

Stanisław KRUCZYŃSKI¹
Piotr ORLIŃSKI²
Stanisław ORLIŃSKI³

**WPLYW ZASTOSOWANIA MIESZANIN OLEJU NAPĘDOWEGO, ESTRU
FAME Z 20 % DODATKIEM ETANOLU NA ENERGETYCZNE WSKAŹNIKI
PRACY SILNIKA PERKINS-1104C-44**

W referacie przedstawiono wyniki badań i ich analizę w zakresie pomiaru wskaźników energetycznych silnika o ZS typu PERKINS-1100. Silnik zasilany był mieszaniną paliwa mikroemulsyjnego: węglowodorowo-estrowo-etanolowego oraz porównawczo węglowodorowym, niskosiarkowym olejem napędowym EKODIESEL PLUS 50B i estrem metylowym kwasów oleju rzepakowego FAME (100%). Pomiary wykonano na stanowisku hamownianym. Wykazano, że rodzaj paliwa o różnych właściwościach fizykochemicznych ma istotny wpływ na proces wtrysku i spalania. Wpływ ten przejawia się w oddziaływaniu na zużycie paliwa, na wskaźniki energetyczne, emisję toksycznych składników ze spalinami oraz emisję akustyczną.

**INFLUENCE OF USING MIXTURES OF DIESEL, THE FAME ESTER AROUND
20 % WITH SUPPLEMENT OF THE ETHANOL TO ECO-FRIENDLY POINTERS
OF THE PERKINS-1104C-44 WORK OF AN ENGINE**

In the paper research findings and their analysis were described in the scope of the measurement of energy signs of the engine about ZS of the PERKINS-1100 type. The powered engine was a mixture of mikroemulsive fuel: hydrocarbon-ester-ethanol and comparatively with hydrocarbon, low-sulphuric EKODIESEL PLUS 50B diesel and the methylic ester of acids of the FAME rape oil (100%). Measurements were made on the post hamownianym. They demonstrated, as kind of fuel about all sorts properties physicochemical an essential influence on the process has burning fuel injection and it. This influence is showing in the influence to the fuel consumption, for energy signs, the broadcasting of toxic ingredients with the exhaust fumes and paper-thin emission.

¹ Instytut Energii Odnawialnej i Paliw, Warszawa, skruczyn@simr.pw.edu.pl

¹ Politechnika Warszawska, Wydział SiMR, Instytut Pojazdów, p.orlinski@simr.pw.edu.pl

¹ Politechnika Radomska, Wydział Mechaniczny, Instytut Eksploatacji Pojazdów i Maszyn, e-mail: walorl@wp.pl

1. WSTĘP

Dynamiczny rozwój silników o ZS (zapłonie samoczynnym) pociąga za sobą wiele skutków ujemnych, w tym zanieczyszczenie środowiska naturalnego. Konstruktorzy silników o ZS dążą, więc do tego, aby były one coraz mniej szkodliwe dla środowiska poprzez zmniejszanie ich hałaśliwości i zminimalizowanie toksyczności spalin. Coraz większa liczba eksploatowanych silników o ZS wymusza badania i później dostarczania na rynek coraz większej ilości nowoczesnych paliw, które mają wpływ na wskaźniki pracy silników: energetyczne, ekonomiczne, a głównie ekologiczne [1].

Rodzaj i właściwości fizykochemiczne paliwa istotnie wpływają na przebieg procesu wtrysku i spalania, ponieważ: mają decydujący wpływ na okres opóźnienia zapłonu, od którego zależy jakość i czas przebiegi następných okresów spalania, determinują jakość mieszanki paliwowo-powietrznej.

Rozwiązaniem tego problemu jest wykorzystanie paliw zastępczych na bazie roślin oleistych i ich estrów oraz ich mieszanin z metanolem lub etanolem. Paliwa roślinne charakteryzują się innymi właściwościami fizykochemicznymi w stosunku do paliw węglowodorowych. Powodują one występowanie różnic w procesie tłoczenia i rozpylania paliwa oraz procesie ich spalania w cylindrze silnika [3].

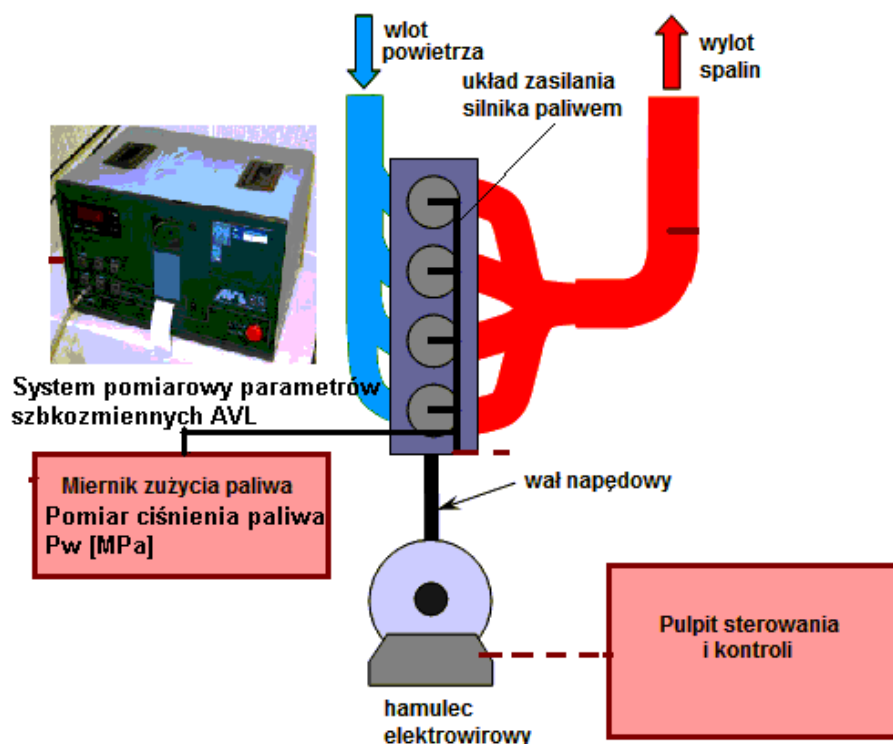
2. CEL BADAŃ

Celem badań była ocena wpływu zasilania silnika Perkins 1104C-44 pracującego w ustalonych warunkach pracy według zewnętrznej charakterystyki prędkościowej w przedziale prędkości obrotowej wału korbowego silnika od 1000 ÷ 2200 obr/min, bez zmian regulacyjnych silnika, na wskaźniki energetyczne jego pracy.

Podczas badań silnik zasilany był czterema rodzajami paliw ekologicznych tj.: węglowodorowym, niskosiarkowym olejem napędowym EKODIESEL PLUS 50B (ON) oraz porównawczo: estrem metylowym kwasów oleju rzepakowego BIODIESEL FAME-100B (FAME) i mikroemulsją węglowodorowo-etanolową E1 (80% ON + 20% ETANOL), estrowo-etanolową E2 (80% FAME +20% ETANOL).

3. STANOWISKO BADAWCZE ORAZ PARAMETRY FIZYKOCHEMICZNE PALIW ZASILAJĄCYCH SILNIK

Badania przeprowadzono na typowym stanowisku hamownianym z silnikiem o ZS typu Perkins 1104C-44 z bezpośrednim wtryskiem paliwa. Schemat stanowiska badawczego przedstawiono na rys.1. Stanowisko wyposażone było w system pomiarowy umożliwiający pomiar parametrów wolno, szybkozmiennych. Wybrane właściwości fizykochemiczne badanych paliw przedstawiono w tabeli 1. Tabela 2 przedstawia wybrane dane techniczne silnika Perkins 1104C-44 (EU Stage II G) [4]



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego [2]

Tabela 1. Wybrane właściwości fizykochemiczne badanych paliw [4,5]

PARAMETR	EKODIESEL PLUS 50 B	E1 (80% ON PLUS-50B + 20% Etanolu)	BIODIESEL D-FAME	E2 (80% FAME+ 20% ETANOL)
Liczba cetanowa	51,0	47,5	51,5	48,9
Gęstość w 20°C [10^3 kg/m^3]	848	828	882	866,2
Lepkość kinematyczna w 40°C [$10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$]	2,75	2,27	3,52	2,98
Temperatura zapłonu °C	≥ 120	32	> 55	31
Wartość opałowa [MJ/kg]	38,4	39,9	43,0	43,9

Tabela 2. Wybrane dane techniczne silnika Perkins 1104C-44 (EU Stage II G) [2]

Liczba cylindrów	4
Pojemność skokowa	4400, cm ³
Maksymalna moc	60, kW przy 2200, obr./min.
Maksymalny moment obrotowy	294, Nm przy 1400, obr./min.
Stopień sprężania	19,3
Prędkość biegu jałowego	750 ± 50, obr/min
Kąt dynamicznego początku tłoczenia paliwa	12 °OWK

4. OPIS METODY BADAŃ

Przed przystąpieniem do pomiarów, silnik doprowadzono do stanu równowagi cieplnej, a następnie sprawdzono ustawienie kąta dynamicznego początku tłoczenia paliwa, równego $\alpha_{dpt} = 12$ °OWK [4]. Podczas sporządzania zewnętrznej charakterystyki prędkościowej silnika w przedziale od 1000-2000 obr/min, rejestrowano, co 200 obr/min: obciążenie i zużycie paliwa.

Na podstawie wyników badań hamownianych i ich rejestracji dokonano wyznaczenia wskaźników operacyjnych silnika dotyczących [1]:

- czasowego (sekundowego) zużycia energii G_e ,
- jednostkowego zużycia energii g_{enrg} ,
- sprawności energetycznej η_{enrg} .

Wskaźniki energetyczne:

- czasowe zużycie energii \dot{G}_e ; MJ/h

$$\dot{G}_e = 3600 \cdot G_h \cdot W_o; [\text{kJ} / \text{s}] \quad (1)$$

gdzie:

W_o – wartość opałowa; MJ/kg

G_h – godzinowe zużycie paliwa; kg/h

- jednostkowe zużycie energii g_{enrg} ;

$$g_{enrg} = \frac{G_e}{N_{ez}} = \frac{G_h \cdot W_o}{N_{ez}}; [\text{J} / \text{Ws}] \quad (2)$$

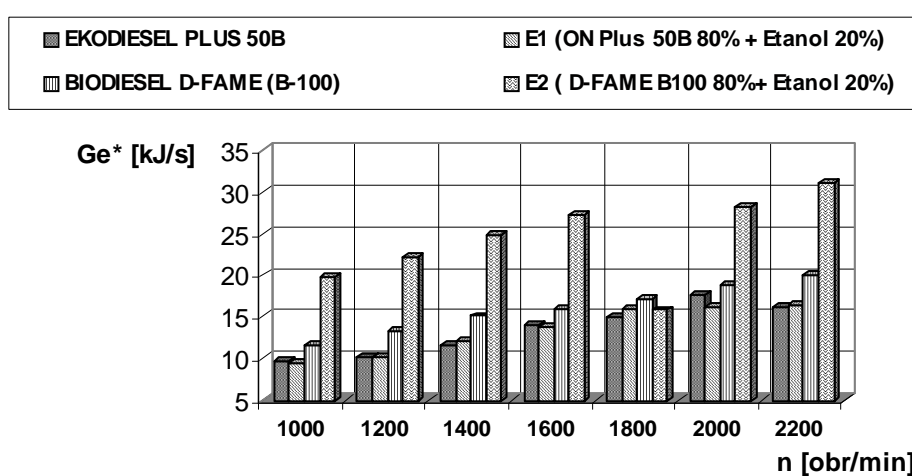
- sprawność efektywna η_{enrgt} , %

$$\eta_{enrgt} = \frac{1}{g_{enrg}} \cdot 100; [\%] \quad (3)$$

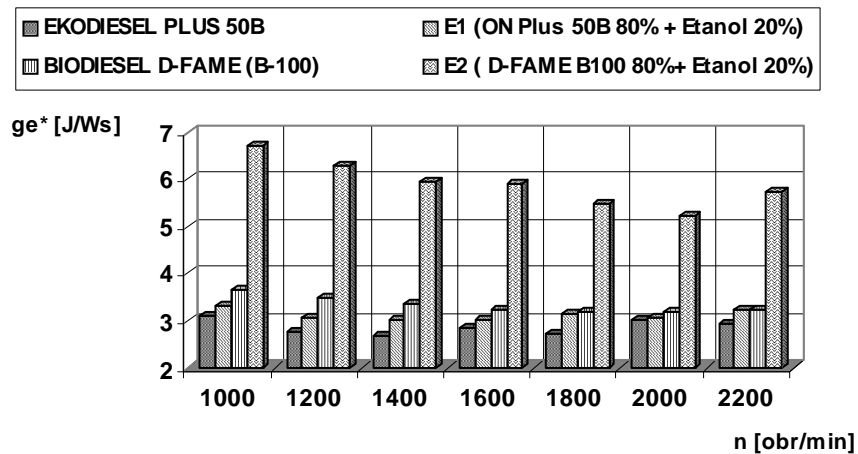
5. GRAFICZNE PORÓWNANIE WYNIKÓW BADAŃ

Na rysunkach od 2-4 pokazano porównania wyników badań wskaźników energetycznych, które były wykonane podczas sporządzania zewnętrznej charakterystyki prędkościowej silnika w przedziale od 1000-2000 obr/min. Wyniki badań rejestrowano, co 200 obr/min.

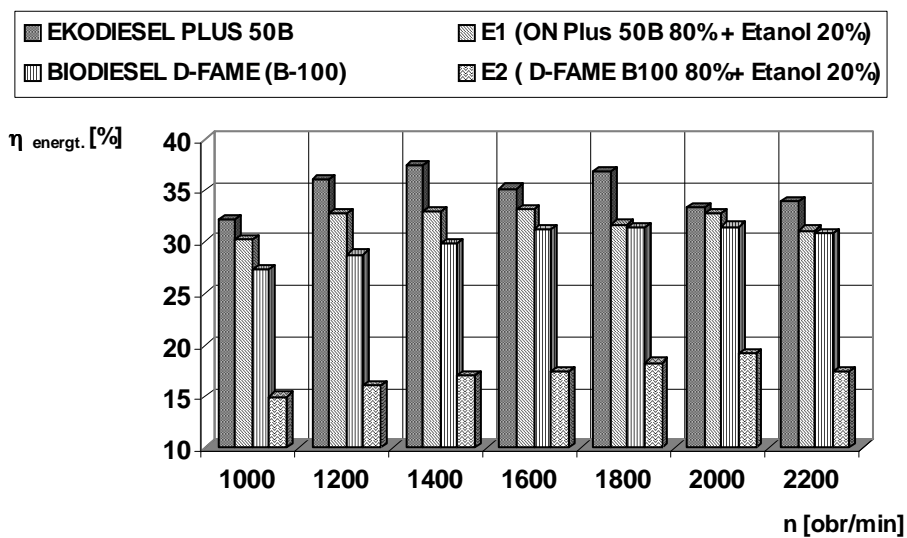
Wybrane porównanie bezwzględnych różnic procentowych R_p [%] sprawności energetycznej $\eta_{\text{energ.}}$ [%] silnika zasilanego paliwami badawczymi: BIODIESEL D-FAME (B-100), E1 (ON Plus 50B 80% + Etanol 20%) i E2 (D-FAME B100 80%+ Etanol 20%) w stosunku do EKODIESEL PLUS 50B w przedziale prędkości obrotowej silnika od 1000 do 2200 obr/min pokazano na rys.5.



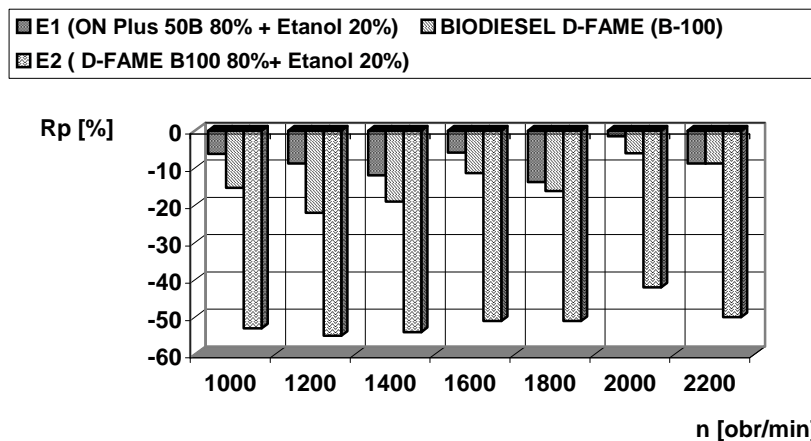
Rys. 2. Porównanie czasowego (sekundowego) zużycia energii dla paliw badanych w przedziale prędkości obrotowych silnika 1000 – 2200 obr/min



Rys. 3. Porównanie jednostkowego zużycia energii dla badanych paliw w przedziale prędkości obrotowych silnika 1000 – 2000 obr/min



Rys. 4. Porównanie sprawności energetycznej badanych paliw w przedziale prędkości obrotowych silnika 1000 – 2000 obr/min



Rys. 5. Wybrane porównanie bezwzględnych różnic procentowych R_p [%] sprawności energetycznej $\eta_{\text{energt.}}$ [%] silnika zasilanego paliwami badawczymi: BIODIESEL D-FAME (B-100), E1 (ON Plus 50B 80% + Etanol 20%) i E2 (D-FAME B100 80%+ Etanol 20%) w stosunku do EKODIESEL PLUS 50B w przedziale prędkości obrotowej silnika od 1000 do 2200 obr/min

6. WNIOSKI

Na podstawie otrzymanych wyników badań hamownianych przy sporządzaniu prędkościowej charakterystyki zewnętrznej silnika Perkins 1104-C 44 zasilanego czterema rodzajami paliw ekologicznych o różnych właściwościach fizykochemicznych tj.: węglowodorowym, niskosiarkowym olejem napędowym EKODIESEL PLUS 50B (ON) i jego mieszaniną z etanolem paliwo E1 (80%ON + 20%ETANOL) oraz porównawczo estrem metylowym kwasów oleju rzepakowego BIODIESEL FAME-100B i jego mieszaniną z etanolem, paliwo E2 (80% FAME +20%ETANOL) można stwierdzić, że:

- czasowe zużycie energii (G_{e^*}) jest największe dla paliwa E2 zaś paliwa EKODIESEL, FAME i E1 były porównywalne. Bezwzględna różnica procentowa pomiędzy paliwem EKODIESEL a mieszaniną E2 w całym przedziale prędkości obrotowej silnika od 1000 do 2200 obr/min wynosi od 35-40%,
- jednostkowe zużycie energii (g_{e^*}) jest porównywalne dla paliw EKODIESEL i FAME i mieszaniny E1, zaś największe wartości występują dla mieszaniny E2 w całym zakresie prędkości obrotowych silnika od 1000 - 2200 obr/min. Bezwzględna różnica procentowa pomiędzy paliwem EKODIESEL, a mieszaniną E2 wnoszą od 35-50%.
- maksymalna sprawność energetyczna (η_{enrgt}) jest największa dla paliwa EKODIESEL w stosunku do pozostałych paliw: FAME, E1 i E2. Bezwzględna różnica procentowa pomiędzy paliwem EKODIESEL, a mieszaniną E2 w całym przedziale prędkości obrotowej silnika od 1000 do 2200 obr/min wynosi od 11-55%, na korzyść paliwa węglowodorowego EKODIESEL.

- badania wykazały wyraźny wpływ wartości opałowej badanych paliw na: czasowe i jednostkowe zużycie energii oraz sprawnością energetyczną, co związane jest z innym przebiegiem procesu wtrysku paliwa oraz spalania,
- przy ocenie energetycznego aspektu stosowania węglowodorowych i roślinnych paliw ekologicznych i ich mieszanin z etanolem jest kluczowym zadaniem dotowanie przez państwo cen tych paliw, aby były one porównywalne do cen paliw pochodzenia naftowego.

7. LITERATURA

- [1] Ambrozik A., S Kruczyński., Orliński S.: INFLUENCE OF DIESEL ENGINE FUELLING WITH SELECTED HYDROCARBON AND VEGETABLE FUELS ON INJECTION AND SELF IGNITION ANGLE DELAY. P05-C024, PTNSS-KONGRES Międzynarodowy Kongres Silników Spalinowych, Bielsko-Biała/Szczyrk 25–28 września, 2005.
- [2] Dokumentacja techniczna stanowiska badawczego. Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych. Politechnika Warszawska, Warszawa 2010,
- [3] Łuksa A., Kruczyński S., Orliński P., Orliński S.: Wpływ składu paliwa mikroemulsyjnego węglowodorowo-estrowo-etanolowego na wskaźniki pracy silnika o zapłonie samoczynnym. Zeszyty Naukowe IP PW, Warszawa 2009.
- [4] Polski Koncern Naftowy ORLEN S.A, Świadczenia jakości paliw, Płock 2009 i Rafineria Trzebinia.: Właściwości fizykochemiczne estrów metylowych kwasów oleju rzepakowego paliwa FAME, Trzebinia 2008.
- [5] Zakład Produktów Naftowych, WMTiW, Politechnika Radomska, Świadczenie Jakości emulsji paliwowych, 2010.