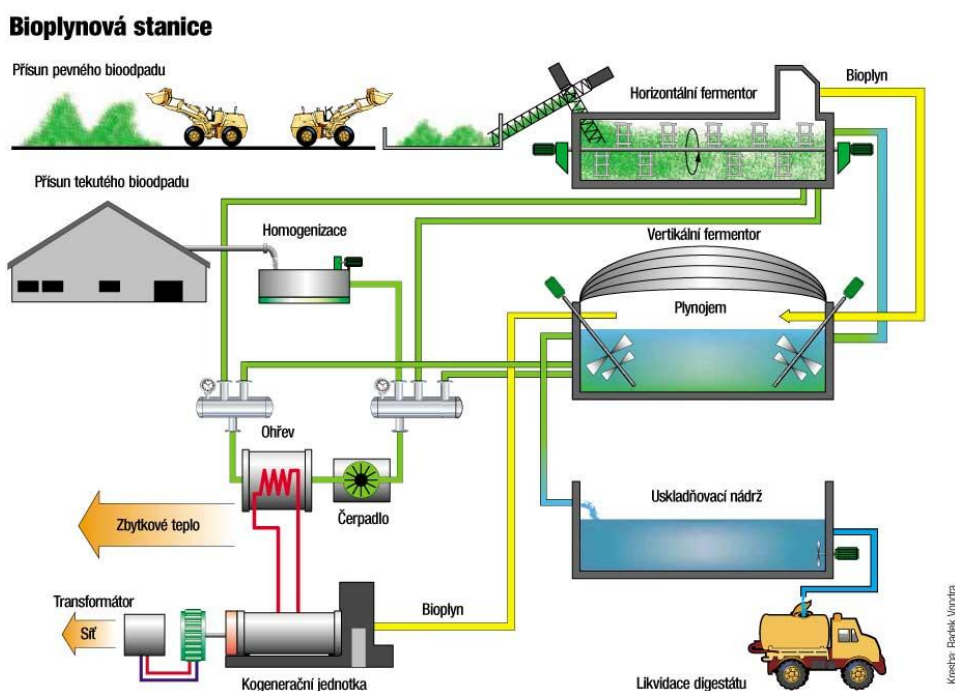
- bioodpady z údržby veřejné zeleně (nikoliv dřevo)
- bioodpady z domácností a zahrad
- prošlé potraviny a bioodpady ze supermarketů
- zbytky z jídelen, restaurací a hotelů
- bioodpady z podnikatelských provozů (pekárny, lihovary, pivovary, cukrovary, masokombináty)
- výstupy z chovu hospodářských zvířat (kejda, hnůj, podestýlky)
- cíleně pěstovanou biomasu (kukuřice, řepa, senáž, vojtěška, atd.) [21]

Bioplynové stanice stávají zpravidla tedy na skládkách odpadů, a na anaerobních čistírnách odpadních vod. Bioplyn z těchto stanic je používám k výrobě tepla, hlavně tedy k výrobě tepla a elektřiny (kogenerace), k výrobě tepla, elektřiny a chladu (trigenerace),



to je používáno pouze výjimečně, dále také k pohonu dopravních prostředků čištěným bioplynem uvedeným již výše.

Nejčastější využití bioplynu je tedy kogenerací. U některých bioplynových stanic je využívána i mechanická energie, čímž se dosahuje až 95 % celkové účinnosti přeměny energie. Asi třetina vyprodukované energie bývá využita na vlastní provoz stanice. Pro kogeneraci se nejčastěji používají naftové motory. Bioplyn se v takovém případě nečistí a proto se musí přidávat 5-10 % nafty také kvůli mazání a chlazení. Lze použít i starý motor, ale musí ovšem projít repasí a mírnou úpravou. Největší kogenerační stanice v Evropě využívající bioplyn je v provozu ve Velkém Karlově poblíž Znojma. [19]



Obr. 4 Schéma bioplynové stanice [22]

2.3.3 BIODIESEL

Pod názvem bionafta rozumíme metylestery mastných kyselin olejů, které vznikly esterifikací oleje a metanolu. Tomuto palivu se říká **Bionafta I. generace**. K výrobě se dá použít hned několik druhů olejů a podle toho se bionafta dá rozdělit na:

- MEŘO – metylester řepkového oleje
- SME – metylester slunečnicového oleje
- SOME – metylester ze sóje
- FAME – metylester z živočišných tuků
- VAUME – metylester z použitých fritovacích olejů

Díky esterifikaci se snižuje viskozita rostlinného oleje a přináší s sebou další výhody. Výroba paliva, jeho skladování, doprava i klidný a ustálený běh motoru nejsou po této úpravě rostlinného oleje nijak problematické. Tato bionafta se dá bez problémů přimíchávat



do klasické motorové nafty, aniž by se na motoru nějak negativně podepsalo její působení. Naopak, motor vykazuje lepší emise při spalování, avšak je stejně toxická jako nafta, protože obsahuje některé karcinogenní látky na rozdíl od čistých rostlinných olejů. Bionafta první generace má dle zákona zaručenou odbouratelnost v přírodě, a to minimálně 98 % během 21 dnů. [23]

Tab. 1 Porovnání vlastností nafty a MEŘO [23]

	Motorová nafta s nízkým obsahem síry	MEŘO
Cetanové číslo	46	61,2
Bod varu [°C]	191	347
Viskozita při 20 °C [mm ² /s]	5,1	7,5
při 50 °C [mm ² /s]	2,6	3,8
Obsah síry [% hmot.]	0,036	0,012
Obsah dusíku [ppm]	-	6
Zbytkový obsah uhlíku [%]	0,15	0,025
Výhřevnost [MJ/kg]	44,5	40,4
Hustota [kg/m ³]	845,9	906,6

Nicméně použití této bionafty s sebou nese řadu nevýhod a rizik. Motor s pohonem na tohle palivo vykazuje vyšší spotřebu paliva, degradaci motorového oleje a s tím spojenou častější výměnu olejového filtru a oleje, agresivitu paliva vůči pryžovým součástem motoru, jako přepady vstříků, těsnění palivového čerpadla nebo samostatných palivových hadic. Moderní automobily mají pryž konstrukčně upravenou pro toto palivo, nicméně starší vozy nikoliv. Rostlinný olej má také čistící vlastnosti, tj. odstraňuje usazeniny z palivové větve vozidla, s tím je svázána také častější výměna palivového filtru.

K řešení, respektive výrazného omezení nevýhod bionafty první generace vznikla tzv. **Bionafta druhé generace**, která je zaručeně biologicky odbouratelná z 90 % během 21 dní. Tohle palivo je smícháno ze tří složek. První složkou v poměru 31 % je bionafta první generace, čili čisté MEŘO. Druhou složkou jsou lehké nebo těžké alkany, které mají vynikající palivové vlastnosti. Problém se skrývá ovšem v nízké mazavosti. Poslední složkou je tzv. střední bezsilný destilát. Vzhledem k velké výhřevnosti má za úkol zvýšit výkon motoru a snížit spotřebu. Nevýhodou této složky je nízká biologická odbouratelnost a vysoké emise vznikající při jeho spalování. [23]



2.4 PALIVA RŮZNÉHO NEBO KOMBINOVANÉHO PŮVODU

2.4.1 Vodík

Je to nejrozšířenější prvek ve vesmíru a jeden z nejvíce rozšířených prvků na Zemi. Vyskytuje se volně, ale hlavně vázaný ve sloučeninách. Volný vodík se vyskytuje například v plynném obalu hvězd. Na Zemi se za normálních podmínek volný vodík nenalézá, jen ve sloučeninách. Nejvíce vodíku je vázáno ve vodě, která pokrývá většinu zemského povrchu, ale je také vázán i v různých organických i anorganických sloučeninách. [24]

Vodík je bezbarvý plyn, který je lehčí než vzduch, bez chuti a zápachu. Je hořlavý, hoří namodralým plamenem. Vodík je za normálních teplot stabilní, je značně reaktivnější při ohřátí. Je málo rozpustný ve vodě, ale některé kovy ho pohlcují, díky tomu, že jeho molekuly jsou velmi malé, proto jsou schopny procházet různými materiály.

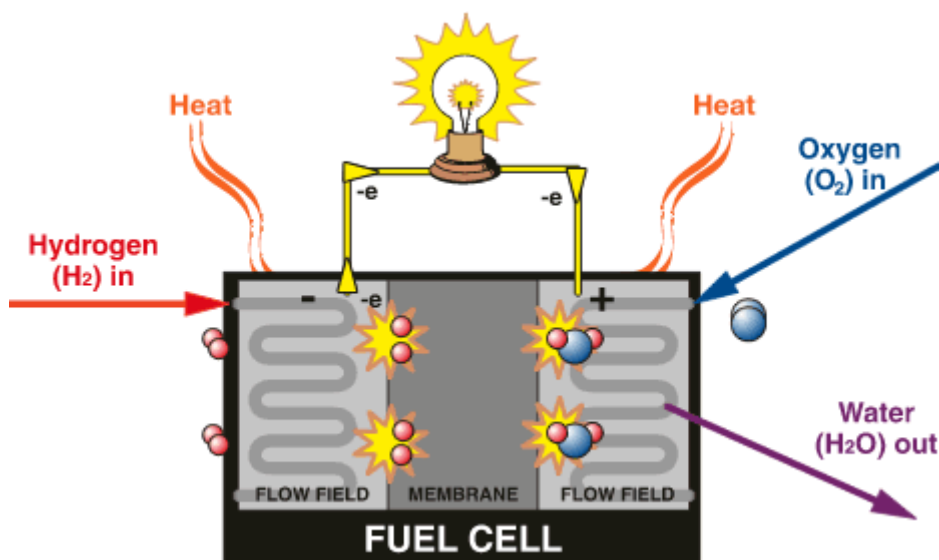
Vodík se v přírodě tvoří při rozkladu organických látek některými bakteriemi. Novodobé genetické inženýrství usiluje o zdokonalení tohoto procesu do míry průmyslově využitelné technologie k produkci vodíku pro vodíkové motory. Vodík se také uvolňuje při koksování uhlí, takže ve svít plynu a koksárenském plynu. Dříve se to využívalo způsobem, že plyn se zkapalnil a vodík se oddestiloval. Vodík se také hojně vyrábí termickým rozkladem metanolu vodní párou, katalytickým rozkladem amoniaku, rozpouštěním neušlechtilých kovů v kyselinách, reakcí amfoterních kovů s roztoky hydroxidů, atd. Nejvíce se ale vyrábí vodík elektrolýzou vody.

Hlavní využití vodíku je v chemickém průmyslu, například při ztužování rostlinných olejů, občas se používá v metalurgii k získávání kovů z jejich rud (wolfram), hojně je užíván jako raketové palivo, kde kapalný vodík nejdříve ochlazuje plášť tryskového motoru a následně je spálen. Využívá se také u svařování a řezání kyslíko-vodíkovým plamenem, slouží jako chladiivo alternátorů v elektrárnách, atd. V neposlední řadě je vodík potencionálním palivem budoucnosti v automobilovém průmyslu. Při přímém spalování vodíku ve válci vzniká kromě tepla jen naprosto nezávadná voda. Tahle koncepce motoru je teprve předmětem intenzivního výzkumu předních světových výrobců motorů. V současné době jsou na trhu dostupné dvě koncepce pohonu vozidla na vodík. [25]

První koncepcí je zařízení, které zahrnuje elektrolýzu vody, které za použití elektrického proudu vyrobeného alternátorem vozidla rozkládá vodu na vodík a kyslík, který je následně odváděn do sacího potrubí motoru, kde se pozitivně podílí na spalovacím procesu a tím uspoří konvenční palivo (benzín, nafta, LPG). Zařízení lze možno pořídit za několik tisíc korun na různých internetových portálech a nainstalování do vozidla zvládne téměř každý zručný člověk. Výrobce slibuje snížení celkové spotřeby až o 30 %, nepatrné zvýšení výkonu, rapidní snížení emisí, zvýšení životnosti motoru, pročištění spalovacích komor, výfuku, pístů, ventilů a menší hlučnost motoru. Nicméně je nezávisle na sobě několika vědci dokázáno, že tohle zařízení je pouhý klam spotřebitele. Fyzikálně je to nemožné, elektrolýza

je tak energeticky náročná, že žádný sériově vyráběný alternátor není schopen dodat tolik potřebné energie na výrobu několika stovek litrů vodíku na pohon vozidla na trasu 100 km. Spíše je uváděno, že vozidlo bude vykazovat vyšší spotřebu konvenčního paliva, než bez této přestavby. Zařízení ovšem slibuje jen přimíchávání malého množství vyrobeného plynu za vzduchový filtr, čili naštěstí tohle zařízení spíše nefunguje, což je spíše jenom dobře. Z názorů lidí, kteří si zařízení zakoupili a použili jej ve svém vozidle, vyplývá, že elektrolyt (destilovaná voda + hydroxid draselný) je zanedlouho zakalený rží z nerezových elektrod. Z nezávislých měření na motorové brzdě také vyplývá, že vozidla se chovají pořád stejně, emise jsou také stejné, nemluvě o spotřebě. Za uváženou stojí také to, že tahle přestavba je zakázaná, čili při zjištění přítomnosti tohoto zařízení ve vozidle příslušným orgánem, hrozí majiteli vysoké pokuty a sankce. V potaz se ovšem musí vzít také názory a vývoje různých kutilů a nadšenců, kteří mají doma v garážích automobily s plným pohonem na vodík, teď jde jen o názor čtenáře, či tomu věřit nebo ne. Stačila by totiž zdokonalit elektrolyza, aby nebyla tolik energeticky náročná, a pokrok je na světě. Možné je, že na světě už něco takového existuje, čili je možné, že někdo tuto zdokonalenou technologii plně využívá ve svém vozidle nebo kdekoliv jinde. [26]

Dalším, známějším konceptem, který některé automobilky přivedly do sériové výroby, je elektromobil, který si elektřinu potřebnou pro pohon vozidla vyrábí pomocí chemické reakce kyslíku přiváděného z atmosféry a kapalného vodíku z tlakových nádrží umístěných v automobilu v palivových člancích. Vodík je dodáván v tomto případě externě, jako u konvenčních paliv, pomocí čerpacích stanic na vodík.



Obr. 5 Princip palivového článku [27]

Palivový článek se skládá ze dvou elektrod, které jsou odděleny membránou nebo elektrolytem. K anodě je přiváděno palivo (nejčastěji vodík), které je zde oxidováno. Ke katodě je přiváděno oxidační činidlo (nejčastěji kyslík), které se zde redukuje. Elektrody jsou často zhotoveny z různých kovů, mohou být potaženy katalyzátory (platina), čímž



se dosahuje větší účinnosti. Jako elektrolyt mohou sloužit různé kyseliny, zásady, keramiky nebo membrány. Dnes je nejpoužívanější hydroxid draselný. Díky malému vznikajícímu elektrickému napětí na jednom článku, spojuje se více palivových článků dohromady do série.

Palivové články slouží pro pohon vozidel městské hromadné dopravy, například autobusů a vlaků. Automobily dosud nejsou příliš běžné, přesto první vodíková stanice byla otevřena již v roce 2003 na Islandu. Zasloužila se o ni automobilka DaimlerChrysler. Stanice si sama vyrábí vodík pomocí elektrolyzy. Honda hodlá masivně vyrábět vozidla na vodík od roku 2018. Výhody vodíkové ekonomiky však nejsou jednoznačné a někteří odborníci poukazují na příliš vysoké finanční i ekologické náklady na výrobu vodíku a následně i palivových článků. Nová, účinnější technologie, jak již bylo zmíněno výše, by vše dokázala změnit. [28]

2.4.2 PEROXID VODÍKU

Je to čirá kapalina, má o něco málo větší viskozitu než voda. Má silné oxidační, ale i redukční vlastnosti a používá se například jako desinfekce. Také se hojně využívají jeho bělicí účinky při odbarvování vlasů. V neposlední řadě se používá jako palivo. [29]

Nápad použít peroxid vodíku jako palivo spadá do let 2. Světové války, kdy německý profesor Hellmut Walter pracoval na využití tzv. paroplynu, který vznikal prudkým rozkladem peroxidu za přítomnosti katalyzátoru, nejčastěji burelu tj. oxidu manganičitého. Díky tomu, že pohon motoru na toto palivo nevyžadovalo další vzduch, používal se hlavně v nacistických ponorkách. Konec války a následný rozvoj jaderného pohonu, peroxid vodíku jako palivo odsunul do pozadí. [4]

Princip energetického využití peroxidu vodíku je jednoduchý. Molekula tvoří dva atomy vodíku a dva kyslíku, přičemž za přítomnosti katalyzátoru se kyslík uvolňuje a vzniká velké množství plynů a par. Ty pak mohou pohánět turbínu, pístový motor nebo tryskový motor. Katalyzátor se při této reakci nespotřebovává, takže stačí, aby peroxid prošel reaktorem, prudce zvětšil objem, putoval do spalovací komory a odpadem po spálení je pouhá vodní pára. Reakce přitom probíhá za poměrně nízkých teplot, takže nedochází ani k markantnímu zahřívání částí motoru, ani k velkým tepelným ztrátám.

Peroxid vodíku ovšem není přírodním palivem, čili při jeho výrobě se spotřebovává značné množství energie. V budoucnu by tedy výroba tohoto paliva mohla být součástí tzv. vodíkové energetiky. Tato koncepce předpokládá výrobu vodíku z vody pomocí energie vzniklé z obtížně regulovatelných obnovitelných zdrojů (solární, větrné elektrárny) energie, nebo jaderných elektráren mimo energetické špičky. Část této energie by se tedy mohla využívat pro výrobu peroxidu, který se lépe skladuje než vodík, a proto je vhodnější pro využití ve vozidlech.

V poslední době probíhají pokusy s využitím peroxidu při pohonu raket v USA, ve válečných ponorkách z důvodu, že některé země si nemohou dovolit drahé jaderné



podmořské lodě, v neposlední řadě se zkouší peroxid vodíku zužitkovat u osobních vozů díky vysoké ekologičnosti a mnohem lepší skladovatelnosti a nižší provozní teplotě, výše zmíněné. [30]

2.4.3 ÉTERY

Jedná se o kombinace ropného nenasyceného uhlovodíku s alkoholem. Mají vyšší výhřevnost, vyšší tlak par, vyšší oktanová čísla, podporují dokonalejší hoření paliva a jsou lépe mísitelné s klasickým autobenzínem. do téhle skupiny patří étery, jako například MTBE, ETBE, TAME a DIPE. [4]

2.4.3.1 MTBE

Je to syntetická vysokooktanová složka automobilových benzínů. Surovinami pro jeho výrobu jsou metanol a izobuten.

Oktanové číslo tohoto paliva je 115, MTBE je tedy významnou součástí benzínů vyráběných v některých rafineriích, zejména tehdy, pokud v rafinerii není k dispozici jiný významný zdroj látek s vysokým oktanovým číslem.

Důležitost MTBE stoupla zejména v období, kdy docházelo k zákazu používání tetraethylolova jako antidetonační přísady klasických ropných benzínů. Zároveň bylo MTBE důležitým představitelem kyslíkatých složek, které se prosazovaly při mísení benzínu v rámci pokusů v 90. letech minulého století v USA. Cílem bylo hlavně příznivější složení benzínů s ohledem na nižší emise automobilových motorů. Poté ale bylo v několika případech zjištěno ohrožení zdrojů pitné vody, které byly kontaminovány touto přísadou díky jeho rozpustnosti ve vodě a jeho stabilitě, a poté bylo MTBE silně omezeno. U nás je obsah MTBE v klasickém benzínu omezen zejména celkovým obsahem kyslíku 2,7 %, přičemž další kyslíkatou složkou přítomnou v benzínu je dnes etanol. [31]

2.4.3.2 ETBE

Tato přísada je potenciální náhrada MTBE v automobilových benzínech za účelem zvýšení podílu bioložek využívaných jako motorová nebo jiná paliva. Jeho výroba je podobná jako u MTBE a je složená z etanolu a izobutenu.

Vzhledem k tomu, že jako zdroj použitého etanolu se uvažuje výhradně líh vznikající kvašením zemědělských produktů, je ETBE vyráběna převážně ze surovin z obnovitelných zdrojů.

Přísada ETBE do automobilových benzínů nepředstavuje technický problém, protože ETBE (stejně jako MTBE) má vysoké oktanové číslo a je s benzínem neomezeně mísitelný. Tím se výroba ETBE stává z hlediska kvality konečného produktu méně problematickou než mísení etanolu přímo do benzínu. [32]



3 ROSTLINNÉ OLEJE

3.1 VÝROBA ROSTLINNÝCH OLEJŮ

Rostlinný olej je tukem lisovaným z plodů či semen určitých rostlin, k nim patří například kukuřice, semena kanoly, bavlníku, slunečnice, řepky olejky či sojové boby.

Lisování oleje se provádí různými způsoby:

- Lisování za studena

Hlavními základními znaky této technologie jsou nízká energetická náročnost, zpravidla se semena lisují maximálně do 40 °C, jednoduchost lisovacího zařízení, nízké nároky na plochu a nízký obsah fosforu v oleji. Tento postup se však používá omezeně, protože se vylisuje podstatně menší množství oleje, avšak olej je kvalitnější, chutnější a obsahuje více vitamínů a zdraví prospěšných látek. Oleje lisované za studena se používají převážně v potravinářství.

- Lisování za tepla

Hlavním základním znakem této technologie je přehřev semen před jejich vlastním lisováním. Tímto způsobem se vylisuje více oleje, avšak v oleji je větší obsah fosforu. Tento postup je energeticky hodně náročný. Vylisovaný olej je vhodný zejména pro technické účely.

- Lisování s extrudéry

Tato technologie je doplněná o extruzi před konečným lisováním olejin (vysoký tlak a teplota). Hlavními znaky jsou větší výtěžnost oleje, v oleji je menší podíl fosforu, avšak toto lisování je více energeticky náročné a lisovací zařízení je mnohem složitější.

Těmito způsoby vyrobený olej je dále nutné upravit filtrací a odslizováním. Rafinace (odslizení) se provádí pomocí kyseliny fosforečné, vody a louhu za účelem separace a následného odstranění fosfolipidů z oleje.

Zbytky vylisovaných semen tzv. pokrutiny slouží jako významné krmivo pro zvířata, protože obsahují velké množství bílkovin a jiných živin. [33]

3.2 POUŽITÍ ČISTÉHO ROSTLINNÉHO OLEJE

Pohon naftových motorů na nijak neupravený čistý řepkový olej není dlouhodobě prakticky vůbec možné. Takto postižené vozidlo má velké problémy se starty, vozidlo dlouho točí na prázdno. Po nastartování se v palivové větvi se tvoří velký podtlak v důsledku vysoké viskozity oleje, tudíž je vysoce pravděpodobné, že se podávací čerpadlo motoru po pár kilometrech jízdy zadře a následná oprava jde do desítek tisíců. Tento pohon se proto vůbec nedoporučuje.

Řešením jsou dostupné různé druhy přestaveb vznětových motorů na čistý rostlinný olej. Pro maximální využití rostlinného oleje jako paliva do naftových motorů je potřeba



provést v konstrukci automobilu několik úprav, které se vypořádají s rozdílnými vlastnostmi mezi motorovou naftou a rostlinným (řepkovým) olejem. Největší rozdíl mezi těmito palivy je hlavně ve viskozitě, kde olej má několikanásobně vyšší viskozitu než nafta. Se stoupající teplotou viskozita klesá, čili v praxi se využívá tepelných výměníků na ohřev oleje.

V této době je na trhu dostupných hned několik přestaveb na pohon rostlinným olejem, buď **jednonádržový** nebo **dvounádržový systém**.

Tab. 2 Porovnání vlastností nafty a řepkového oleje [23]

	Motorová nafta s nízkým obsahem síry	Řepkový olej
Cetanové číslo	46	42,6
Bod varu [°C]	191	311
Viskozita při 20 °C [mm ² /s] při 50 °C [mm ² /s]	5,1 2,6	77,8 25,7
Obsah síry [% hmot.]	0,036	0,022
Obsah dusíku [ppm]	-	-
Zbytkový obsah uhlíku [%]	0,15	0,25
Výhřevnost [MJ/kg]	44,5	40,4
Hustota [kg/m ³]	845,9	906,6

3.3 JEDNONÁDRŽOVÝ SYSTÉM

Jednonádržový systém představuje nejjednodušší a nejlevnější přestavbu motoru na rostlinný olej. Ohřívání oleje u tohoto systému lze rozdělit do tří fází:

- Když je motor studený, tzn. těsně po nastartování, se olej ohřívá pomocí elektrického tepelného výměníku.
- V okamžiku, kdy dosáhne teplota chladicí kapaliny 45 °C, je olej ohříván vodou z chladicího systému motoru pomocí průtokového tepelného výměníku a zároveň elektricky.
- V okamžiku, kdy dosáhne teplota chladicí kapaliny 75 °C, je olej ohříván pouze vodou z chladicího systému motoru.

Jednonádržový systém klade při studeném motoru mírně zvýšené nároky na naftové čerpadlo, proto pro něj nejsou vhodné všechny motory. Lze ho bez problémů instalovat do motorů s robustnějšími typy čerpadel, zejména do motorů s řadovými čerpadly a do většiny motorů s čerpadly značky Bosch, kromě typu VP44.

Nedoporučuje se instalovat tento systém do modernějších motorů typu PD (pumpe-duse), CR (common rail) či do motorů s čerpadly Lucas.

Předností systému je velmi nízká pořizovací cena a celková jednoduchost včetně zachování celého zavazadlového prostoru. Má to však i svoje nevýhody. Takto upravený



automobil musí mít motor ve 100 % stavu. Je zde kladen velký nárok na dokonalou funkčnost celého motoru, zejména dobrý termostat a kvalitní funkční žhavicí svíčky. V případě horších studených startů je možné změnit předstřík čerpadla a prodloužit dobu žhavení buď přidavnými relátky na každou žhavicí svíčku anebo „oblbnutím“ žhavicího relé motoru. [34]

3.4 DVOUNÁDRŽOVÝ SYSTÉM

Dvounádržový systém představuje propracovanější variantu vhodnou zejména pro modernější vznětové spalovací motory, zejména se systémem vstřikování PD (čerpadlo-tryska), nebo CR (common rail). Systém je vybaven dvěma nádržemi, v jedné (hlavní) je rostlinný olej a v druhé (záložní) je nafta. Cyklus přepínání obou paliv lze rozdělit do několika fází:

- Když je motor studený, tzn. těsně po nastartování, běží motor na naftu.
- V okamžiku, kdy teplota chladicí kapaliny dosáhne 75 °C, systém se buď manuálně po upozornění, nebo automaticky přepne na rostlinný olej.
- V případě, že by v průběhu jízdy došlo ke klesnutí teploty chladicí kapaliny pod 75 °C, systém opět přepne na naftu.
- Několik minut před ukončení jízdy dojde k manuálnímu nebo automatickému přepnutí zpět na naftu. Motor je tedy pro další startování zaplněn naftou. Pokud by obsluha vozu zapomněla zpět na naftu přepnout, dojde k automatickému přepnutí ihned po opětovném nastartování vozu (v případě, že motor je studený).

Dvounádržový systém zaručuje svojí konstrukcí vždy ideální podmínky pro spalování rostlinného oleje, který při teplotách kolem 75 °C podobné vlastnosti jako klasická nafta.

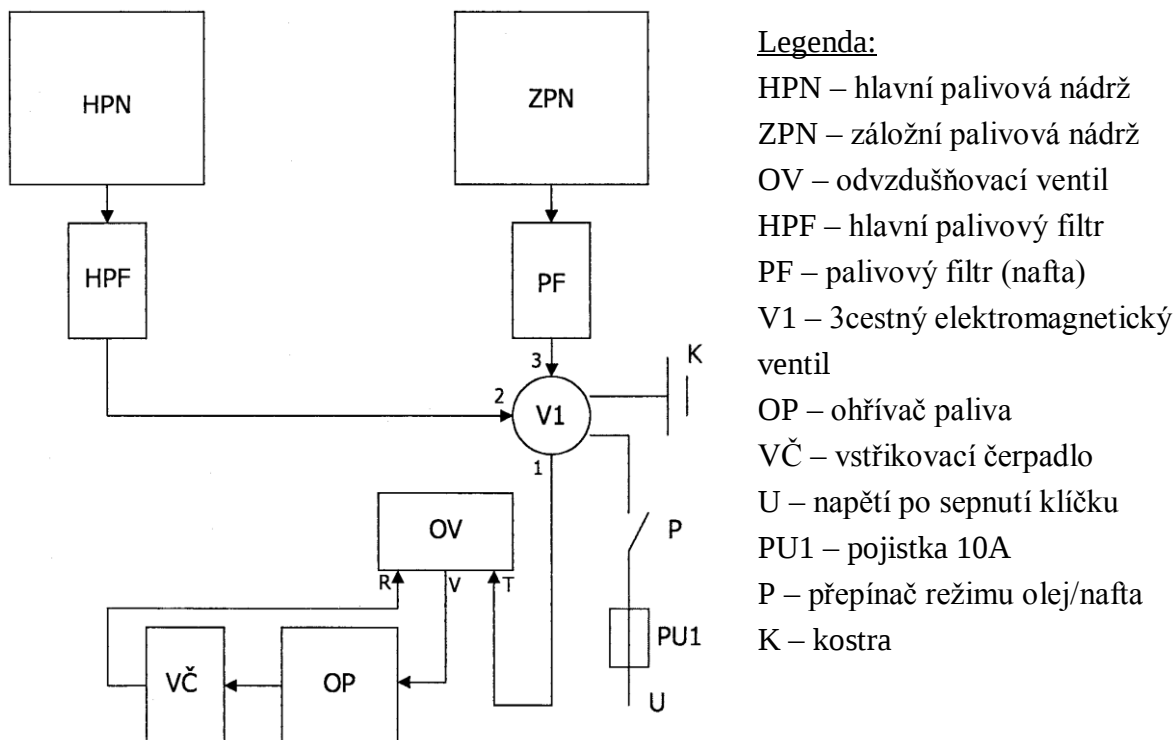
U nejmodernějších motorů (zejména systémy PD a CR), je používání oleje náročnější a to z důvodu citlivosti kvality jak samostatné nafty, tak rostlinného oleje. Možnost snížení rizika poškození motoru s těmito vstřikovacími systémy lze výrazně omezit přimícháváním motorové nafty do oleje, a to v objemu minimálně 40 %. [34]



3.4.1 DRUHY DVOUNÁDRŽOVÝCH SYSTÉMŮ

Mezi druhy dvounádržových systémů, jednoduše sehnatelných na internetu, které se instalují do vozidel patří provedení **Easy**, **Standard** a **Comfort**.

Přestavba - varianta Easy



Obr. 6 Zapojení typu Easy [35]

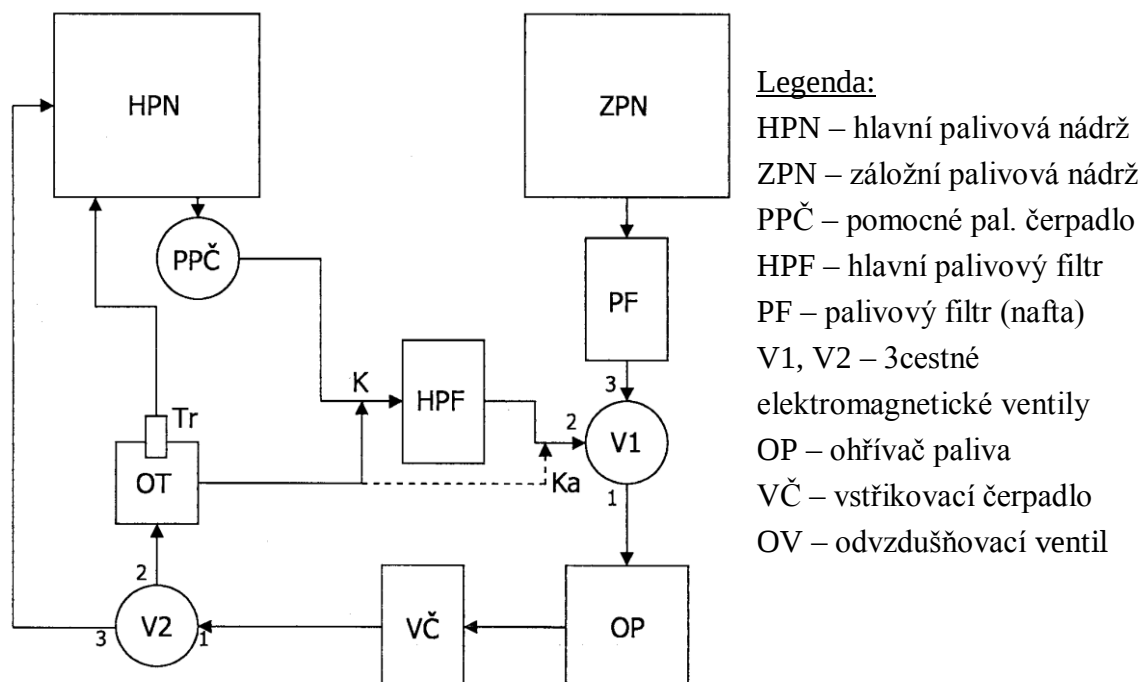
Mezi hlavní výhody přestavby Easy patří:

- nejnižší pořizovací cena ze všech 3 přestaveb
- jednoduchá montáž
- málo prostorově náročné
- nemožnost smíchání jednoho paliva s druhým díky “zkrácené” zpětné větvi do odvyzdušňovacího ventilu [36]

Mezi hlavní nevýhody přestavby Easy patří:

- zvýšené nároky na obsluhu
- režim nafta/olej se přepíná manuálně obsluhou vozu, v případě špatné manipulace může dojít k potížím při startování nebo dokonce k poškození motoru
- proplach trvá zpravidla cca 10 km svižnou jízdou z důvodu smíchání obou paliv v čerpadle
- nižší efektivita provozu [36]

Přestavba – varianta Standard



Obr. 7 Zapojení typu Standard [35]

Mezi hlavní výhody přestavby Standard patří:

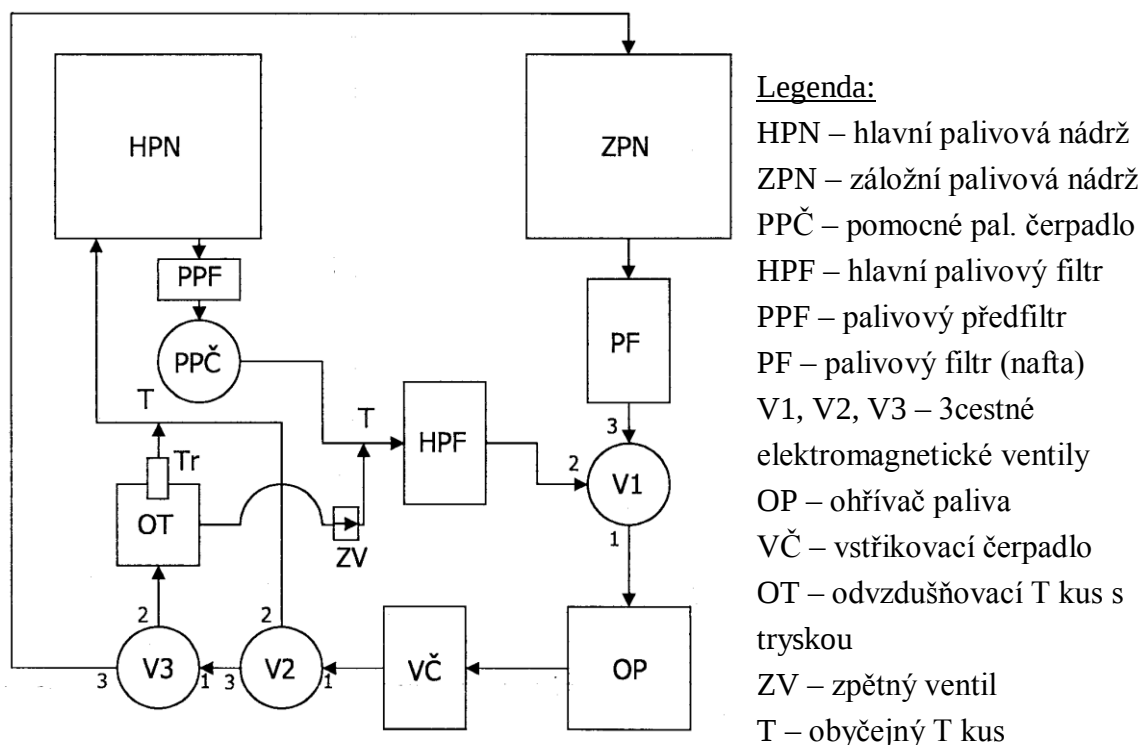
- nižší pořizovací cena
- relativně menší nároky na montáž
- kombinovaný tepelný výměník paliva
- výplach motoru během několika desítek vteřin
- přídavné palivové čerpadlo udržující v olejové větvi stálý přetlak cca 0,5 bar [36]

Mezi hlavní nevýhody přestavby Standard patří:

- dochází k částečnému míchání oleje s naftou v hlavní palivové nádrži při zahřívání motoru a při proplachu, kdy motor jede na čistou naftu, z důvodu pouze jedné zpětné palivové větvi jen do hlavní nádrže
- nutnost výměny palivového potrubí od hlavní palivové nádrže k motoru
- vyšší spotřeba nafty při proplachu než u přestavby Comfort
- nemá funkci automatického proplachu, délka proplachu závisí pouze na nedokonalém lidském faktoru [36]



Přestavba – varianta Comfort



Obr. 8 Zapojení typu Comfort [35]

Mezi hlavní výhody přestavby Comfort patří:

- vrcholná přestavbová sada v nabídce na trhu s nejvyšší účinností a komfortem provozu
- funkce automatického proplachu a jeho signalizace při ukončení jízdy, při jízdě není potřeba měřit odhadovat dobu nutnou k nutnému propláchnutí systému
- nedochází k žádnému mísení motorové nafty a rostlinného oleje v žádné z obou palivových nádrží
- provoz s tzv. zpátečkou nakrátko zvyšuje efektivitu ohřevu paliva, předchází nežádoucím ztrátám tepla a systém trvale odvzdušňuje
- přídatné palivové čerpadlo udržující v olejové větvi stálý přetlak cca 0,5 bar
- palivový filtr s elektrickým předehřevem, který lze dokoupit k této přestavbě, umožňuje bezproblémový provoz i za nízkých teplot z důvodu lepší průchodnosti paliva přes filtr [36]

Mezi hlavní nevýhody přestavby Comfort patří:

- nejvyšší pořizovací cena
- vysoké nároky na prostor a montáž
- vysoká složitost systému, tzn. vyšší pravděpodobnost poruchy systému [36]



3.5 RIZIKA PROVOZU VOZIDLA NA ROSTLINNÝ OLEJ

Při pohonu na rostlinný olej může docházet při nedostatečné kontrole k poškození motoru vlivem tuhnutí motorového oleje, tzv. polymerizaci. Ztuhlý motorový olej výrazně ztrácí mazací vlastnosti, což má za následek nevratné poškození motoru, jako třeba zadřené písty nebo ložiska na klikové hřídeli.

V normálním provozu se ukázalo, že ke zhoustnutí motorového oleje dojde především tehdy, kdy se do něho dostane větší množství rostlinného oleje (paliva).

Důvody pro toto znečištění jsou následující:

- horší příprava směsi ve vznětovém prostoru
- zatuhnutí nebo zapečení pístních kroužků
- netěsné vstřikovací trysky nebo netěsná vstřikovací čerpadla mazaná motorovým olejem
- starty a provoz na rostlinný olej se studeným motorem [34]

Dle neoficiálních informací jedné německé laboratoře se může, dle normálního výměnného intervalu motorového oleje, infiltrovat až více jak 10% rostlinného oleje, což již značně přesahuje kritickou hranici.

Rostlinný olej navíc reaguje s vodou, která pronikla do motorového prostoru kondenzací vzdušné vlhkosti. Dochází k chemickým reakcím, které způsobují korozi a poškození motoru.

Tímto měřením je tedy doporučeno zkrátit interval výměny motorového oleje až o třetinu anebo nainstalovat přídavný obtokový mikrofiltr motorového oleje, tzv. bypassový mikrofiltr.

Jeho funkce jsou:

- odstraňuje veškeré abrazivní znečištění od velikosti 0,1 mikronu
- odstraňuje kondenzovanou vlhkost
- zabráňuje tvoření kalů a kyselosti oleje
- zabráňuje korozi vnitřních součástí motoru
- mikrofiltr neodstraňuje účinná aditiva z oleje
- zvyšuje životnost jedné náplně motorového oleje až o několik stovek tisíc km
- zvyšuje životnost originálního olejového filtru až 8x [34]

3.6 EKONOMIKA PROVOZU

Když se někdo dnes rozhoduje, zdali udělat přestavbu na svém naftovém vozidle, není hlavní důvodem ekologičnost provozu na rostlinný olej vůči klasické motorové naftě, ale jsou to ušetřené peníze v dlouhodobém hledisku.

Dnešní průměrná cena motorové nafty se pohybuje někde kolem hranice 35 Kč/l. Oproti tomu, nový rostlinný olej se dá sehnat v akcích v supermarketech kolem 26 Kč/l,



kdežto vysmažený rostlinný olej se dá sehnat na internetu nebo přímo z restaurací kolem 15 Kč/l, ovšem musí řádně projít filtrací, aby se nepoškodil motor.

Ekonomika provozu nespočívá ale jen v kupování paliva, hlavně jde o počáteční investici do přestavby a následné její údržby, i celého vozidla.

Počáteční investice přednostně záleží na volbě typu přestavby. Lze si vybrat z výše uvedených přestaveb, buď jednonádržovou variantu, dvounádržový systém Easy, Standard nebo Comfort. Jakou variantu zvolit, to hodně záleží na typu a stáří vozidla, převážně na kvalitě a složitosti vznětového motoru, jak již bylo zmíněno výše.

Na internetu se dá pořídit jednonádržová přestavba za 14 900 Kč včetně odborné montáže. Cena základní dvounádržové sady Easy je 14 500 Kč, za sadu Standard je cena 22 000 Kč a za sadu Comfort je cena 25 000 Kč a to vše také včetně montáže, ovšem povinně volitelnou položkou je nádrž, kde se vybírá z nádrží o objemu 12 l (850 Kč), 22 l (1 150 Kč) nebo nádrže torzní místo rezervy (2 290 Kč). [36]

Z teoretických výpočtů tedy vyplývá, že když na vozidle, s průměrnou spotřebou 5l/100km, bude nainstalovaná nejlepší a nejvíce efektivní sada Comfort, rostlinný olej se používá dokonale přefiltrovaný použitý, koupený z internetu a interval výměny oleje se zkrátí místo 15 000 km na 10 000 km. Cena výměny oleje a olejového filtru je 1 000 Kč. Spotřebu nafty zanedbáváme, protože hodně záleží na ročním období skrz rychlejší nebo pomalejší ohřátí motoru, a také skrz délku jednorázové cesty, tj. kolik km najede majitel vozidla mezi režimem studeného startu na naftu a následného výplachu před ukončení jízdy na rostlinný olej. Provozovatel vozidla se tímto může dostat na teoretickou sazbu 0,85 Kč/km oproti sazbě jízdy na klasickou naftu 1,85 Kč/km. Návratnost investice se mu tedy teoreticky vrátí po ujetí minimálně 25 850 km.

V praxi návratnost investice bývá zpravidla delší z mnoha důvodů jako kratší cesty, delší zahřátí motoru na provozní teplotu a tím následně větší množství vyjeté motorové nafty, výměna palivových filtrů, nutná dokonalá filtrace vysmaženého rostlinného oleje, pořizovací cena rostlinného oleje.

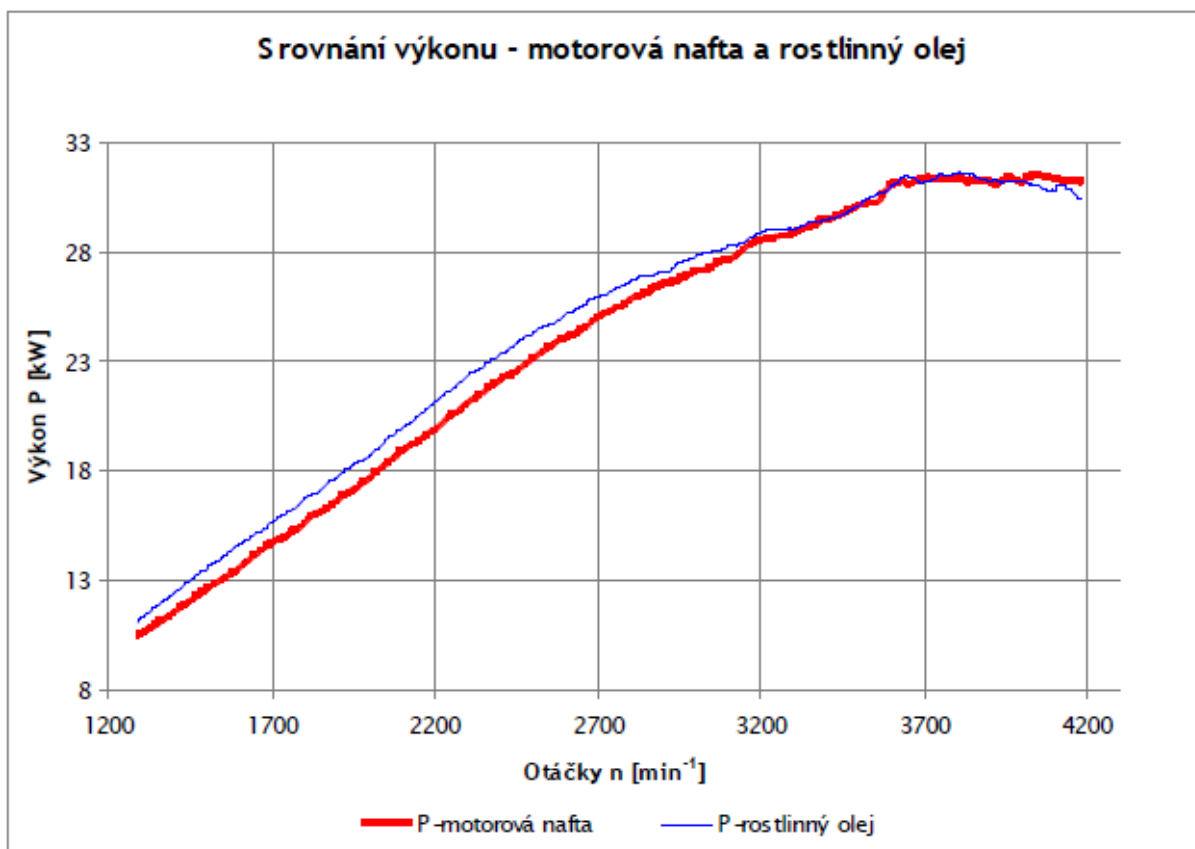
3.7 VÝKON A EKOLOGICKÁ NÁROČNOST VOZIDLA

Pro měření emisí byl zvolen automobil Peugeot 106 D se vznětovým čtyřválcovým řadovým motorem o zdvihovém objemu 1 525 cm³ s nepřímým vstřikováním a OHC rozvody. Vozidlo bylo vybaveno dvounádržovým systémem rostlinný olej x nafta. [37]

Pro stanovení emisních charakteristik při spalování motorové nafty a rostlinného oleje bylo použito emisní systémové analýzy Bosch ESA 3.250.

Zkoušené vozidlo bylo podrobeno dynamické zkoušce a pro každý druh paliva byla zkouška provedena 3krát. Jako první bylo provedeno měření výkonových a emisních parametrů pro motorovou naftu. Poté, po dokonalém prohřátí komponent na rostlinný olej, bylo provedeno to samé měření na rostlinný olej. [37]

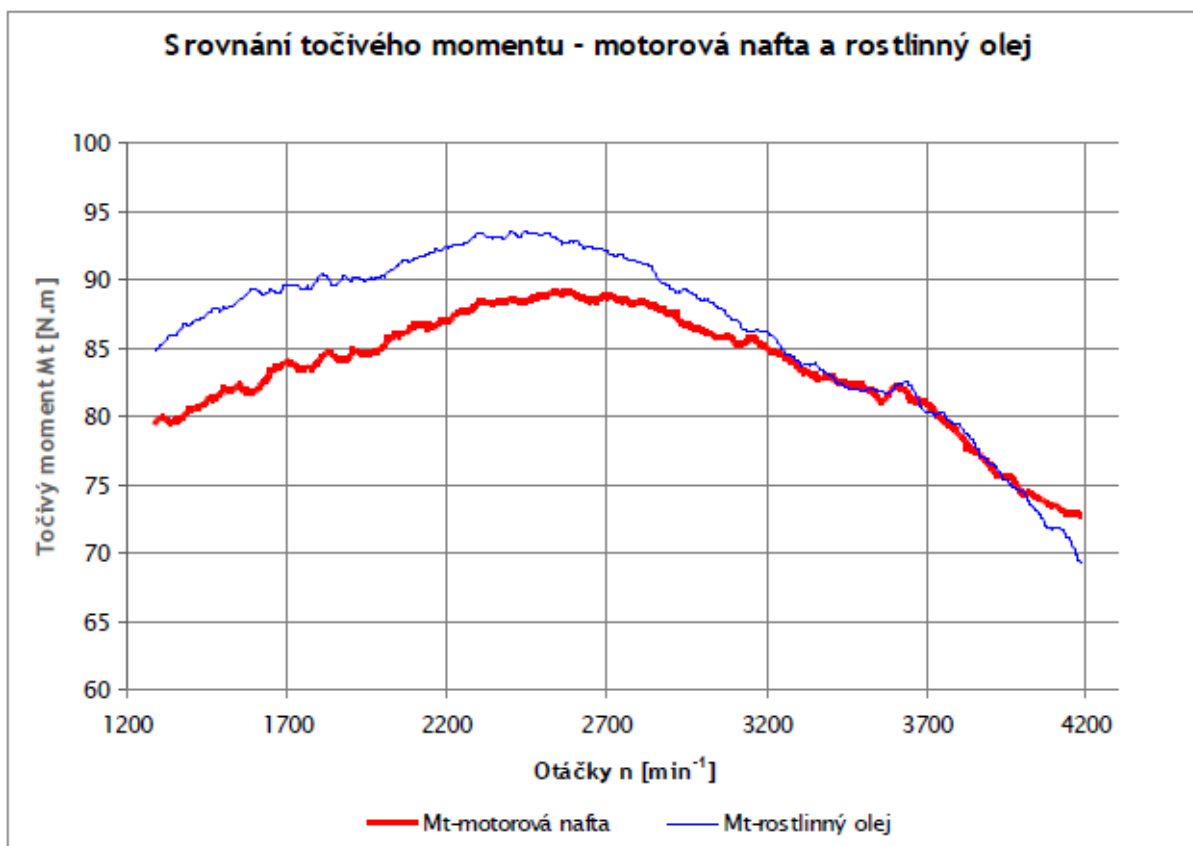
3.7.1 POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ – VÝKON A TOČIVÝ MOMENT



Obr. 9 Srovnání výkonu - motorová nafta a rostlinný olej [37]

Průměrný výkon měřeného vznětového motoru byl na motorovou naftu a rostlinný olej srovnatelný. Na motorovou naftu dosáhlo maximálního výkonu 33,1 kW při 4230 min^{-1} , na rostlinný olej dosáhl motor maximálního výkonu 33 kW při 3850 min^{-1} . Rozdíl v maximálním dosaženém výkonu nelze považovat za průkazný. Z hlediska maximálních hodnot lze konstatovat, že je výkon stejný jak na klasickou naftu, tak na rostlinný olej. Na rostlinný olej se však hodnoty výkonu posouvají vůči ose otáček doleva, tj. výkon je dosahován při nižších otáčkách v porovnání s motorovou naftou.

Lze tedy konstatovat, že při spalování předeřátého rostlinného oleje nedošlo u zkoušeného vozidla k nárůstu maximálního výkonu motoru. [37]



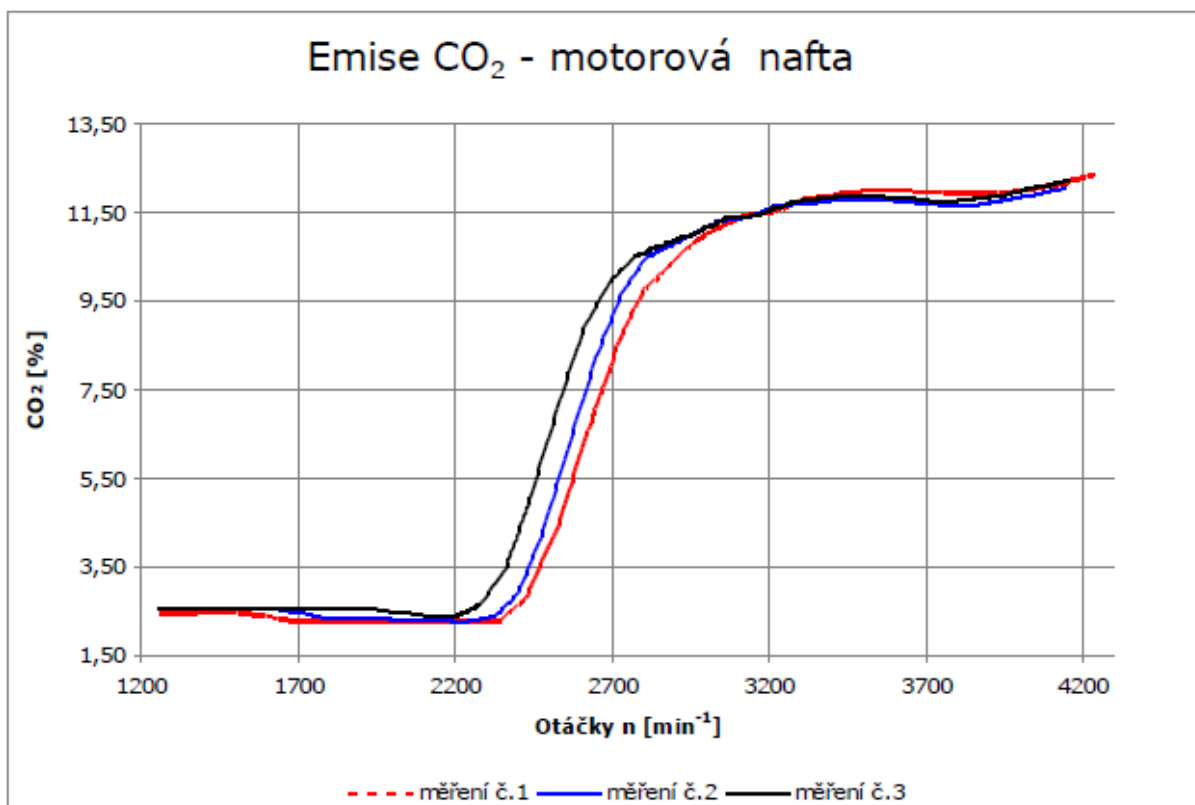
Obr. 10 Srovnání točivého momentu - motorová nafta a rostlinný olej[37]

Nejvyšší točivý moment byl naměřen při spalování rostlinného oleje a to hodnoty 96 Nm při 2420 min^{-1} . Při spalování motorové nafty byl naměřen maximální točivý moment 91,8 Nm při 2340 min^{-1} .

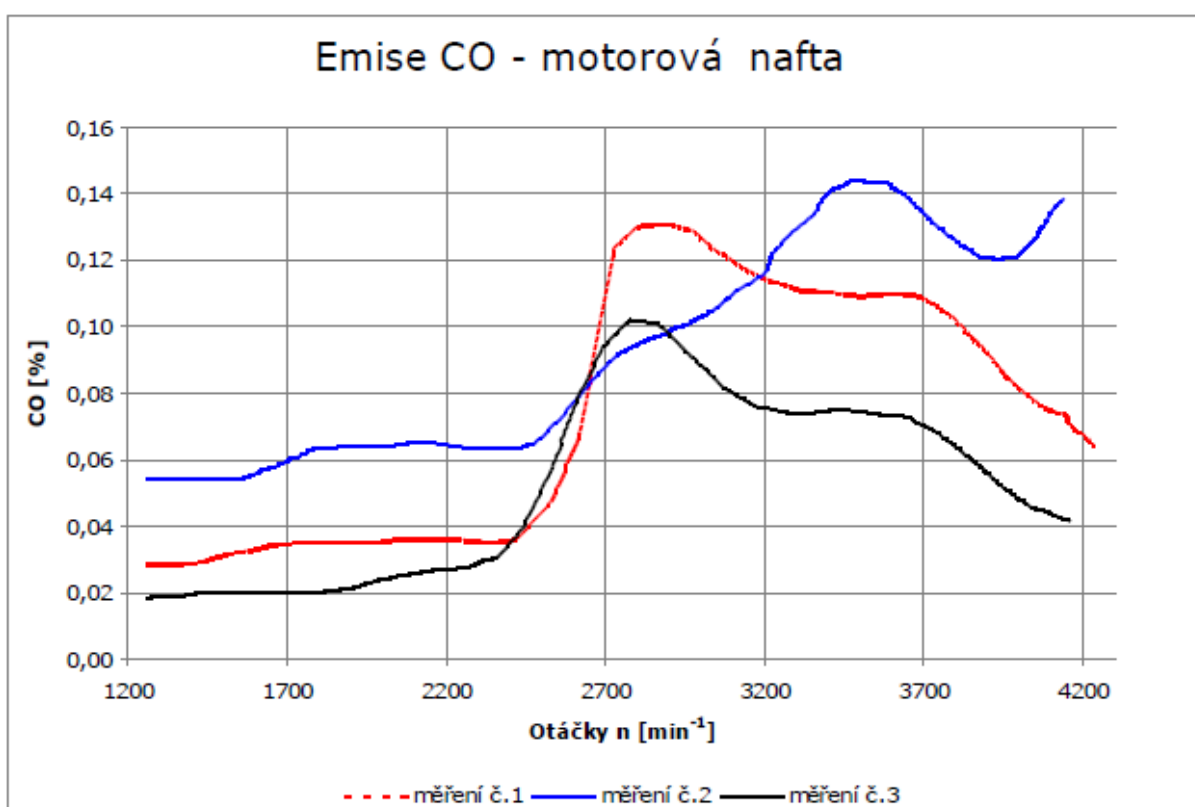
Z průměrných hodnot zanesených do grafu je patrné, že při spalování rostlinného oleje disponuje zkoušený motor vyšším točivým momentem oproti motorové naftě. K vyrovnání hodnot dochází v oblasti otáček na hranici 3200 min^{-1} . V oblasti otáček od 1300 min^{-1} do 3200 min^{-1} jsou hodnoty točivého momentu prokazatelně vyšší. [37]



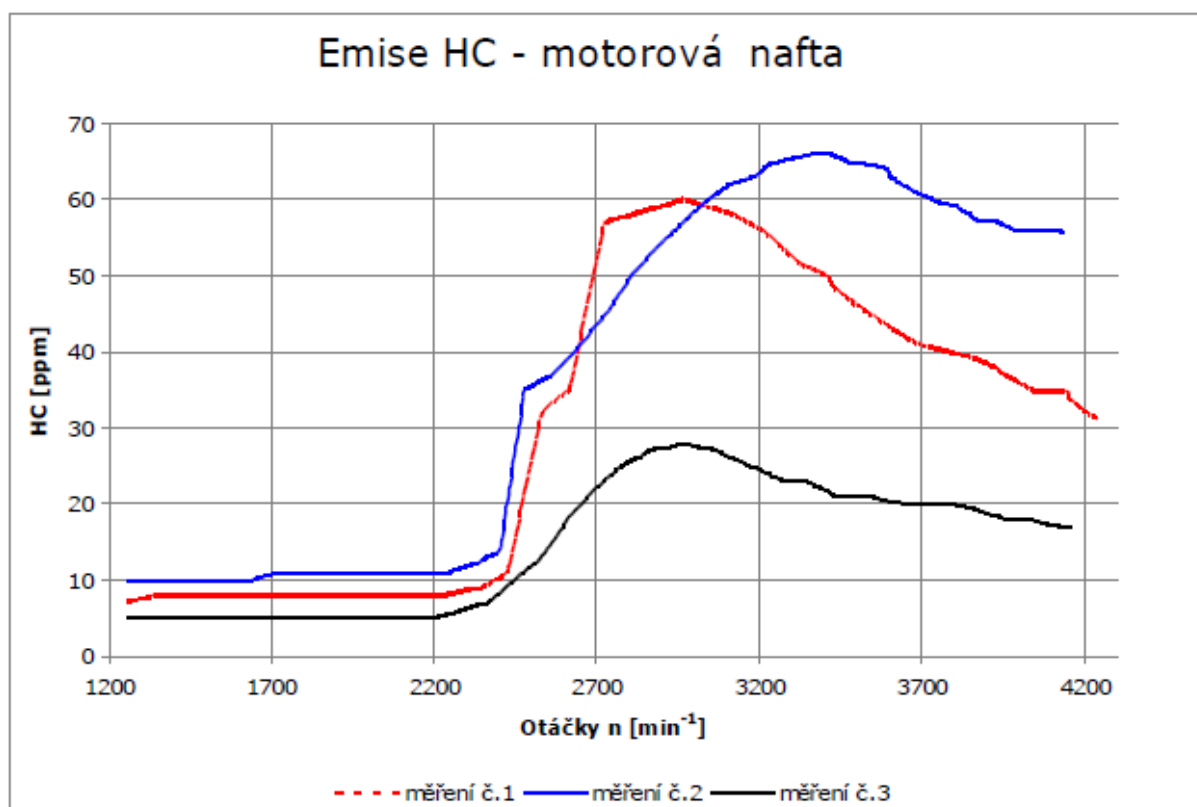
3.7.2 EMISNÍ CHARAKTERISTIKA – MOTOROVÁ NAFTA



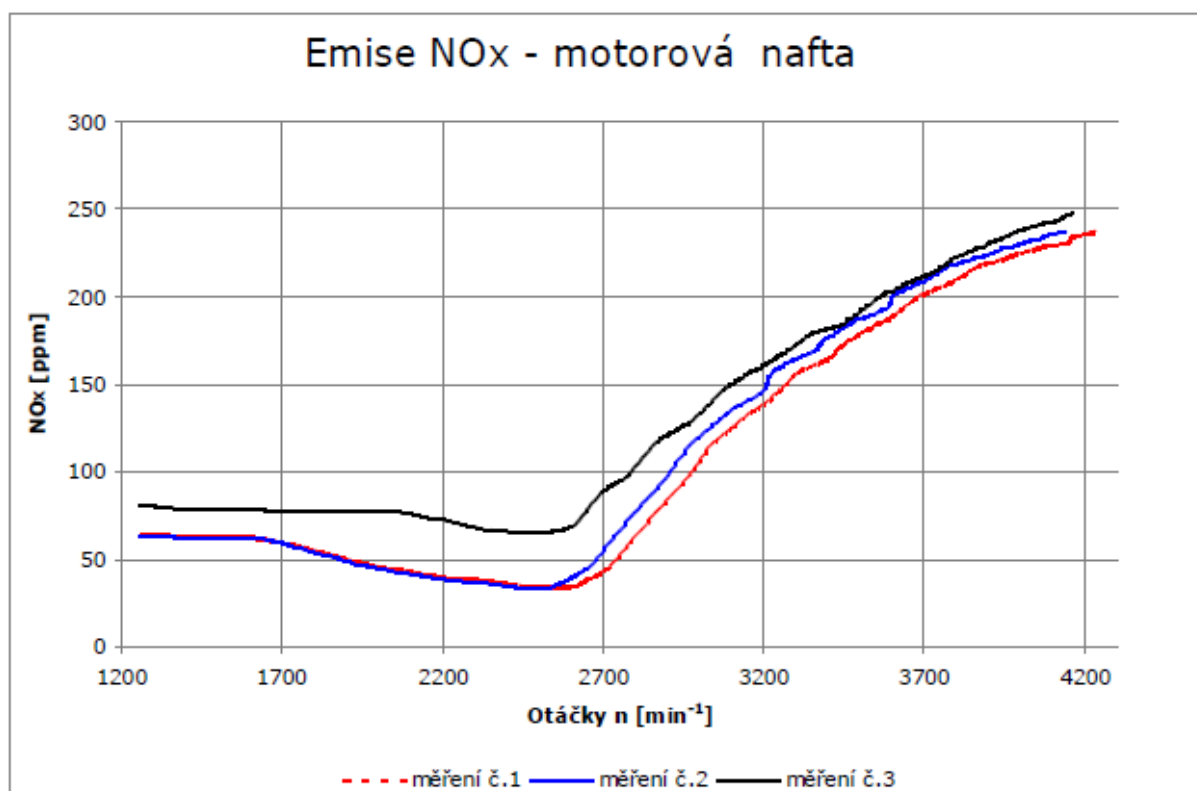
Obr. 12 Emise CO₂, motorová nafta [37]



Obr. 11 Emise CO, motorová nafta [37]



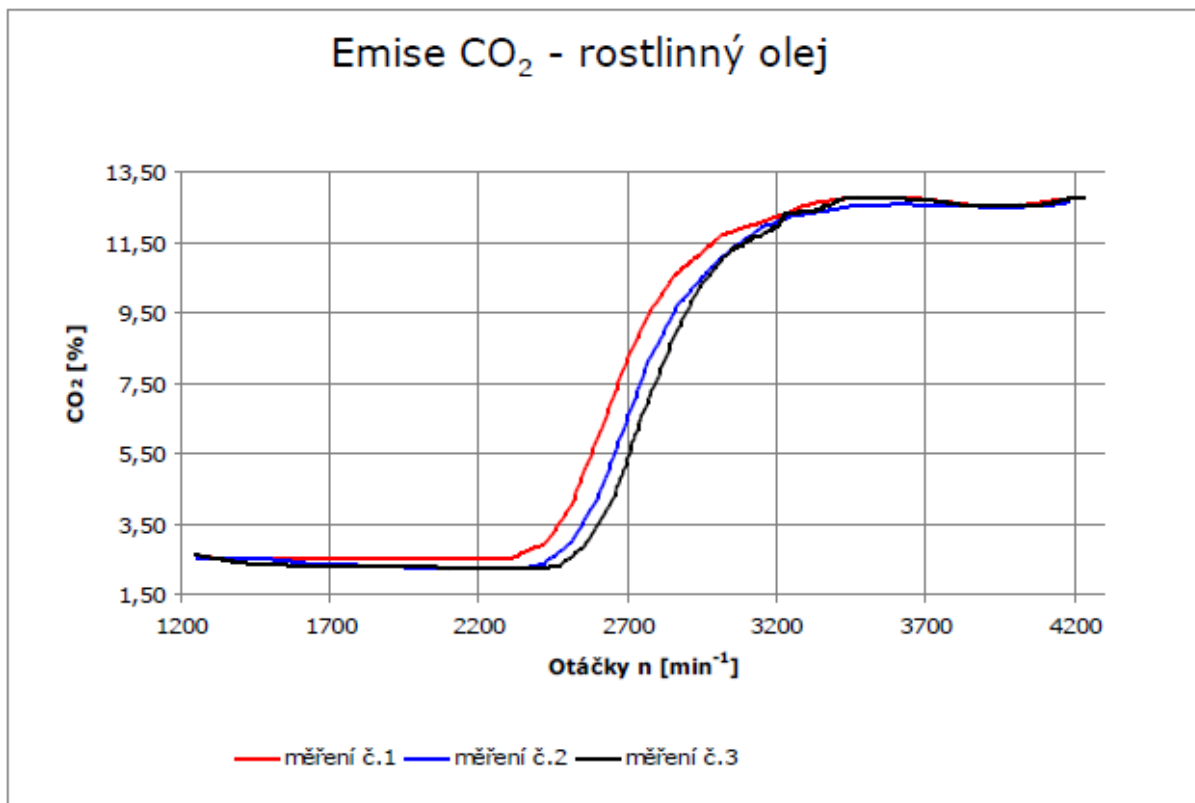
Obr. 14 Emise HC, motorová nafta [37]



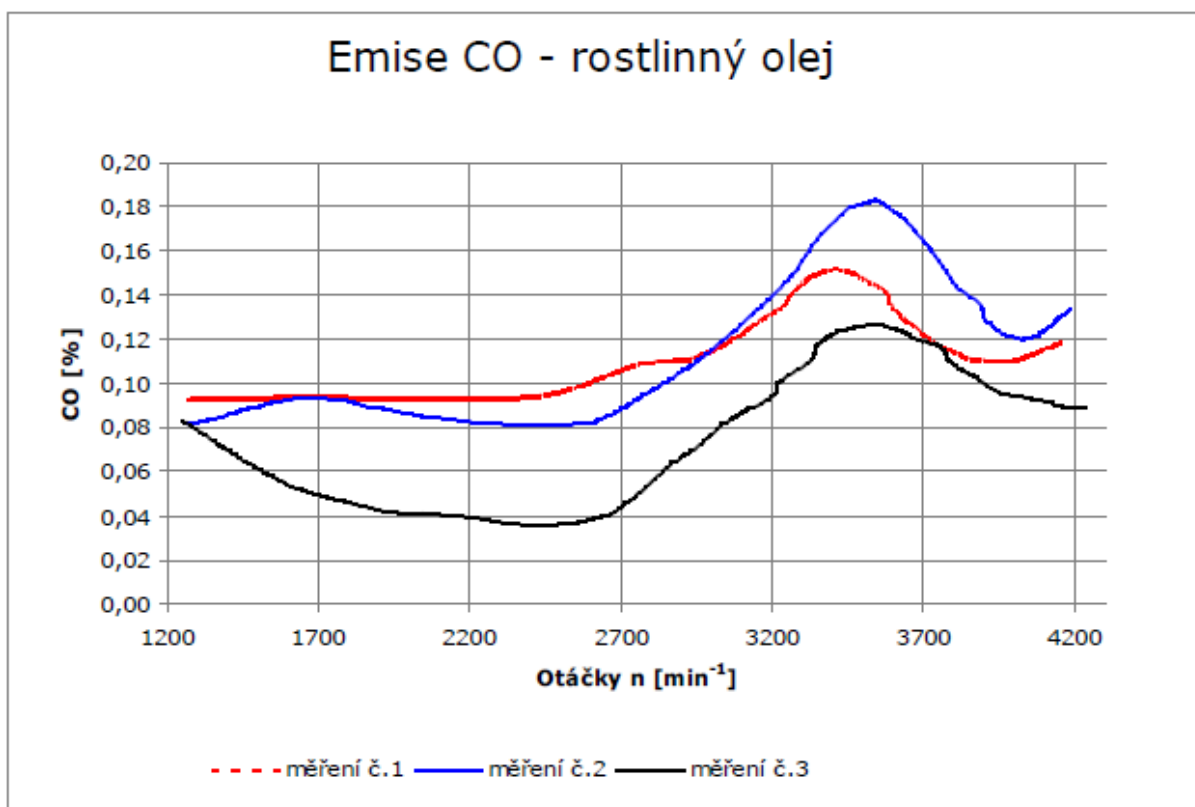
Obr. 13 Emise NOx, motorová nafta [37]



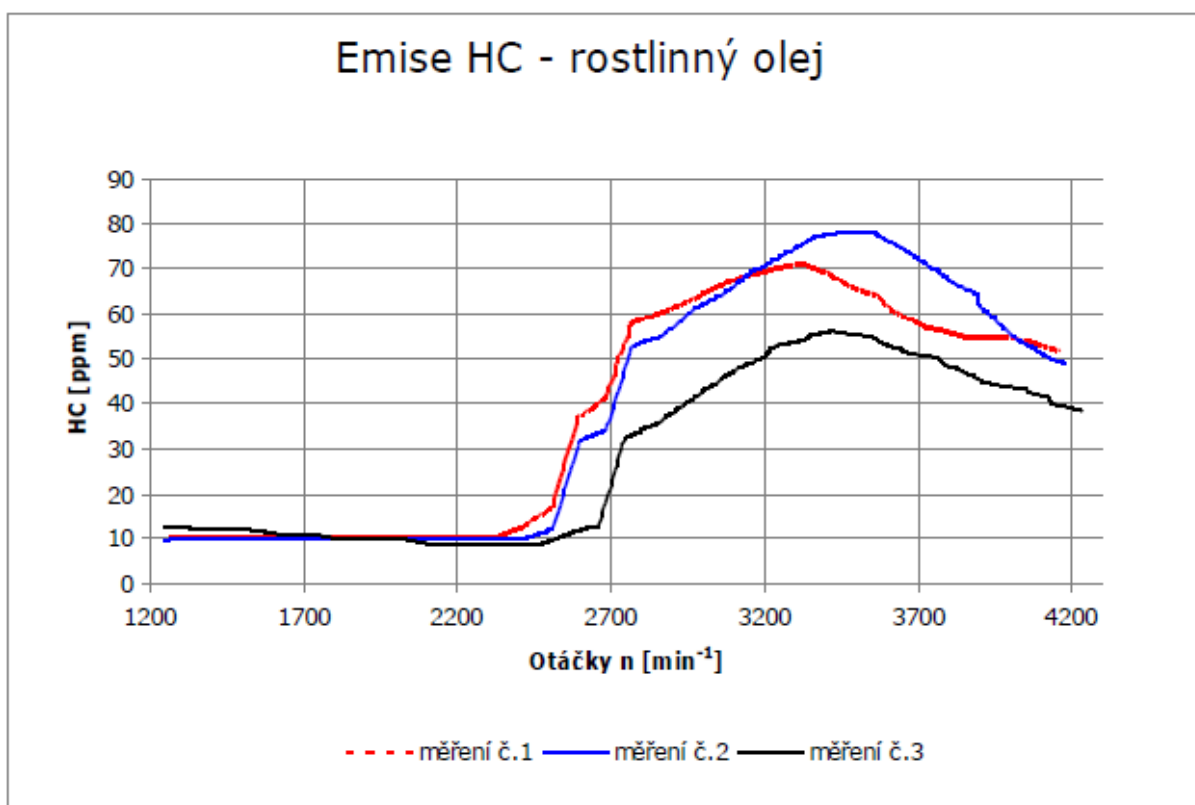
3.7.3 EMISNÍ CHARAKTERISTIKA – ROSTLINNÝ OLEJ



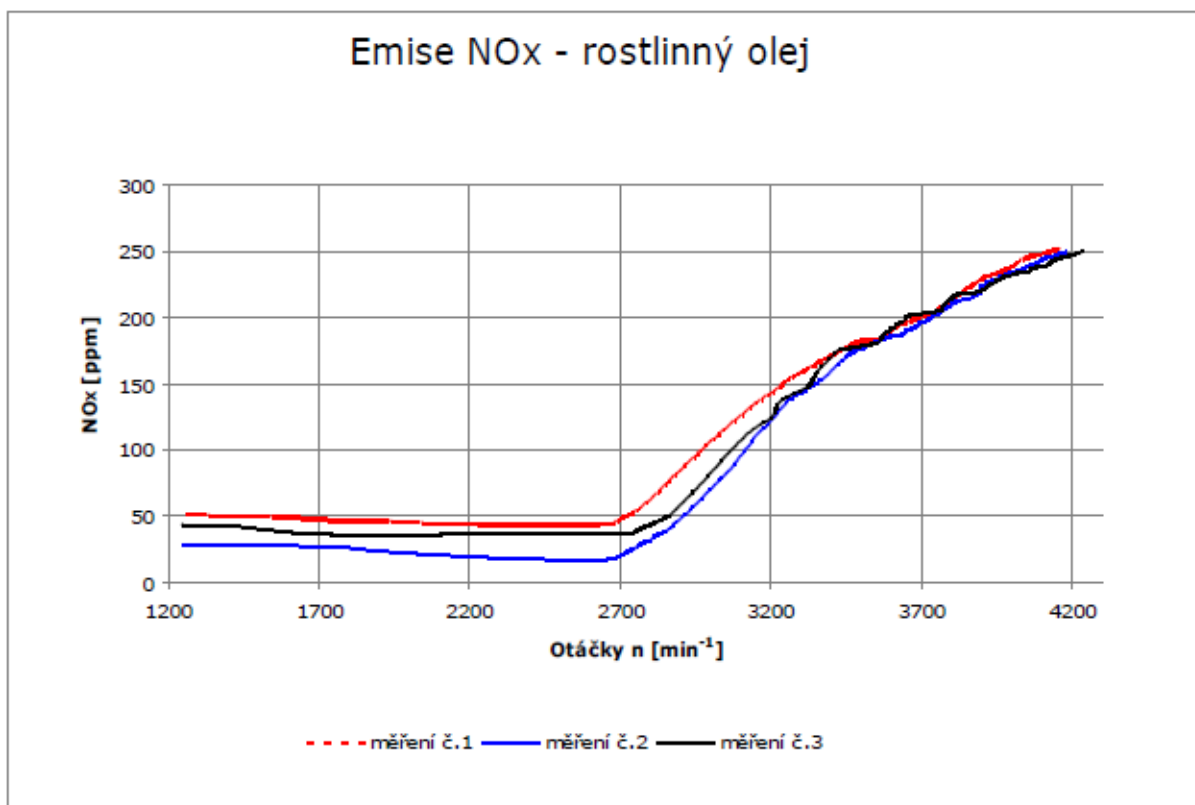
Obr. 16 Emise CO₂, rostlinný olej [37]



Obr. 15 Emise CO, rostlinný olej [37]



Obr. 18 Emise HC, rostlinný olej [37]



Obr. 17 Emise NOx, rostlinný olej [37]



3.7.4 POROVNÁNÍ EMISÍ OBOU PALIV

Při emisní analýze byly sledovány škodliviny CO, CO₂, HC, NO_x. Hodnoty z emisní analýzy nebyly staticky hodnoceny.

U emisí CO došlo k prokazatelnému nárůstu už od nízkých otáček motoru. Maximální hodnota emisí CO při spalování rostlinného oleje byla vyšší oproti maximální hodnotě emisí CO při spalování motorové nafty.

Hodnoty emisí CO₂ jsou srovnatelné, u rostlinného oleje došlo k mírnému nárůstu hodnot v porovnání s naftou. Když ale předpokládáme, že takto vzniklý oxid uhličitý se v následující sezoně vstřebá v nové úrodě olejnin a také jiné produkty a odpady se spotřebují pomocí uhlíkového cyklu, tak čisté emise CO₂ ze spalování rostlinného oleje můžeme považovat za nulové.

Hodnoty emisí HC jsou u rostlinného oleje vyšší jak u motorové nafty. Vzhledem k tomu, že emise HC jsou poměrně problematické, nelze považovat tyto výsledky za příznivé.

Emise NO_x byly naměřeny nižší u rostlinného oleje. 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 výrazně příznivé hodnoty emisí. Do jisté míry hraje roli ovšem výběr zkoušeného vozidla. Jednalo se o starší koncepci vznětového motoru. U technicky novějších vznětových motorů nelze vyloučit příznivější emisní charakteristiky pro rostlinný olej.

Pro získání spolehlivých hodnot by bylo vhodné provést měření na vznětovém motoru ve špičkovém technickém stavu, aby bylo možné omezit možné ovlivnění výsledků např. horším stavem vstřikovačů, stavem spalovacího motoru, vnikajícím motorovým olejem do spalovacího prostoru, naftovým čerpadlem, rozdílným kompresním poměrem jednotlivých válců, využitím turbodmychadla, atd. [37]



ZÁVĚR

Cílem práce bylo předvedení možných alternativních paliv použitelných ve vznětových motorech automobilů se zvláštním zřetelem na použití rostlinných olejů a tuků v klasických sériově vyráběných moderních vznětových motorech.

V první části práce bylo popsáno hned několik možných alternativních paliv, jejich vlastností, historie a jejich případnému využití v praxi. Mnohé z nich, jako např. LPG, CNG jsou masově využívány a stále se rozšiřují, palivo je levné, ovšem oproti klasickým ropným palivům mají problém s běžnou dostupností. Některé z nich se používaly hojně v minulosti, jako například dřevoplyn, který se používal za nedostatku motorové nafty za dob II. světové války.

Pár alternativních paliv má ovšem slibnou budoucnost a potenciál, jako například bioplyn. Tohle palivo splňuje téměř všechny ideální představy o biopalivu, jako takovém. Je vyráběn z obnovitelných zdrojů, biologického odpadu, má nulový dopad emisí na životní prostředí. Uživatelé jednotek CNG mohou také bezproblémově tankovat tento plyn do svých vozů bez jakýchkoliv potíží.

Vozidla poháněná vodíkem, tzn. Elektromobily, které získávají elektřinu pomocí chemické reakce kyslíku přiváděného ze vzduchu a vodíku dodávaného externě z tlakových nádob, mají už dlouhou cestu vývoje bezpečnosti a užití za sebou, ovšem sériová výroba této koncepce má před sebou ještě nemálo problémů. Hlavní a největší brzdou automobilů na vodík je výroba a dodávka vodíku jako takového. Výroba vodíku elektrolýzou vody je energeticky velmi náročná, tzn., Když se bere energie na výrobu vodíku např. z tepelných elektráren spalující uhlí, je ekologičnost vozu na vodík nulová nebo i mnohem horší než pohon vozu na klasická ropná paliva. Východiskem v této situaci je potencionální využití energie ze špatně regulovatelných obnovitelných zdrojů, např. větrných a solárních elektráren, ovšem prakticky se tomu nevěnuje moc pozornosti.

Hlavní cíl práce spočíval v popsání a ověření schopnosti neupraveného vznětového motoru spalovat rostlinný olej. Rostlinný olej zde byl srovnáván jeho vlastnostmi s klasickou motorovou naftou, jeho výroba atd.

Byly zde zveřejněny oficiální přestavby vozidla na rostlinný olej a jednotlivým sadám bylo přičteno několik výhod i nevýhod a celková ekonomika a návratnost vozidla poháněného čistým rostlinným olejem.

V závěrečné části práce byl u konkrétního vozidla měřen výkon a krouticí moment motoru a bylo zjištěno, že výkonově je na tom rostlinný olej stejně jako motorová nafta, ovšem, krouticí moment z pohonu na rostlinný olej byl prokazatelně větší, než u nafty.

Co se týče ekologičnosti, v případě konkrétního zkoušeného vozidla, se nedá nějak hovořit o příznivých hodnotách emisí. Motorová nafta vykazovala některé příznivější emise u konkrétního motoru, ovšem dá se předpokládat, že za použití modernějšího a technicky lepšího motoru budou emise nahrávat spíše rostlinnému oleji.



POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] *Rudolf Diesel*. [online]. c2013 [cit. 2014-04-14]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Rudolf_Diesel
- [2] KOFRONĚ, D. *Karl Friedrich Benz*. [online]. c2010 [cit. 2014-04-14]. Dostupné z: <http://www.autoencyklopedie.cz/karl-friedrich-benz/>
- [3] *Lincoln*. [online]. c2007 [cit. 2014-04-14]. Dostupné z: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Lincoln_Continental_Mark_V_\(Auto_classique_Laval_'10\).jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Lincoln_Continental_Mark_V_(Auto_classique_Laval_'10).jpg)
- [4] KITTEL, H. *Alternativní motorová paliva*. [online]. c2003 [cit. 2014-04-14]. Dostupné z: <http://old.cappo.cz/veletrh2003/kittel.html>
- [5] *LPG*. [online]. c2014 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/LPG>
- [6] *Přestavby vozidel na LPG a CNG*. [online]. c2014 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://www.topcarservice.cz/4031/prestavby-vozidel-na-lpg-a-cng/>
- [7] *CNG*. [online]. c2014 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://www.cng.cz/>
- [8] *VW*. [online]. c2003-2014 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: http://www.autanet.cz/artphotos/vw-prezentoval-vyhody-pohonu-cng-id962_04.jpg
- [9] *Zkapalněný zemní plyn*. [online]. c2014 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://www.cng.cz/cs/alternativni-pohonne-hmoty-126/>
- [10] *Syntetická paliva*. [online]. c2010 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://finweb.hnonline.sk/synteticke-paliva-su-novou-sancou-pre-ropu-371470>
- [11] *Metanol* [online]. c1997 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://www.inforse.dk/europe/fae/DOPRAVA/paliva/Metanol.htm>
- [12] LAURIN, J. *Motorové palivo dimetyléter*. [online]. c2005 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: http://www3.fs.cvut.cz/web/fileadmin/documents/12241-BOZEK/publikace/2005/2005_059.pdf
- [13] *Generátorový plyn*. [online]. c2013 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Generátorový_plyn
- [14] *Generátor dřevoplynu*. [online]. c2004 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://www.gorvin.mysteria.cz/generator.htm>
- [15] *1940 Národní listy*. [online]. c2011 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://lpg-cng.ochranamotoru.cz/images/1940-narodni-listy-generator-pejsek.gif>



- [16] *Bioetanol*. [online]. c2014 [cit. 2014-04-16]. Dostupné z:
<<http://www.bioetanol.cz/cz/index.php?PHPSESSID=e7eb0993b830a48cbda7a4893c64121e>>
- [17] *Montáže LPG/CNG/E85*. [online]. c2013 [cit. 2014-04-16]. Dostupné z:
<<http://www.eplyn.cz/montaze-lpg.html>>
- [18] *Bioplyn*. [online]. c2007 [cit. 2014-04-16]. Dostupné z:
<http://www.bioplyn.cz/at_popis.htm>
- [19] *Bioplyn*. [online]. c2014 [cit. 2014-04-16]. Dostupné z:
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Bioplyn>>
- [20] *Použití bioplynu*. [online]. c2008 [cit. 2014-04-16]. Dostupné z:
<<http://www.bioplynovestanice.cz/technologie-bps/pouziti-bioplynu-v-doprave/>>
- [21] *Bioplynové stanice*. [online]. c2014 [cit. 2014-04-16]. Dostupné z:
<http://www.bioplynove-stanice.eu/projekt_bioplynove_stanice.html>
- [22] *Bioplynová stanice*. [online]. c2014 [cit. 2014-04-16]. Dostupné z:
<http://img.ihned.cz/attachment.php/850/25377850/aisuv487HLMNOj6Pbcdehpqrxyz0Tw2V/25_EK18_25.jpg>
- [23] VLK, F. *Alternativní pohony motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: František Vlk, 2004, 234 s. ISBN 80-239-1602-5.
- [24] *Vodík*. [online]. c1998-2014 [cit. 2014-04-16]. Dostupné z:
<<http://www.tabulka.cz/prvky/ukaz.asp?id=1>>
- [25] *Vodík*. [online]. c2014 [cit. 2014-04-16]. Dostupné z:
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Vod9k>>
- [26] *Bronzový bludný balvan* [online]. c2011 [cit. 2014-04-16]. Dostupné z:
<<http://www.sysifos.cz/index.php?id=vypis&sec=1301100956>>
- [27] *Auta na vodíkový pohon*. [online]. c1993-2014 [cit. 2014-04-16]. Dostupné z:
<<http://blog.sme.sk/blog/2747/252812/energ02.gif>>
- [28] *Palivové články*. [online]. c2007 [cit. 2014-04-16]. Dostupné z:
<<http://www.hybrid.cz/slovnicek/palivove-clanky>>
- [29] *Peroxid vodíku*. [online]. c2013 [cit. 2014-04-16]. Dostupné z:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Peroxid_vodíku>
- [30] *Peroxid*. [online]. c2003 [cit. 2014-04-16]. Dostupné z:
<<http://www.novinky.cz/auto/631-peroxid-pohonna-hmota-budoucnosti.html>>
- [31] *MTBE*. [online]. c2007-2014 [cit. 2014-04-16]. Dostupné z:
<<http://www.petroleum.cz/slovník.aspx?pid=134>>



- [32] *ETBE*. [online]. c2007-2014 [cit. 2014-04-16]. Dostupné z:
<<http://www.petroleum.cz/slovník.aspx?pid=83>>
- [33] *Technologie zpracování olejnin*. [online]. c2006-2014 [cit. 2014-04-17]. Dostupné z:
<<http://www.farmet.cz/technologie-zpracovani-olejnin.html>>
- [34] *Rostlinný olej jako obnovitelný zdroj energie*. [online]. c2006 [cit. 2014-04-17]. Dostupné z:<http://www.timur.cz/olej/energeticky_seminar.pdf>
- [35] *Přestavby na rostlinný olej*. [online]. c2006-2014 [cit. 2014-04-17]. Dostupné z:
<<http://rostlinnyolej.cz/>>
- [36] *Pohon dieselových motorů čistým rostlinným olejem*. [online]. c2007 [cit. 2014-04-17]. Dostupné z:<<http://rostlinnyolej.webgarden.cz/>>
- [37] LUKŮVKA, R. *Motorová paliva na bázi rostlinných olejů*. Diplomová práce. Mendelova univerzita Brno, 2010. 72s.