

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA

1132755

POROVNANIE ALTERNATÍVNYCH PALÍV

2011

Jaroslav Brezina

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA

POROVNANIE ALTERNATÍVNYCH PALÍV
Bakalárska práca

Študijný program:	Prevádzka dopravných a manipulačných strojov
Študijný odbor:	2302700 Dopravné stroje a zariadenia
Školiace pracovisko:	Katedra dopravy a manipulácie
Školiteľ:	Juraj Jablonický, Ing. PhD
Konzultant:	Anton Žikla, prof. Ing. CSc.

Nitra 2011

Jaroslav Brezina

Abstrakt

V súčasnosti sú snahy využiť rastlinné oleje ako palivo pre vznetové motory a to v zahraničí, ale aj na Slovensku. Z tohto dôvodu je predložená bakalárska práca zameraná na súčasné skúsenosti s využitím biopalív na Slovensku. Dosiahnuté výsledky uvádzané v bakalárskej práci sa týkajú troch skúšaných druhov palív a to štandardnej motorovej nafty, zmesného paliva BIOMON 97 a biopaliva MERO. Zistilo sa, že pri použití biopalív dochádza k minimálnemu zníženiu výkonu motora, ale súčasne sa výrazne znižuje dymenie a obsah emisií vo výfukových plynách.

Kľúčové slová: biopalivo, motorová nafta, výkon motora, spotreba paliva, emisie

Abstract

At the present there is effort for utilization of vegetable oils that fuel for diesel engines in foreign countries and also in Slovakia. For this reason this diploma thesis is oriented on exist experience with utilize biodiesel in Slovakia. This publicized results from train of diesel motor included with three kinds of fuels namely standard diesel fuel, mixture fuel BIOMON 97 and biodiesel MERO. It was find out that decline of engine power into biodiesel is minimally. Into application of biofuel is characteristic by expensive decline of smoke emission.

Key words: biofuel, diesel fuel, engine power, fuel consumption, emission

Čestné vyhlásenie

Podpísaný Jaroslav Brezina čestne prehlasujem, že som bakalársku prácu na tému: „Porovnanie alternatívnych palív“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry

V Nitre, apríl 2011

Pod'akovanie

Ďakujem vedúcemu bakalárskej práce pánovi Ing. PhD. Jurajovi Jablonickému a konzultantovi prof. Ing. CSc. Antonovi Žiklovi za odborné vedenie, pripomienky a rady pri riešení problematiky tykajúcej sa mojej bakalárskej práce

Obsah

Obsah.....	6
1. Súčasný stav riešenia problematiky doma a v zahraničí	7
1.1 História vývoja motorov a palív.....	7
1.2 Posledná etapa vývoja palív	9
1.3 Perspektívne požiadavky na kvalitu palív.....	15
1.4 Výroba MERO	17
1.4.1 Vedľajšie produkty	19
2. Cieľ práce	25
3. Metodika práce	26
3.1 Podmienky skúšok motorov v laboratórnych podmienkach.....	26
4. Vlastná práca	28
4.1 Skúšobné stanovisko	28
5. Diskusia	30
Záver.....	31
Zoznam použitej literatúry.....	32

1. Súčasný stav riešenia problematiky doma a v zahraničí

1.1 História vývoja motorov a palív

Vývoj spaľovacích motorov prebieha viac ako sto rokov v neustále tesnejšej spolupráci konštruktérov motorov a palivárskych chemikov a v posledných troch dekádach sa plne podriaďuje ekologickým požiadavkám. Prvý benzínový motor sa roztočil okolo roku 1870 a mohol spaľovať plyn aj benzín. Na konci storočia jeho vzniku sa objavili automobily s benzínovým motorom, ale už začiatkom 20. storočia sa začala používať aj zmes benzínu a liehu, napríklad v Nemecku pod názvom Spirit. V polovici dvadsiatych rokov sa objavili prvé benzíny vyšších kvalitatívnych tried odlišené od bežných benzínov názvami Super a Premium. Tieto označenia sa zachovali dodnes. Išlo o zmes aromatických uhlíkov s benzínom, neskôr sa začali používať olovnaté zlúčeniny pre zvýšenie oktánového čísla. Začala byť upravovaná tekutosť, aby motor v zime štartoval a v lete nedochádzalo k varu a ku tvorbe parných vankúšov. Nové rafinárske technológie, meniace chemickú skladbu ropných benzínových destilátov a pridávanie zlúčenín olova postupne umožňovali vyrábať vysokooktánové benzíny, takže bolo možné zvýšiť kompresný pomer motorov, a tým dosiahnuť zvýšenie merného výkonu a energetickej účinnosti. Od konca sedemdesiatych rokov je vývoj kvality benzínu stále viac ovplyvňovaný ekologickými tlakmi a v tomto smere začali byť neskôr vydávané legislatívne programy, ktoré potom formou právnych predpisov regulovali zloženie tak, aby bol obmedzovaný predovšetkým obsah zložiek poškodzujúcich životné prostredie, či už ich únikom do ovzdušia, či po spálení. Prvým krokom bolo znižovanie obsahu olova, ďalej pridávaním kysličitých zlúčenín. Pre nové modely vozidiel vybavených katalyzačnými konvertormi boli zavedené bezolovnaté benzíny. Okolo roku 2000 nasledoval úplný zákaz používania olovnatých benzínov a konečne boli zavedené reformulované benzíny, t.j. s takým zložením, aby bolo čo najmenej poškodzované životné prostredie. Robert Diesel predviedol svoj prvý motor spaľujúci ropný destilát v roku 1892, po dlhom experimentovaní s uhoľným prachom, ktorý mal byť pôvodne jeho palivom. V roku 1908 sa už ako palivo ustálili plynové oleje a v roku 1925 boli Dieselové motory zabudované do nákladných vozidiel. Do osobných až v roku 1936, a to už bolo palivo pre tieto motory z hľadiska požiadaviek na kvalitu dobre špecifikované a vyrábané ako motorová nafta. Rovnako ako pri benzíne,

začal v sedemdesiatych rokoch tlak na ekologizáciu motorovej nafty, predovšetkým na znižovanie obsahu síry, s cieľom znížiť emisiu oxidov síry a potlačiť dymenie motorov. V roku 1992 sa objavila tzv. švédska nafta, ktorej formulácia City 1 obsahovala iba 10 ppm síry, t.j. rádovo tisíckrát menej ako predchádzajúca neodsírovaná nafta a iba 10 % aromatických uhlíkovodíkov pri podstatne zníženom konci destilácie, destilujúca z 95 % do maximálne 285 °C. Motorové palivo LPG bolo do prevádzky väčšej skupiny vozidiel prvýkrát zavedené v tridsiatych rokoch v Nemecku, ktoré malo deficitnú bilanciu benzínu. Uvedené plyny boli k dispozícii z novozavedených hydrogeneračných a hydrokrakovacích procesov. Nová vlna používania sa datuje do polovice päťdesiatych rokov, kedy opäť po vojne začal fungovať nemecký chemický priemysel a hydrogeneračné a štepne procesy prenikali aj do ďalších krajín. Od tej doby pokračoval rozvoj používania v rôznych štátoch rôzne, takže napríklad v roku 1995 bolo registrovaných s pohonom LPG v Holandsku 8,7 % vozidiel, v Taliansku 4,4 %, vo Francúzsku 0,1 % a v Južnej Kórei 7,6 %. Používanie v rôznych krajinách sa odvíjalo od dostupnosti, od ceny ovplyvnenej hlavne veľkosťou spotrebnej dane a tiež od klimatických podmienok. V priebehu deväťdesiatych rokov prišlo v Európe ku zjednoteniu kvality palív a noriem a výskum v tejto oblasti, prevádzaný predovšetkým s ekologickými aspektmi, sa z veľkej časti prevádza spoločne. Z jeho výsledkov odvodenej požiadavky na kvalitu palív sú vydávané vo forme Direktív Európskej únie, ktoré potom slúžia ako základ pre spracovanie právnych predpisov, určujúcich požiadavky na kvalitu v členských krajinách. V menších štátoch sa výskum v oblasti kvality automobilových palív prakticky zastavil a kvalita sa riadi jednotným európskym predpisom. V prvej polovici vývojového obdobia, t.j. dodnes trvajúcej éry ropných motorových palív, bol konštruktér motorov pri jeho technickom vývoji obmedzovaný hlavne vlastnosťami paliva, predovšetkým oktánovým číslom, ktoré boli schopní výrobcovia zaistiť a len málo do toho zasahovali zákony. V poslednej dobe naopak zákony stanovujú veľmi podrobné požiadavky na vlastnosti palív. Predpisujú výrobcovi motora so stále väčšou dôraznosťou, ako musí motor ekologicky pracovať a ako sa negatívny vplyv jeho prevádzky na životné prostredie musí plánovite znižovať. Výrobcovia motorov potom navrhujú, aké vlastnosti majú mať palivá, aby bolo možné plniť zákonné predpisy pre emisiu motorov. Návrhy výrobcov motorov sú po prejednaní prijímané ako právne predpisy, definujúce požiadavky na kvalitu palív. Jednania prebiehajú obvykle medzi výrobcami motorov, výrobcami palív a štátnymi orgánmi,

respektíve nadnárodnými orgánmi EU (a podobne v USA), zodpovednými za ochranu životného prostredia.

1.2 Posledná etapa vývoja palív

V súvislosti s plnením uvedených požiadaviek na zlepšovanie životného prostredia boli v deväťdesiatych rokoch v USA a po roku 2000 v EU realizované v kvalite motorových vozidiel podstatné zmeny. Všetky vlastnosti, ktoré môžu zmierniť škodlivé vplyvy na životné prostredie, boli postupne modifikované, takže súčasné palivá v porovnaní s minulými obsahujú iba veľmi malé množstvo síry, v rozvinutých krajinách sa už viac rokov nedovoľujú používať olovnaté ani iné prísady obsahujúce kovy, prenikavo bol obmedzený obsah benzénu v benzíne a postupne sa obmedzuje obsah aromatických uhl'ovodíkov vo všetkých palivách, pri naftě hlavne polyaromatických. Pri benzíne sa ďalej obmedzuje obsah podielov, ktoré sa horšie odparujú a preto tiež horšie spaľujú a znižuje sa tekutosť v letnom období, aby únik ľahkých uhl'ovodíkov do ovzdušia bol minimálny. Všetky tieto ekologické požiadavky sú uplatnené v normách, jednotne pre všetky členské štáty EU.

Vývoj kvality do začiatku deväťdesiatych rokov ukazuje tabuľka 1.

Tab. 1

Vývoj základných parametrov automobilových benzínov od roku 1958

Rok	Hladiny oktánových čísel (min. hodnoty)			Tlak par, max.léto (kPa)	Síra (%) max.	Olovo (g.l ⁻¹) max.	Aromáty (%) max.	Detergentná prísada	Poznámka
1958	63 MM	70 MM		70	0,15	0,08% obj. TEO			
1961	72 MM	84 VM				0,08% obj. TEO			
1965	72 MM	84 VM		53	0,15	0,08% obj. TEO			
1970	80 VM	90 VM	96 VM	60	0,10/0,05/0,10	0,05/0,06% obj. TEO	40		druh 96 max.0,05% obj. TMO
1973	80 VM	90 VM	96 VM	60/50/40	0,10/0,05/0,05	0,53/0,64/0,77	40/40/50		
1977	80 VM	90 VM	96 VM	80/67/60	0,10/0,05/0,05	0,53/0,64/0,77	40/40/50		Delta OČ max. 10
1982		90 VM	96 VM	67/60	0,05	0,64/0,77	40/50		
1987	91VM bezolovnatý	90 VM	96 VM	70/67/60	0,05	0,01/0,25/0,25	?/40/50	áno	MTBE max. 10% R100 max. ?/14/12
1991	95 VM bezolovnatý	91 VM	96 VM	70	0,05	0,013/0,03-0,15		áno	MTBE max. 10% benzén max.5%

1.2. Druhy palív

Okrem široko známych druhov automobilových palív, ktoré sú bežne na trhu, existuje rada ďalších chemických látok, ktoré sú používané alebo môžu byť používané ako palivá alebo ako zložky palív pre súčasné automobilové spaľovacie motory. Niektoré z týchto látok môžu byť použité tiež ako zdroje energie pre palivové články elektrických vozidiel, ktoré sú používané za perspektívne. Ide predovšetkým o vodík a metanol.

Všetky tieto palivá je možné zhrnúť do týchto skupín:

- automobilové benzíny
- motorová nafta
- petrolej (kerosín)
- skvapalnené ropné plyny – LPG (propán-butánové zmesi)
- zemný plyn – stlačený (CNG) alebo skvapalnený (LNG)
- alkoholy – metanol, etanol (lieh), vyššie alkoholy
- étery s piatimi alebo s viacerými uhlíkmi – metylterc. butyléter (MTBE) a ďalšie metylestery mastných kyselín (napríklad kyselín repkového oleja) a ich zmesí s motorovou naftou, tzv. zmesové motorové nafty (známe pod často nesprávne používaným názvom bionafta) vodík
- exotická nafta – amoniak, nitrometán, dimetyléter, acetón - butanolová zmes
- bioplyn a rôzne chudobné plyny s malou výhrevnosťou, obsahujúci väčšie množstvo oxidu uhličitého a dusíka, čo sú z energetického hľadiska balasty.

Uhl'ovodíkové palivá a ďalšie druhy obsahujúce uhlík môžu pochádzať alebo z fosilných zdrojov, t.j. z ropy alebo zemného plynu, prípadne aj z uhlia alebo z biomasy rôznych foriem, vodík tiež z elektrolýzy alebo z termického rozkladu vody, čpavok zo syntézy vychádzajúcej z vodíka a dusíka. Pre súčasnú dobu je charakteristické hľadanie zdrojov a plánového zavádzania tzv. alternatívnych druhov palív, rozumie sa alternatívnych k benzínom a motorovej nafty z ropy. K alternatívnym sa preto počítajú aj palivá typu skvapalnených ropných plynov (LPG), zemný plyn, metanol zo zemného plynu, nafta vyrábaná zo zemného plynu a ďalej špecifikované

palivá biologického pôvodu. V súvislosti s medzinárodnými dohodami o znížení emisií oxidu uhličitého bol spracovaný program zavádzania palív pochádzajúcich z obnoviteľných zdrojov, tzv. biopalív, t.j. palív vyrobených z biomasy. Látky, ktoré sú považované za biomasu, sú vymenované v Direktíve 2003/30 EC. Typickými palivami tejto skupiny sú estery mastných kyselín rastlinných olejov a kvasinkový lieh, ale tiež metanol, vodík a kvapalné palivá z biomasy. Okrem uvedených typických biopalív je dôležitá aj skupina palív iba čiastočne vytvorená zložkami biologického pôvodu. Typickými príkladmi sú ETBE a zmesové motorové nafty. Je zrejmé, že presná kategorizácia nie je jednoduchá, okrem iného z dôvodu narastajúcej diverzifikácie zdrojov, príkladom je nafta vyrobená z ropy a nafta vyrobená zo zemného plynu. Vodík je možné vyrábať z ropy, zemného plynu, biomasy, ale tiež elektrolýzou vody. V tomto prípade sa potom stáva len prostriedkom pre prenos energie.

V tabuľke 2 je prehľad základných údajov o fyzikálnych vlastnostiach a chemických zložiek aktuálnych palív a niektorých ich zložiek.

Tab. 2

Fyzikálne vlastnosti a chemické zložky niektorých súčasných palív a ich zložiek

vlastnosti	benzín	LPG	CNG	metanol	etanol	MTBE	nafta	MERO
chemický vzorec	približne $C_xH_{1,8x}$	približne $C_xH_{2,6}$	CH_4	CH_3OH	C_2H_5OH	$CH_3OC_4H_9$	približne $C_xH_{1,9x}$	približne $C_{19}H_{35}O_2$
hustota ($kg/m^3/15^\circ C$)	720 - 775	510 - 580	-	796	794	746	800 - 845	870 - 890
výhrevnosť (MJ/kg)	42,0 - 43,5	46,0	50,0	19,9	26,8	35,2	42,5	38,5
Výhrevnosť (MJ/liter/25 °C)	31,0 - 32,9	25,3	-	15,9	21,3	26,3	35,6	34,3
teplota vznetenia (°C)	450	460	650	450	420	435	250	300
OČ VM	91 - 100	cca 100	130	111 - 126 *	108 - 120 *	118	-	-
OČ MM	82 - 90	91	-	90-96 *	90 - 99 *	101	-	-
CC		-	-	5	7	12	nad 51	- 58
λ (vzduch/palivo)	14,7	15,0	17,2	6,5	9,0	11,7	14,6	13,2
bod/rozmedzie varu (°C)	-30 - 210	-42-+4	-162	65	78	55	160 až 360	320-360
výparné teplo (kJ/kg)	290	300	555	1110	904	337	180	260
obsah uhlíka (% hm)	85,5	84,0	74,25	37,5	52,2	68,2	86,0	77,0
obsah vodíka (% hm)	14,5	16,0	24,75	12,5	13,0	13,6	14,0	12,0
obsah kyslíka (% hm)	až 12,7	O	O	50,0	34,8	18,2	až 0,6	11,0* ** *
bod tuhnutia (°C)	pod -30	pod -45	-	11	-20	-	nad 55	nad 100

Účelom zariadenia tohto prehľadu je poskytnúť súhrn základných dát, ktoré potom slúžia k pochopeniu vzťahu medzi fyzikálnymi vlastnosťami, chemickými zloženiami paliva a jeho aplikačnými vlastnosťami, ako aj k pochopeniu procesu spaľovania a jeho priebehu. Z prehľadu vyplýva, že palivá s veľkým oktánovým číslom majú malé cetánové číslo a naopak, z hodnôt oktánových čísiel (OČVM a OČMM) a z cetánového čísla (CČ) jednotlivých palív a ich zložiek je zrejmé, ktoré produkty sú vhodné pre súčasné vznetrové motory, vyžadujú veľké oktánové číslo a ktoré pre vznetrové motory, ich požiadavka na CČ je okolo 50 jednotiek. (Je potrebné doplniť, že chémia objavila prísady, ktoré môžu CČ, t.j. schopnosť vznietenia, výrazne zmeniť, takže napríklad metanol a etanol, ktorých cetánové čísla sú veľmi malé, majú po pridaní vhodných nitrozlučenín cetánové čísla nad 40 jednotiek a je možné ich použiť pre pohon vznetrového motora.) V prehľade je uvedených niekoľko údajov o iniciatívnej energii a energii iskry, t. j. o energiách potrebných k vznieteniu (zapáleniu) zmesi paliva so vzduchom, ale iba ako informatívne hodnoty, bez špecifikácií podmienok. K tomu je treba dodať, že sa zvyšovaním teploty zmesi s iniciatívnou energiou znižuje. Iniciatívna energia uhl'ovodíkov sa zvyšuje so zvyšujúcim sa oktánovým číslom respektíve pre plyny s nárastom cetánového čísla, so zvyšujúcim cetánovým číslom klesá. Iniciatívna energia vodíka je malá. Teplota vznietenia (predtým bol používaný termín samovznietenie, ktorý lepšie charakterizoval túto vlastnosť) stúpa so zvyšujúcim sa oktánovým číslom a klesá so zvyšujúcim sa cetánovým číslom. Korešponduje taktiež s iniciatívnou energiou. Palivá, ktoré majú vysokú teplotu vznietenia, respektíve ich zmesi so vzduchom, potrebujú k zapáleniu väčšiu iniciatívnu energiu. Z prehľadu je teda vidieť, ako sa jednotlivé druhy palív odlišujú výhrevnosťou, t.j. obsahom energie. Z druhov uvedených v prehľade sú najbohatšie na energiu palivá uhl'ovodíka, pokiaľ obsahujú kyslík, každé percento kyslíka znamená zníženie výhrevnosti približne o 1 % v porovnaní s uhl'ovodíkovým palivom s rovnakým počtom uhlíka v molekule. S narastajúcim obsahom kyslíka v palive sa tiež znižuje stechiometrický pomer vzduch/palivo, ktorý je dôležitou charakteristikou, predovšetkým pri vonkajšom tvorení zmesi, t.j. pri zážihových motoroch. Výparné teploty palív výrazne stúpajú s obsahom kyslíka v molekule. Z uvedených druhov je to najvýraznejšie u metanolu, ktorý podľa výhrevnosti a vyparovaného tepla je možné charakterizovať ako chemickú zmes ” približne 50 % uhl'ovodíku a 50 % vody. Hranice horľavosti, v požiarno-technických normách uvedenú ako hranicu výbušnosti, sú charakteristikami bezpečnosti zmesi plynov alebo pár so vzduchom. V koncentráciách nad hornou hranicou výbušnosti a pod

dolnou hranicou výbušnosti sú tieto zmesi nevýbušné a nehorľavé. Dolná hranica súvisí so schopnosťou paliva pracovať v motore v tzv. chudobnej zmesi.

1.3 Perspektívne požiadavky na kvalitu palív

Už v súčasnej dobe je vyvíjaný tlak, aby v budúcnosti benzíny a nafty neobsahovali vôbec síru. Ich obsah nemá v obidvoch druhoch palív po roku 2008 prekračovať hodnotu 10 mg.kg^{-1} a tento proces bol už zahájený. Určité percento dodávok palív na trh je už realizované v týchto „ bez sírnatých formuláciách ” v súčasnej dobe. Súčasná technológia neumožňuje modifikovať zloženie uhľovodíkových palív tak, aby pri ich spaľovaní vznikalo oveľa menej oxidu uhličitého, ktorý je považovaný za hlavnú príčinu intenzifikácie skleníkového efektu a otepľovania planéty. Jedným zo spôsobov zmenšenia emisií tohto oxidu je obmedzenie spotreby uhľovodíkových palív. V Európe ma byť tento problém riešený kombináciou rôznych spôsobov. Jedným z nich limitovaná špeciálna spotreba paliva, vyjadrenej v gramoch na kilometer jazdy vozidla. Pre budúcnosť sa počíta s technológiami hlbokšej konverzie ropných frakcií a s výrobou palív so zníženým obsahom uhlíka, v najbližšej budúcnosti potom s postupne narastajúcim využívaním obnoviteľných zdrojov, tzv. biopalív. Pretože spotreba fosílnych palív neustále stúpa a tým narastá aj množstvo oxidu uhličitého vypúšťaného do atmosféry, muselo byť pristúpené ku globálnemu riešeniu, ktorého posledné závery sú predmetom známych Kjótskych dohôd. Európska únia vydala ako program realizácie týchto záväzkov Direktívu 2003/30 EC, týkajúcej sa náhrady fosílnych palív alternatívnymi a obnoviteľnými zdrojmi. Direktíva požaduje, aby koncom roku 2005 pochádzali minimálne 2 % z celkového množstva energie spotrebovaného pre dopravu z obnoviteľných zdrojov, v roku 2010 sa má tento podiel zvýšiť na 5,75 % (v roku 2020 ma pochádzať minimálne 20 % celkovej spotrebovanej energie t.j. nielen pre dopravu, z alternatívnych zdrojov). Do roku 2020 sa počíta s podstatným rozvojom využívania zemného plynu pre pohon automobilov, a to ako s priamym použitím, tak s používaním syntetických kvapalných palív vyrobených z plynov, ktoré by mali v ďalšom období v stúpajúcej miere nahrádzať deficitnú ropu a ropné palivá. Pokiaľ ide o palivá z obnoviteľných zdrojov na báze biomasy, okrem metylestérov mastných kyselín (FAME), v SR predovšetkým metylestérov kyselín

repkového oleja, je tlak maximálne využívať kvasinkový lieh alebo ako zložku benzínu alebo pre výrobu éterov a esterov (ETBE a ERO), prípadne vo forme liehového paliva E95, obsahujúceho ako ďalšie zložky iba prísady. S využívaním vodíka pre pohon vozidiel sa počíta až neskôr, v širšom meradle až po roku 2050 za predpokladu, že bude k dispozícii vo veľkom množstve lacná elektrická energia potrebná pre technológiu elektrolýzy vody. Pri žiadnom z ďalej uvedených alternatívnych palív sa nepredpokladá do roku 2020 dosiahnutie vyššieho ako 10 % podielu na trhu. Optimistický scenár uplatnenia alternatívnych palív pre pohony automobilov uvádza tabuľka 3. V apríli 2004 bola vydaná informácia CEN o palivách a ich zložkách, s ktorými sa v nasledujúcich rokoch počíta v Európskej únii a preto je potrebné pre ne pripraviť normy. Jednotlivé varianty uvádzajú obrázky 1 a 2.

Tab. 3

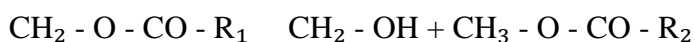
Aktuálne alternatívne palivá a prognóza ich uplatnenie na trhu (%)

druh paliva	2005	2010	2015	2020
zemný plyn		2	5	10
biopaliva	2	6	7	8
vodík			2	5
spolu	2	8	14	23

Na obrázku sú uvedené všetky predpokladané formulácie alternatívnych palív k benzínu a naftu z ropy, ktoré by mohli byť v budúcnosti realizované a veľmi detailne sú uvedené všetky varianty aplikácie kvasinkového liehu. Nie sú vynechané ani palivá z technológií GTL a BTL, ktorých podstatou je výroba kvapalného paliva zo zemného plynu, respektíve z biomasy.

1.4 Výroba MERO

Rastlinné oleje pre priame použitie ako pohonné hmoty v klasických vznetrových motoroch nie sú vhodné, nakoľko odpariteľnosť je nízka v dôsledku vysokej mólovej hmotnosti (okolo $880 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$) a vyššej viskozite. Pre používanie v klasických vznetrových motoroch sa rastlinné oleje upravujú transformáciou triacylglycerolov na alkylestery vyšších masných kyselín a na metylestery. Transesterifikáciou z rozvetvenej molekuly triacylglycerolu získajú tri menšie nevetvené molekuly metylesterov veľkosťou podobné komponentom klasickej motorovej nafty.



V lisovni je na šekových lisoch lisované vysušené repkové semeno. Olej odteká do vyrovnávacej nádrže a cez filter do nádrže oleja. Výlisky padajú na pásový dopravník a odtiaľ do výsyvky pre výlisky odkiaľ sú dopravované pre ďalšie spracovanie krmných zmesí. Olej z nádrže je čerpadlom prepravovaný do transesterifikačného reaktora. V reaktore sa olej vyhreje a pomocou miešadla sa privedie do kontaktu s určeným množstvom roztoku NaOH v metanole s obsahom približne 3 % hmotnosti NaOH. V porovnaní s katalyzátorom KOH má NaOH nižšiu mólovú hmotnosť, preto na rovnaký účinok stačí nižšia hmotnostná koncentrácia, je lacnejší a jeho mydlá sú menej rozpustné v MERO. Reakcia prebieha v dvoch stupňoch. Pre prvý stupeň je mólový pomer triglycerolu: MeOH = 1 : 3,5, pre druhý stupeň – 1 : 0,95. Doba trvania každého stupňa je 1,5 – 2 h., po ktorej sa vylúčená glycerínová fáza (G – fáza) ako spodná vrstva s vyššou hustotou odčerpáva do glycerínového reaktora pre ďalšiu úpravu. Po ukončení 2. stupňa sa surové MERO stripuje vzduchom na odstránenie nezreagovaného metanolu, ktorého podstatná časť už odvedená s polárnou fázou tzv. G – fázou. Stripovaním MeOH na hodnotu 0,1 % hmotnosti sa zabezpečí bod

splanutia MERO nad 56 °C (horľavina III. Triedy). Paroplynová zmes MeOH – vzduch je vedená do nízko teplotného chladiča, kde metanol kondenzuje. Surové MERO je potom prečerpané do finalizačného reaktora. V ňom prebieha rozklad zvyškov katalyzátora znížením obsahu popola, ktorý pochádza od sodných mydiel vyšších mastných kyselín. Pre tento účel sa pridá malé množstvo koncentrovanej kyseliny fosforečnej, čím sa sodné mydlá rozložia na vyššie mastné kyseliny a sodné soli kyseliny fosforečnej. Po ukončení tejto operácie sa k MERO pridá hydroxid amónny, ktorý zneutralizuje vyššie mastné kyseliny a nezreagovanú kyselinu fosforečnú. Prípadný prebytok čpavku sa odstripuje vzduchom. Pri pridávaní kyseliny fosforečnej a čpavku je dôležité zabezpečiť intenzívne miešanie MERO. Po finalizácii čpavkov je MERO nekyslé a nekorózne. Nakoniec MERO prechádza odstredivkou, kde sa z nepolárneho prostredia odstráni vypadnuté polárne zložky: zmenené fosforečnany, zvyšky vody z použitých anorganických činidiel, zvyšky glycerínu. Tuhý odpad z odstredivky je možné použiť ako hnojivo, najlepšie po zmiešaní s maštalným hnojom. MERO potom prechádza jemným filtrom 10 – 4 µm a uskladňuje sa v zásobnej nádrži. Takto vyrobené MERO spĺňa kvalitatívne parametre podľa medzinárodných noriem. Proces esterifikácie sa podľa technológie delí na šaržový a polo kontinuálny proces. V súčasnosti existujú tri koncepcie výroby metylesterov:

- Malokapacitné jednotky s ročnou produkciou MERO 500 – 3000 t. rok⁻¹.
- Stredokapacitné s ročnou produkciou MERO 10 000 – 30 000 t. rok⁻¹.
- Veľkokapacitné výrobné s ročnou produkciou 100 000 t. rok⁻¹ a viac.

Výhodou malých výrobní je ich samozásobiteľský charakter, keď producent repky olejnej dodáva jej semeno do výrobní, získava biopalivo pre svoju činnosť a výlisky na kŕmenie. Do roku 1997 bolo na Slovensku vybudovaných sedem výrobní MERO. Päť s ročnou kapacitou MERO 500 t a dve s ročnou kapacitou MERO 1500 t (PD Šalgovce, Ekoil, a.s. Bratislava, PD Horné Obdokovce, Torysa, a.s. Kendice, - 500 t. rok⁻¹, BIO – BHMG, a.s. Spišský Hrušov, Agro Diesel s.r.o.

1.4.1 Vedľajšie produkty

Výroba MERO je bezodpadová technológia, kde sa využíva nielen hlavný kvalitný produkt, ale aj vedľajšie produkty (tab. 4).

Tab. 4

Hlavné a vedľajšie produkty s repky zimnej

Semená repky ozimnej [t]	MERO [t]	Výlisky [t]	Glycerol [t]
1 500	500	900	71
3 000	1 000	1 800	154
4 500	1 500	2 700	231

Vedľajšie produkty sú repková slama, výlisky, glycerín, filtračný koláč, organická vrstva.

Výlisky

Majú najnovší podiel medzi vedľajšími produktmi. Získavajú sa pri lisovaní za studena, ktorých energetický obsah predstavuje 17,3 MJ.kg⁻¹. Výlisky sú plnohodnotnou zložkou krmných zmesí. Porovnanie nutričných hodnôt sójového extrahovaného šrotu s repkovým extrahovaným šrotom a repkovými výliskami (tab. 5).

Tab. 5

Nutričné hodnoty vybraných krmív

Akostný znak	Merná jednotka	Krmivo		
		Sójový šrot	Repkový šrot	Repkové výlisky
Sušina	%	88,1	89,3	91,5
N – látky	g.kg ⁻¹	492,6	372,1	336,9
Vláknina	g.kg ⁻¹	74,6	133,2	114,0
Lyzín	g.kg ⁻¹	28,6	22,0	16,7
Sacharóza	g.kg ⁻¹	96,3	105,6	92,1
Škrob	g.kg ⁻¹	66,8	62,4	50,7
Vápnik	g.kg ⁻¹	4,0	8	5,9
Fosfor	g.kg ⁻¹	7,2	12,5	10,4

Repková slama

Energetickým obsahom $13,8 \text{ MJ.kg}^{-1}$ sa blíži k výhrevnosti hnedého uhlia a v porovnaní so slamou obilo vln a jej menší úlet pevných frakcií pri spaľovaní, pomalšie horí a jej popol má vyššiu tepelnú spekavosť. Využíva sa k vykurovaniu poľnohospodárskych výrobných a technologických areálov, obytných a iných priestorov.

Glycerín

Získavaním v malokapacitných výrobniciach je silne znečistený, kontaminovaný mnohými chemikáliami. Vo veľkých zariadeniach získaný glycerín je neutralizovaný kyselinou fosforečnou a odstránená pevná vložka sa suší. Konečným produktom je fosforečné hnojivo. Ďalším výťažkom glycerínu je technický olej, ktorý možno použiť ako vykurovací olej. Čistý glycerín je surovinou farmaceutického priemyslu, kde je potrebná 99,6 % čistota. Využíva sa v kozmetike, pri výrobe liečiv a kozmetických prípravkov.

Filtračný koláč

Získava sa pri čistení surového oleja ako jeden z vedľajších produktov. Používa sa ako hnojivo, najlepšie po zmiešaní s maštalným hnojom.

Organická vrstva

Predstavuje nový mimoriadne zaujímavý materiál s perspektívnym využitím v biochémií, v olejárskom priemysle a v textilnom priemysle ako pomocné technické prostriedky.

1.6 Vlastnosti MERO

1.6.1 Zimná prevádzka

MERO ako palivo pre vznetové motory je bez aditív (depresantov) pre zimnú prevádzku použiteľný do $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. S prísadami sa umožní do teplôt $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. V závislosti od zloženia depresantu. Niektoré skúšky poukazujú, že pri použití depresantu na báze alfaolefínov, je možné znížiť spotrebu paliva oproti čistému MERO až o 10 g. kWh^{-1} pridaním asi 10 % depresantu k MERO. Zároveň sa obmedzí tendencia ku karbonizácii pri zachovaní ekologických vlastností MERO (biologická rozložiteľnosť a dymivosť). Vo všeobecnosti je možné tvrdiť, že štartovateľnosť s MERO pri teplotách nižších ako $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ je bez prídania látok urýchľujúcich štartovanie prakticky nemožné.

1.6.2 Riedenie motorového oleja palivom

Zloženie MERO je pomerne úzko vymedzené (min. 98 % MERO, do 1 % zmes mono, di a triglyceridol, do 0,3 % voľných mastných kyselín a do 0,02 % voľného glycerolu) na rozdiel od motorovej nafty, ktorá predstavuje rôznorodejšiu zmes organických látok. Z toho vyplýva, že MERO prakticky neobsahuje ľahšie frakcie destilujúce sa pri nižších teplotách a prakticky celý objem sa splyňuje až pri teplote v rozsahu $320 - 340\text{ }^{\circ}\text{C}$. To spôsobuje, že hlavne pri malom zaťažení motora a nízkej vonkajšej teplote dochádza MERO k vyššiemu nebezpečeniu postupného riadenia motorového oleja. Toto nebezpečie zníženia mazacích schopností je nižšie pri preplňovanom motore. Stupeň riadenia oleja s MERO je možné tolerovať až do 20 – 25 % obsahu MERO v oleji. Tomu sa čelí používaním špeciálnych motorových olejov vyvinutých pre prevádzku MERO (RMO – Benzina, RME – Plus od ÖMV), alebo skrátením intervalu medzi výmenami motorového oleja. Tieto opatrenia však nepredpisujú všetci výrobcovia traktorov. Podľa firmy JOHN DEER a VALMET nie sú

u ich výrobkov opatrenia nutné a intervaly výmeny motorových olejov zostávajú bez zmeny.

1.6.3 Agresivita MERO

Používaním MERO sa agresívne prejavujú voči všetkým gumeným dielom, najmä palicovej sústavy. Rozleptáva ich a spôsobuje tak zanesenie palivového filtra. Väčšina výrobcov preto do poručuje výmenu gumených hadičiek palivového systému a tesnení za odolnejšie. Podobne je tomu aj pri ochrane náterov pred naleptaním MERO narušuje vonkajší i základný náter stroja (netýka sa to výrobcov používajúcich odolnejšie náterové hmoty). Starutím MERO mení svoje vlastnosti, v nádržiach a v skladovacích nádobách sa po čase vytvára zhluk drobných častíc, ktoré môžu zaniest' palivový filter, prípadne ho i upchať.

1.6.4 Zmeny ukazovateľov výkonu a spotreby

Pri prechode z motorovej nafty na MERO dochádza k určitej odlišnosti fyzikálno-chemických vlastností palív k určitému zvýšeniu spotreby i zvýšeniu výkonu. Rozdiely sú dané hlavne odlišnou mernou hmotnosťou palív a výhrevnosťou. Porovnanie prevádzky motorov na motorovú naftu a MERO ukázalo vyššiu citlivosť preplňovaného motora na zmenu paliva oproti nepreplňovanému. Väčšia citlivosť preplňovaného motora je spôsobená značným poklesom výkonu turbíny, ktorý je spôsobený znížením energie výfukových plynov na vstupe do turbodúchadla.

1.6.5 Emisia škodlivín a dymivosť

Prevedené merania vybraných traktorov navzájom poukazujú pri použití MERO v porovnaní s motorovou naftou výrazne zníženie:

- zníženie obsahu SO₂
- zníženie obsahu CO závisí od druhu a konštrukcie motora
- zníženie obsahu uhl'ovodíkov najmä rakovitvorných a poly cyklických aromátov

Rôzne názory sú prezentované na množstvo obsahu oxidov dusíka (NO_x). Zníženie dymivosti sa pohybuje pri použití MERO 40-70 % v závislosti na konštruktom riešení motora a prevádzkovom zaťažení motora.

1.7.Zmestné palivá na báze MERO

Zmestné (viaczložkové) biopalivo je ekologické motorové palivo, ktorého základnou zložkou je MERO a jeho podiel musí byť min. 30% hm. Biologická rozložiteľnosť viaczložkového paliva musí spĺňať požiadavku testu rozložiteľnosti CEC L – 33 – A – 93 min. na 90% za 21 dní. Na Slovensku sa zmenné palivá vyrába podnik Bio-BHMG v Spišskom Hrušove. V podniku Bio-BHMG sa okrem MERO vyrábajú i zmenné biopalivá BIOMON a BIOMON 97. Zmenné palivo BIOMON je zmes MERO a ľahko odpariteľných alifatických uhl'ovodíkov. Je to palivo ekonomicky výhodnejšie ako MERO a ekologicky priaznivejšie ako motorová nafta. Ďalšie zmenné palivo je BIOMON 97, ktorý je zmesou MERO, ľahko odpariteľných uhl'ovodíkov a motorovej nafty. Zmenné palivo BIOMON 97 sa vyrába podľa podmienkovej normy PN 01 0395 podniku Bio-BHMG. Biologická rozložiteľnosť z tohto paliva je 91 % za 21 dní. Jednou z hlavných zložiek zmesných palív je tzv. city nafta – hlboko odsírená motorová nafta, ktorá zapríčiňuje pokles mazacej schopnosti paliva. Prídavok 5 % MERO do takto upravenej nafty prináša až 30 % šetrenia motora. Vzniká tu šanca využiť MERO ako špeciálnu prísadu do motorovej nafty s plnohodnotnými vlastnosťami paliva. Popri snahách niektorých európskych krajín (Nemecko, Rakúsko) predávať MERO ako 100 % palivo, asi prevážia tendencie so zameraním na zmenné palivá v ktorých MERO predstavuje relatívne malý podiel. V USA sa presadzuje palivo obsahujúce 20 % MERO v motorovej nafte. Prídavok MERO v nafte prináša ekologických parametrov,

najmä obsahu tuhých častíc a v lepšom emisnom profile. Vo Francúzsku sa používa MERO pre bežnú prevádzku dvoma spôsobmi:

- pre diaľkovú kamiónovú dopravu sa používa zmes nízkošírnej nafty s prísadou 5 % MERO
- pre dopravu v mestách a pri mestskej doprave sa používa zmes nízko šírnej nafty

Nové zmenné palivo na báze MERO je ENVIROPAL. ENVIROPAL 4 a 22 je ekologické palivo, ktoré je zmesou MERO a prevažne lineárnych alifatických uhlíkov s veľmi dobrou biologickou rozložiteľnosťou. Stupeň rozkladu podľa testu CEC L – 33 – A – 93 je viac ako 90 % za 21 dní. ENVIROPAL 4 a 22 sú číre kvapaliny bez mechanických nečistôt a viditeľnej vody. Sú mierne alebo viac sfarbené do žltá podľa použitých surovín a technologických postupov výroby. ENVIROPAL 4 a 22 sa vyrába v kvalite podľa PND 26 – 457 – 97

Tab. 6

Vlastnosti palív ENVIROPAL 4 a ENVIROPAL 22

Vlastnosti	Merné jednotky	ENVIROPAL 4	ENVIROPAL 22
Výhrevnosť	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$	41 000	41 000
Hustota pri 15 °C	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	790 – 835	790 – 835
Kin. viskozita	$\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	2,0 – 4,0	2,0 – 4,0
Bod vzplanutia	°C	56	56
Bod tuhnutia	°C	-4	-22
Filtrovateľnosť	°C	0	-15
Korozívna. síra na Cu 3 hod pri 50 °C	stupeň max.	2	2
Obsah síry max.	% hm. max.	0,05	0,05
Con. karb. zvyšok	% hm. max.	0,3	0,3
Cetánové číslo	-	45	45
Obsah popola	% hm. max.	0,01	0,01
Obsah MERO	% hm. min.	30	30
Obsah vody	% hm. max.	0,05	0,05
Číslo kyslosti	$\text{mgKOH}^{-1} \text{ max}$	0,3	0,3
Obsah mechan. nečist.	% hm. max.	0,005	0,005
Destilačná skúška			
do 250 °C predestiluje	% obj. min.	65	65
do 350 °C predestiluje	% obj. min.	85	85
do 370 °C predestiluje	% obj. min.	95	95
Destilačný zvyšok	% obj. max.	0,3	0,3

2. Cieľ práce

Cieľom bakalárskej práce je na základe preštudovanej literatúry týkajúcej sa danej problematiky, výsledkov meraní uskutočnených v laboratórnych podmienkach na Katedre Dopravy a Manipulácii Technickej Fakulty SPU v Nitre s motorom MD 8701.12 namontovanom v traktore ZŤS 122 45 zistiť a vyhodnotiť vplyv biologicky odbúrateľných palív na parametre vznetrového spaľovacieho motora a ich porovnanie s technickými parametrami pri použití motorovej nafty. Parametre budú posudzované na základe výsledkov experimentálnych meraní parametrov traktorového motora brzdením cez vývodový hriadeľ na skúšobni motorov pri použití rôznych druhov palív. Pre možnosť porovnania budú použité biopalivá: čisté MERO a zmenné palivo na báze MERO – BIOMON 97. Ako základ pre porovnanie použiť motorovú naftu MN 4. Na základe výsledkov zhodnotiť prednosti a nedostatky biopalív oproti motorovej nafty z hľadiska výkonových parametrov ako aj dopadu na životné prostredie.

3. Metodika práce

Pri skúšaní traktora na motorovej brzde je potrebné vypracovať rámcový postup prác:

1. Príprava objektu merania traktora ZĽS 122 45 na meranie brzdením cez vývodový hriadeľ, ktorá pozostáva z kontroly vybavenia podľa STN 30 2008. Pripojenie traktora ZĽS 122 45 k prevodovke RS 250 a dynamometru KS 56 – 4 cez vývodový hriadeľ traktora.
2. Nastavenie vstrekovacieho čerpadla pre dodávku paliva určenú výrobcom pre motorovú naftu. Získanie meraných parametrov pre všetky druhy použitých palív pri meraní (motorová nafta, MERO, BIOMON 97). Samotné skúšanie traktora prebehlo v súlade s podmienkami skúšok uvedených v metodike práce.
3. Na základe nameraných údajov je potrebné výpočtami získať ďalšie výsledky (M_k , P_e , M_p , m_{pe}), ktoré sú potrebné k vytvoreniu vonkajších otáčkových charakteristík motora pre jednotlivé použitie paliva a nastavením vstrekovacieho čerpadla podľa výrobcu s prihliadnutím je možné vyvodiť závery o pozitívach a negatívach pri použití biopalív, ktoré je možno využiť v bežnej praxi.

3.1 Podmienky skúšok motorov v laboratórnych podmienkach

V našich podmienkach sú predpisy pre vykonávanie laboratórnych skúšok spaľovacích motorov používaných v traktoroch zahrnuté v nasledovných normách:

- ISO 228 Skúšky motorov v skúšobnom stave
- STN ISO 789-1 (30 0441) Poľnohospodárske traktory
- Skúška výkonu na vývodom hriadeľa
- STN 09 0014 Definícia výkonov
- STN 30 0413 Motory traktorov a kombajnov
- STN 30 0415 Poľnohospodárske a lesnícke traktory, metódy skúšania

- STN 09 0014 Definícia výkonov
- STN 09 0722 Piestové spaľovacie motory
- STN 30 2008 Motory automobilové, Skúšky na brzdnom stanovišti

Podľa ISO 2288, STN 30 0415, STN 30 0415 a STN ISO 783-1 (30 0411) sú podmienky pre skúšanie traktorových motorov v laboratórnych podmienkach nasledovné:

1. Skúška sa musí vykonať s plným výkonom vstrekovacieho čerpadla pre vznetové motory, pričom je stanovená výbava vozidla.
2. Skúška sa vykonáva na motore po zabehu, v súlade s polo ručením výrobcu, za podmienok stabilnej funkcie motora.
3. V rámci prípravy na skúšky musí byť vykonané nastavenie, ktoré sa v priebehu skúšok nesmie meniť.

4. Vlastná práca

4.1 Skúšobné stanovisko

Pri projektovaní skúšobného stanoviska treba vychádzať z určitých stavebných opatrení, ktoré musia byť dodržané. Hladina hluku v skúšobni musí dosahovať hodnotu 80 – 120 dB. Musia byť utlmené vibrácie, ktoré sú vyvolané rôznymi momentmi a silami. Tento problém je riešený oddelením základov dynamometra a motora od základov objektu skúšobne a ich pružným uložením. Na zníženie hladiny akustického hluku sa používajú obklady, ktoré pohlcujú akustické obrazy. Výfukové plyny sú odvádzané mimo skúšobne tak, aby bolo zabránené ich úniku a hladina hluku i mimo objektu skúšobne bolo čo najnižšie. Pri meraní charakteristík piestových spaľovacích motorov je vybavenie skúšobného zariadenia meracími prístrojmi stanovené. Všetky meracie prístroje používané pri skúškach sa musia kontrolovať a úradne overovať. Požiadavky presnosti merania jednotlivých veličín meracej aparatúry:

- krútiaci moment (M_k) dynamometrom, s presnosťou $\pm 0,5 \%$ z maximálnej hodnoty uvedenej na stupnici váhového mechanizmu dynamometra
- otáčky kľukového hriadeľa (nm) s presnosťou $\pm 0,5 \%$
- dymenie (d) s presnosťou $\pm 2 \%$
- spotreba paliva (V_p) s presnosťou $\pm 3 \%$
- teplota chladiacej kvapaliny (t_w) s presnosťou $\pm 2 \%$
- teplota oleja (t_o) a teplota paliva (t_p) s presnosťou $\pm 2 \%$
- teplota okolia (t_a) a relatívna vlhkosť vzduchu
- tlak oleja (p_o) s presnosťou $\pm 20 \text{ kPa}$
- barometrický tlak (p_b) s presnosťou $\pm 70 \text{ Pa}$

Teplotu nasávaného vzduchu meriame pred traktorom vo vzdialenosti 2 – 2,5 m a výške 1,4 – 2 m nad povrchom podložky ako aj relatívnu vlhkosť vzduchu a atmosférický tlak. Teplota chladiacej kvapaliny a tlak oleja sa odčítavajú z prístrojového panela traktora.

4.2. Použité palivá

Motorová nafta je základným palivom pre vznetové spaľovacie motory. Jej kvalita a vlastnosti sú dané normami PND 82-003%83, PND 82-005-86, PND 25-401-93 a STN EN 590. Bioodbúrateľná biologická schopnosť podľa testu CEC-L-33-A-93 je 72 % za 21 dní. Motorová nafta MN-4-letný druh, dodávaný v období od 01.04. do 31.10. Motorová nafta Mn-22-zimný druh, dodávaný v období od 01.11. do 31.03. Pre našu skúšku sme požili MN-4.

Tab. 6
Parametre MN-4

Parametre	Hodnoty	Jednotky
Cetánové číslo min.	48	-
Kinematická viskozita pri 20°C	2,5 až 6	mm ² . s ⁻¹
Výhrevnosť	42,5	MJ . Kg ⁻¹
Bod vzplanutia PM max.	60	°C
Predajná cena	39,5	€ . l ¹

MERO

MERO je určený pre pohon vznetových motorov. V roku 1992 bola prijatá podniková norma PN 7601.

Druhy MERO:

MERO 10 – palivo pre letné obdobie, dodávané od 01.04 do 14.10.

MERO 22 – palivo pre zimné obdobie, dodávané od 15.10. do 31.03. (po pridaní depresantov do MERO sa doieli znížený bod tuhnutia do - 22°C).

Tab. 7
Parametre MERO 10 a MERO 22

Parametre	MERO 10	MERO 22	Jednotky
Cetánové číslo min.	48	48	-
Kinematická viskozita pri 20 °C	6,5 až 9,0	-	mm ² . s ⁻¹
Teplota vznietenia min.	56	-	°C
Bod tuhnutia	- 10	- 22	°C
Predajná cena	45 - 48	45 - 48	€ . l ¹

5. Diskusia

Na základe získaných výsledkov laboratórnych skúšok traktora ZŤS 122 45 s motorom MD 8701.12 a pri porovnaní s výsledkami predchádzajúcich skúšok a skúšok uverejnenými inými autormi, ako aj prevádzkovými skúškami tohto motora na biopalivá mi umožňujú prezentovať nasledovné závery. Pri posudzovaní technických parametrov motora MD 8701.12 som zistil, že zmena paliva ovplyvňuje výkonové parametre motora ich nepatrným poklesom a zvýšením spotreby paliva. Z výkonových parametrov je najlepšie viditeľný rozdiel hodnôt a priebehov pri M_k . Najvyšší krútiaci moment motor dosahuje pri použití MERO, ďalej nasledujú krivky momentov: MN a BIOMON 97 pri otáčkach $n_{Mk_{max}}$. Pri n_n najvyšší krútiaci moment dosahuje MN, potom nasleduje MERO a BIOMON 97. Adekvátne s týmito priebehmi korešpondujú aj priebehy P_e . Zníženie výkonov pri použití biopalív je pre prevádzku zanedbateľné. V prvom rade treba zdôrazniť veľké rozdiely v mernej hmotnosti palív ($MN = 0,832 \text{ g.cm}^{-3}$, $BIOMON 97 = 0,815 \text{ g.cm}^{-3}$, $MERO = 0,872 \text{ g.cm}^{-3}$). Využitie energie paliva charakterizuje merná spotreba paliva m_{pe} má MN, potom BIOMON 97 a MERO. Rozdiel v zložení a vo fyzikálnych vlastnostiach palív má za následok rozdielny priebeh horenia. Na dokonalosť spaľovania poukazuje dymivosť. V prípade použitia biopalív dochádza v celom rozsahu otáčok k výraznému zníženiu dymivosti. Najnižší stupeň dymenia dosahuje použitím MERO (o 30 - 70 % nižší ako MN), nakoľko MERO obsahuje 10-12 % O_2 a MN len 0,004 %. To znamená, že pri použití MERO dochádza k dokonalejšiemu spaľovaniu.

Záver

Ťažisko využitia zmenných palív na báze metylesteru repkového oleja spočíva v jeho ekologických vlastnostiach. V súčasnej dobe, kedy je životné prostredie nadmerne zaťažované emisiami všetkého druhu, nadobúda myšlienka všeobecného používania paliva s minimálnym dopadom na životné prostredie veľký význam. Zatiaľ sa takéto palivá musia používať len v pásmach ochrany životného prostredia. Palivo BIOMON 97 má všetky potrebné vlastnosti v plnej miere nahradiť doteraz bežne používanú motorovú naftu, ktorá je navyše ropný produkt. Celosvetové zásoby ropy sa odhadujú na 70-100 rokov pri súčasnej spotrebe ropy, ale spotreba ropy má stúpajúcu tendenciu. Používanie zmenných palív na báze metylesteru má stúpajúcu tendenciu. Dôvodom je jeho výroby z rastlinného produktu repky olejnej, ako obnoviteľného energetického zdroja a tým minimálny dopad na životné prostredie. Repka olejná dosahuje vysoké výnosy aj na kontaminovaných pôdach, ktoré sa nehodia pre poľnohospodársku výrobu zdravotne nezávadných potravín.

Zoznam použitej literatúry

1. BEROUN, S., BLAŽEK, J., SCHLZ, C. : Parametre horenia motorových palív vo valci piestových spaľovacích motorov. Zborník prednášok 6. Medzinárodného sympózia Motorové palivo 2004. Bratislava: Slovenská spoločnosť priemyselnej chémie, pobočka pre Slovnaft, a. s., 2004
2. Cvengroš M., Švantner L. : Výroba nového zmesného paliva na bazy MERO v SR.
3. Cvengroš J.: Racionalizácia výroby metylesterov rastlinných olejov. Zborník zo seminára. Výroba a použitie bionafty v podmienkach Slovenska. Revúca 1997
4. Kučera M., Maserovič, F, Michvocík, M. : Nové spôsoby výroby látok zlepšujúcich cetanové číslo. Zborník prednášok 5. Medzinárodného sympózia Motorové palivo 2002 Bratislava: Slovenská spoločnosť priemyselnej chémie, pobočka pre Slovnaft, a. s., 2002
5. LAURIN, J.: Kam až ide znížiť spotreba pohonných hmôt. Magazín Českej rafinérie 2003, č. 4
6. MACEK, J., SUK, B. : Spaľovacie motory 1. Praha : ČVUT, 2000.
7. MATEJOVSKÝ, V.: Kvalita automobilových palív v EU v roku 2002 a výsledky jeho monitorovania. Zborník prednášok 6 Medzinárodného sympóziu Motorového paliva 2004. Bratislava : Slovenská spoločnosť priemyselnej chémie, pobočka pre Slovnaft, a. s., 2004
8. MATEJOVSKÝ, V.: Palivo obsahujúce MERO, lieh a metanol a jeho budúcnosť Zborník prednášok 6 Medzinárodného sympóziu Motorového paliva 2004. Bratislava : Slovenská spoločnosť priemyselnej chémie, pobočka pre Slovnaft, a. s., 2004
9. POLAŠEK. M.: Vznětový motor spaľovací homogénu zmes. Zborník prednášok KOKA 2003. Liberec: Technická univerzita, 2003
10. STN 30 0415 Poľnohospodárske a lesnícke traktory. Skúšobné metódy. Skúšky výkonu na vývodovom hriadelí. Vydane: 1995
11. STN ISO 789-1(30 0441) Poľnohospodárske a lesnícke traktory. Skúšobné metódy. Skúšky výkonu na vývodovom hriadelí. Vydane: 1995

12. STN 09 0722 Piestové spaľovacie motory. Preberacie predpisy a metódy skúšania. Schválené: 1989, účinnosť od 1990
13. STN 300413 Motory traktorov a kombajnov. Všeobecné technické požiadavky. Schválené: 1990, účinnosť od 1991
14. STN 09 0014 Definícia výkonov piestových spaľovacích motorov. Schválená 1965, účinnosť od 1966, zmena: 1969

Príloha

**Príloha A. Namerané prevádzkové veličiny motora Z 8701.12
pri použití paliva MN-4**

**Príloha B. Namerané prevádzkové veličiny motora Z 8701.12
pri použití paliva Biomon -97**

**Príloha C. Namerané prevádzkové veličiny motora Z 8701.12
pri použití paliva MERO**

Príloha D. Graf VOCH, pri použití rôznych palív

Príloha A.

Tab. 8

Namerané prevádzkové veličiny motora Z 8701.12 pri použití paliva MN-4

	Traktor: ZŤS 122 45	Palivo: MN-4	celkový prevodový pomer: 1,167	Mer.hm.p.pri 15°C: g.cm ⁻²	Vyhr.paliva: 42500 kJ.kg ⁻¹
Meranie dna: 11.11.97	Motor: Z 8701.12	V.č.motor: 1043	Vstrekovacie čerpadlo:org.nast.	Mer.hm.p.pri 20°C: 0,832 g.cm ⁻²	M.h.p.pri 40 °C: g.cm ⁻²
Brzda	Palivo	Motor			Atmosferické podmienky
P. č.	Otáčky motora	Hodinová spotreba paliva	Krútiaci moment motora	Výkon motora	Merná spotreba paliva
1	2300	14,52	211,79	51,00	284,75
2	2250	18,75	333,54	78,58	238,60
3	2200	19,93	383,49	88,32	225,71
4	2150	20,07	391,83	88,20	227,53
5	2000	19,58	407,36	85,30	229,50
6	1800	18,96	426,23	80,34	235,95
7	1600	18,24	446,51	74,79	243,82
8	1400	16,10	447,36	65,58	245,54
9	1200	10,55	378,72	47,57	221,71

Príloha B.

Tab. 9

Namerané prevádzkové veličiny motora Z 8701.12 pri použití paliva Biomon -97

	Traktor: ZŤS 122 45	Palivo: Biomon-97	celkový prevodový pomer: 1,167	Mer.hm.p.pri 15°C: g.cm ⁻²	Vyhr.paliva: 42600 kJ.kg ⁻¹
Meranie dna: 11.11.97	Motor: Z 8701.12	V.č.motor: 1043	Vstrekovacie čerpadlo:org.nast.	Mer.hm.p.pri 20°C: 0,832 g.cm ⁻²	
Brzda	Palivo	Motor			Atmosferické podmienky
P. č.	Otáčky motora	Hodinová spotreba paliva	Krútiaci moment motora	Výkon motora	Merná spotreba paliva
1	2300	14,86	207,89	50,09	296,75
2	2250	18,48	322,33	75,94	243,38
3	2200	19,66	369,13	85,01	231,24
4	2150	20,23	377,64	85,01	238,04
5	2000	19,11	392,12	82,11	232,78
6	1800	18,42	411,34	77,54	237,62
7	1600	17,86	430,52	72,11	247,71
8	1400	15,56	432,76	63,44	245,35
9	1200	10,05	352,42	44,27	226,99

Príloha C.

Tab. 10

Namerané prevádzkové veličiny motora Z 8701.12 pri použití paliva MERO

	Traktor: ZŤS 122 45	Palivo: MERO	celkový prevodový pomer: 1,167	Mer.hm.p.pri 15°C: 0,88g.cm ⁻²	Vyhr.paliva: 37100 kJ.kg ⁻¹
Meranie dna: 11.11.97	Motor: Z 8701.12	V.č.motor: 1043	Vstrekovacie čerpadlo:org.nast.	Mer.hm.p.pri 20°C: 0,872 g.cm ⁻²	
Brzda	Palivo	Motor			Atmosferické podmienky
P. č.	Otáčky motora	Hodinová spotreba paliva	Krútiaci moment motora	Výkon motora	Merná spotreba paliva
1	2300	15,85	211,79	51,00	310,87
2	2250	20,62	333,54	78,58	262,39
3	2200	21,75	380,62	87,66	248,26
4	2150	21,69	390,70	87,95	246,60
5	2000	21,03	405,98	85,01	247,41
6	1800	20,12	422,17	79,58	252,88
7	1600	19,00	443,85	74,35	255,52
8	1400	16,95	448,68	65,78	257,70
9	1200	10,88	407,65	51,20	212,58

Príloha D.

Obr.1

Porovnanie priebehov VOCH, pri použití rôznych palív

