

Maciej Lisowski*

EKONOMICZNE I EKOLOGICZNE ASPEKTY ZASILANIA SILNIKA ZS OLEJAMI ROŚLINNYMI I ICH MIESZANINAMI Z OLEJEM NAPĘDOWYM

Streszczenie. W artykule przedstawiono ekonomiczne i ekologiczne aspekty stosowania oleju rzepakowego i jego mieszanin z olejem napędowym do zasilania silników o zapłonie samoczynnym. Przedstawiono wyniki badań w hamowni silnika typu 359 zasilanego olejem rzepakowym, estrem metylowym oleju rzepakowego, mieszaniną BIOXDIESEL, paliwem EKODIESEL i dla porównania olejem napędowym. W badaniach brano pod uwagę takie parametry jak: moc moment obrotowy zużycie paliwa i zadymienie spalin.

Słowa kluczowe: olej rzepakowy, zadymienie, moc, moment obrotowy, zużycie paliwa

WSTĘP

Przesłanką stosowania paliw roślinnych jest między innymi ich: nietoksyczność, biodegradalność oraz odnawialność. W zasilaniu silników z ZS bierze się głównie pod uwagę oleje roślinne i ich pochodne, ze względu na zbliżone do oleju napędowego właściwości [Lotko 1995].

W polskich warunkach klimatycznych najlepszą rośliną do produkcji olejów jest rzepak. Olej wykorzystuje się do napędu silników wysokoprężnych, bo nie zawsze nadaje się on do przetworzenia do celów spożywczych. Dlatego też najintensywniejsze badania prowadzone są nad zastosowaniem oleju rzepakowego, czy też części jego estrów, do zasilania silników wysokoprężnych.

Również aspekt ochrony środowiska jest czynnikiem motywującym zastosowanie biopaliw. Są to bowiem paliwa odnawialne i w cyklu rocznym redukują emisję dwutlenku węgla i siarki. Po raporcie IPPC (Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu), rządy, producenci silników i pojazdów, użytkownicy paliw zaczynają przygotować się do restrukturyzacji w użytkowaniu paliw i inwestują w nowe źródła energii. Względny społeczny towarzyszący zastosowaniu biopaliw pozwalają ponadto kształtować korzystnie politykę zatrudnienia w rolnictwie i na obszarach skażonych przez przemysł, zapobiegając wyludnianiu się tych terenów i tworząc nowe miejsca pracy. Likwiduje się

* Dr inż. Maciej Lisowski, Katedra Eksploatacji Pojazdów Samochodowych Politechniki Szczecińskiej

w ten sposób obszary niewykorzystane rolniczo oraz obszary skażone. Przewiduje się, że każde 500 tys. ton paliwa rzepakowego daje pracę ok. 6000 ludzi [Lotko 1995, Mysłowski 1995].

Istotne są również proekologiczne właściwości paliwa wytwarzanego z oleju rzepakowego. Korzystne własności paliwa rzepakowego w porównaniu z olejem napędowym [Pagowski 1996] to:

- obniżenie emisji SO_2 (ok. 0,001%) i CO_2 w cyklu rocznym (100% odnawialność), co zmniejsza zjawisko "kwaśnych deszczy" i skutki efektu cieplarnianego,
- spadek zadymienia spalin o 50-80% w stanach ustalonych i dynamicznych,
- spadek zawartości CO i HC w spalinach nawet do 40%, spadek związków muta- i kancerogennych oraz spadek cząstek stałych w spalinach od 10 do 60%,
- brak działania drażniącego i toksycznego na organizm ludzki (na skórę rąk, oczy, doustnie np. 10-krotnie mniejsze niż soli kuchennej w stężeniu 1,75 g/kg wagi),
- biodegradowalność – 98,3% w ciągu 21 dni.

Do wad paliwa rzepakowego należy zaliczyć zwiększoną emisję tlenków azotu i gorsze właściwości rozruchowe.

PRZEBIEG BADAŃ

Do badań wybrano silnik wysokopiętny typu 359, który zasilano następującymi rodzajami paliw: olej napędowy (ON), EKODIESEL PLUS 50, biopaliwo (BIOXDIESEL), ester metylowy oleju rzepakowego (RME), oraz czysty olej rzepakowy (OR). EKODIESEL PLUS 50 charakteryzuje się bardzo niską zawartością siarki. BIOXDIESEL jest mieszaniną oleju napędowego (70%), estru metylowego oleju rzepakowego (25%) oraz alkoholu metylowego (5%). Natomiast RME i OR to paliwo całkowicie bazujące na komponentach roślinnych. Krótką charakterystykę badanych paliw przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Wybrane właściwości paliw [Borodyń i in. 2003]

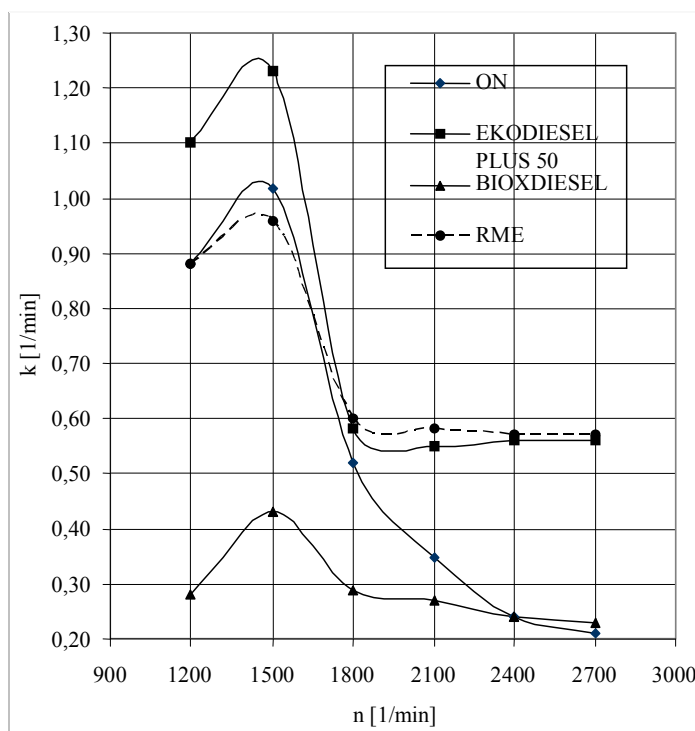
Table 1. Selected fuel properties

	ON	EKODIESEL PLUS 50	BIOX DIESEL	RME	OR
Gęstość [g/cm^3] przy 15°C	0,82-0,84	0,84	0,81-0,83	0,88	0,90
Lepkość kinematyczna [mm^2/s] przy 40°C	2,84	2-4,5	2,55-2,88	4,5	20
Wartość opałowa wagowa [MJ/kg]	42-43	42-43	39,8-41,1	39,4-40,6	36-38
Liczba cetanowa	51	51	46	56	40-50
Temperatura zapłonu [°C]	54	58	b.d.	168	200-300
Temperatura blokady zimnego filtra [°C]	-7	-10	-28	-7/-12	b.d.
Zawartość siarki [%]	0,1	0,005	0,035	0,001	0,002

WYNIKI BADAŃ

Na rysunkach 1–5 przedstawiono kolejno charakterystyki zewnętrzne: współczynnika absorpcji promieniowania podczerwonego, momentu obrotowego, mocy efektywnej oraz jednostkowego i godzinowego zużycia badanych paliw.

Rozpatrując przebieg współczynnika absorpcji w funkcji prędkości obrotowej wału korbowego silnika można wyróżnić dwa przedziały: dla niższych prędkości obrotowych silnika (zakres 1200 do 1800 1/min) oraz wyższych (zakres 1800 do 2700 1/min).



Rys. 1. Charakterystyka zewnętrzna współczynnika absorpcji promieniowania podczerwonego [Borodyń i Szyjka]

Fig. 1. External description of the absorption coefficient of infra-red radiation

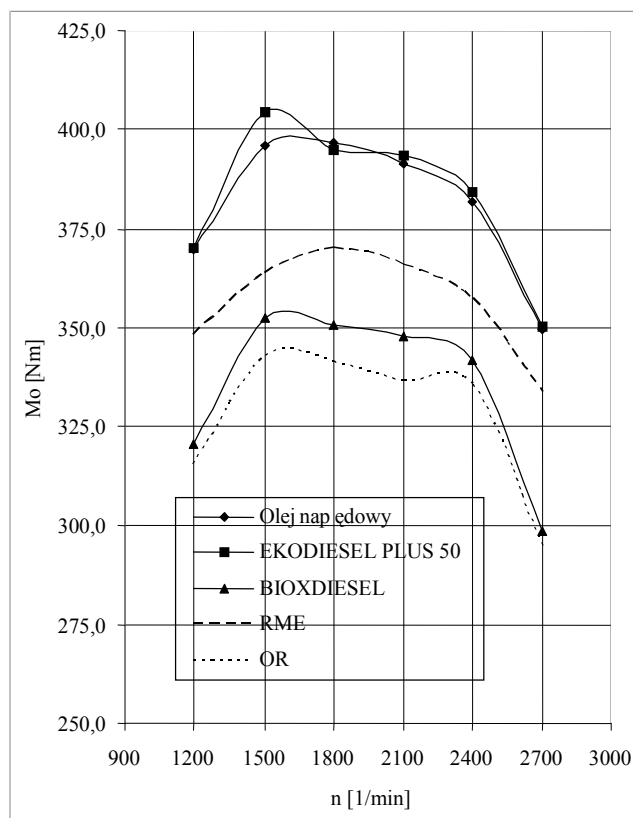
Pierwszy z wymienionych przedziałów charakteryzuje się nieregularnością przebiegu oraz wysoką wartością współczynnika absorpcji. Przy prędkości obrotowej silnika wynoszącej 1200 do 1500 1/min wartości współczynnika absorpcji osiągają maksimum niezależnie od zastosowanego rodzaju paliwa. Jest to prędkość, przy której silnik osiąga maksymalny moment obrotowy. W przedziale tym największymi wartościami współczynnika zadymienia charakteryzuje się olej napędowy EKODIESEL PLUS 50, dla którego maksymalna wartość współczynnika k wyniosła 1,25 1/m. Najniższą maksymalną wartość współczynnika k osiągnięto dla oleju BIOXDIESEL. Wyniosła ona 0,43 1/m, czyli około 3-krotnie mniej niż dla oleju EKODIESEL PLUS 50. Praca silnika zasilane-

go paliwami ON i RME wyróżnia się pośrednimi wartościami rozpatrywanego współczynnika.

Dla estru RME maksymalna wartość współczynnika absorpcji była o 17% mniejsza niż przy oleju EKODIESEL PLUS 50. Przy zastosowaniu ON wartość współczynnika absorpcji promieniowania podczerwonego wyniosła 0,98 1/m i była o około 20% niższa od wartości otrzymanej dla oleju EKODIESEL PLUS 50.

W drugim przedziale można zauważyć utrzymywanie się współczynnika k na podobnym poziomie dla paliw: ON, EKODIESEL PLUS 50 oraz BIOXDIESEL, a także ciągły spadek, wraz ze wzrostem prędkości obrotowej silnika, wartości tego współczynnika dla paliwa RME (od wartości 0,52 do 0,21 1/m).

Olej napędowy ON, a także EKODIESEL PLUS 50 odznaczają się wyższymi średnimi wartościami współczynnika zadymienia, odpowiednio 0,58 i 0,56 1/m, zaś najniższą wartość średnią tego współczynnika wykazuje praca silnika zasilanego paliwem BIOXDIESEL – 0,26 1/m.

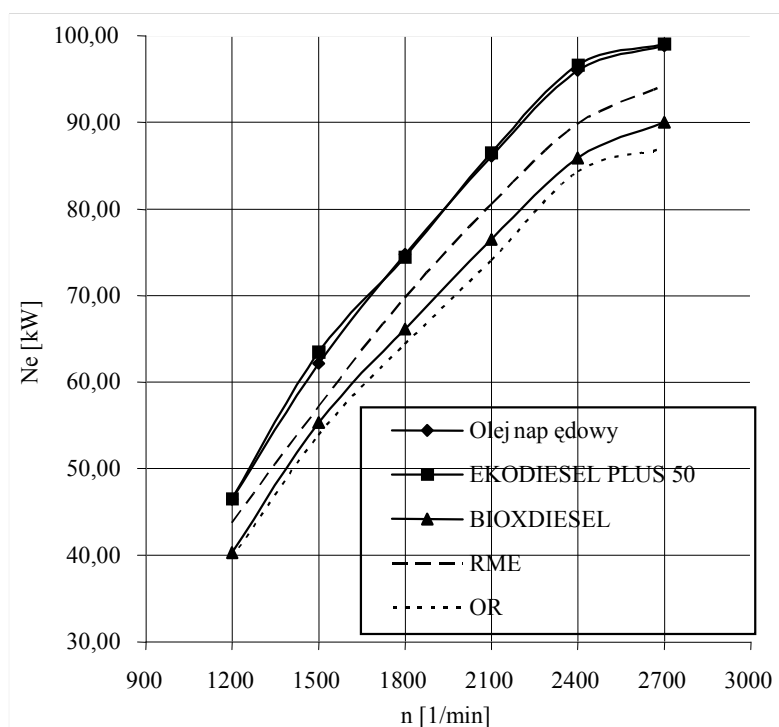


Rys. 2. Charakterystyka zewnętrzna momentu obrotowego [Borodyń i Szyjka]

Fig. 2. External description of the torque

Moment obrotowy silnika rośnie wyraźnie wraz ze wzrostem prędkości obrotowej przy wszystkich zastosowanych paliwach w przedziale 1200–1500 1/min. Najwyższy moment obrotowy (404,2 Nm) uzyskano dla paliwa EKODIESEL PLUS 50, najniższy zaś dla czystego oleju rzepakowego OR (342,9) Nm. Różnica maksymalnych momentów dla tych paliw wyniosła 15%.

Jak wynika z przebiegu charakterystyki, w całym przedziale prędkości obrotowych silnika dla czystego oleju rzepakowego OR osiągnięto najniższe momenty obrotowe. Dla paliwa BIOXDIESEL były one nieznacznie wyższe. Najwyższe momenty osiągnięto przy zasilaniu silnika paliwem EKODIESEL PLUS 50 i olejem napędowym ON.



Rys. 3. Charakterystyka zewnętrzna mocy efektywnej [Borodyń i Szyjka]

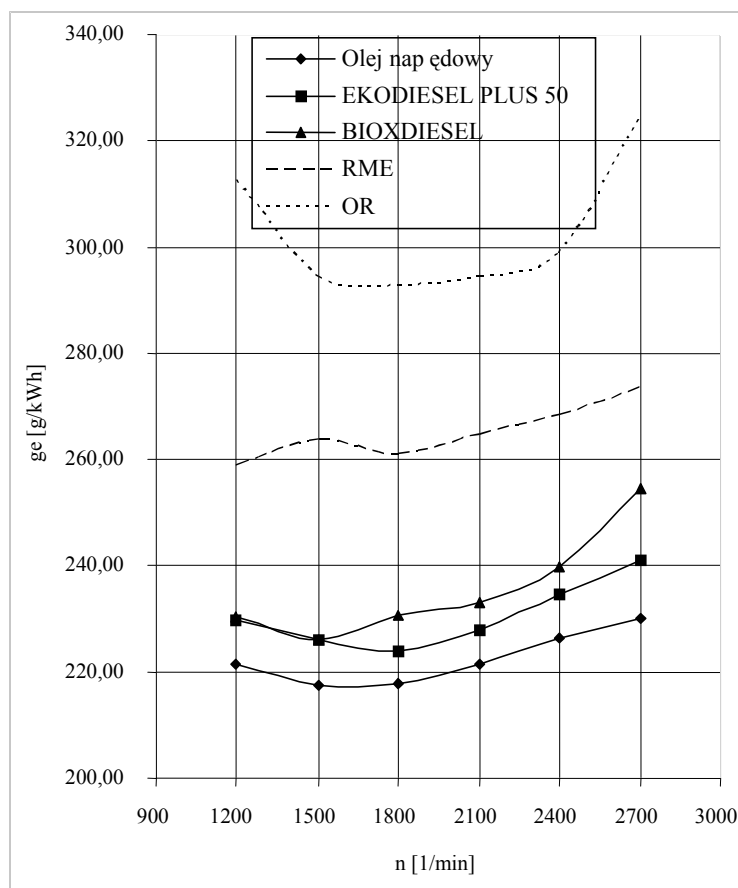
Fig. 3. External description of the effective power

Największa moc efektywna uzyskana przy prędkości obrotowej 2700 1/min i oleju EKODIESEL PLUS 50 wynosiła 99,06 kW i była o 0,1% większa od mocy efektywnej uzyskanej z ON. W całym zakresie prędkości obrotowych różnice uzyskiwanej mocy efektywnej przy użyciu tych dwóch paliw były bardzo niewielkie. Trzecią co do wielkości wartość maksymalną mocy efektywnej zanotowano dla estru RME (94,4 kW). Najmniejsze maksymalne moce efektywne dało się zauważyć dla oleju BIOXDIESEL (90 kW) i OR (87,4 kW).

Najniższym jednostkowym zużyciem paliwa (rys. 4.) w całym zakresie prędkości obrotowej silnika charakteryzuje się olej napędowy ON, którego średnie zużycie wynio-

sło 222,5 g/kWh. Nieznacznie większymi wartościami tego zużycia (8g/KWh) odznacza się olej EKODIESEL PLUS 50.

Największymi wartościami jednostkowego zużycia paliwa charakteryzuje się silnik pracujący na czystym oleju rzepakowym OR. Jego średnia wyniosła 303,1 g/kWh i była o 26% większa od wartości uzyskanej dla ON.

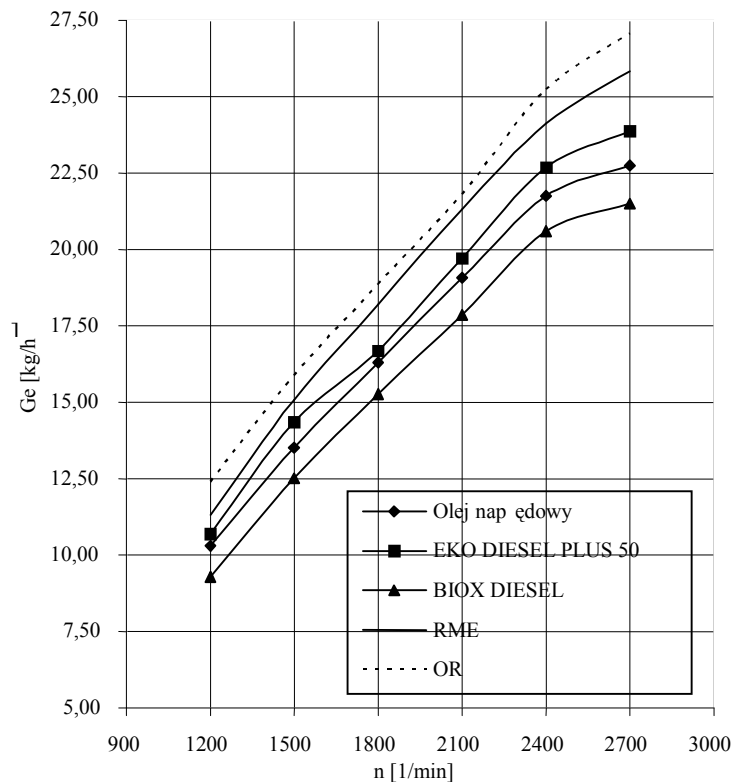


Rys. 4. Charakterystyka zewnętrzna jednostkowego zużycia paliwa [Borodyń i Szyjka]

Fig. 4. External description of the unit fuel consumption

W przedziale wysokich prędkości obrotowych (1800, 2700 1/min) jednostkowe zużycie paliwa dla wszystkich badanych paliw rośnie i przy obrotach 2700 1/min osiąga maksymalne wartości, które odpowiednio dla OR i ON wynoszą 324 i 230 g/kWh. Przy zastosowaniu do zasilania OR maksymalne jednostkowe zużycie paliwa było większe o 29% od maksymalnej wartości uzyskanej przy zasilaniu ON.

Ostatnią z analizowanych jest charakterystyka godzinowego zużycia paliwa (rys. 5).



Rys. 5. Charakterystyka zewnętrzna godzinowego zużycia paliwa [Borodyń i Szyjka]

Fig. 5. External description of the hour fuel consumption

Najniższe zużycie paliwa osiągnięto dla oleju BIOXDIESEL w całym zakresie prędkości obrotowej, największe natomiast dla czystego oleju rzepakowego OR. Przy obrotach 1200 1/min różnica zużycia tych dwóch paliw wyniosła około 3 kg/h, a przy obrotach 2700 1/min wzrosła do 5,5 kg/h. Kolejne godzinowe zużycie paliwa otrzymano dla oleju napędowego ON, którego średnia wartość z całego przedziału prędkości obrotowej silnika wyniosła 18 kg/h i była o około 2 kg/h wyższa od wartości otrzymanej dla oleju BIOXDIESEL.

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań wybranych paliw odnawialnych i ich mieszanin z olejem napędowym można sformułować następujące wnioski ogólne:

1. Zastosowanie paliw odnawialnych powoduje obniżenie mocy efektywnej silnika. Maksymalna moc efektywna osiągnięta z olejem napędowym była o 12% wyższa niż osiągnięta z czystym olejem rzepakowym.

2. Zastosowanie mieszanin paliw pochodzenia roślinnego z olejem napędowym powoduje mniejszy spadek mocy niż w przypadku czystych paliw odnawialnych, przy czym im mniejszy udział procentowy paliw odnawialnych w mieszaninie, tym mniejsze obniżenie mocy efektywnej silnika. Zatem najbardziej efektywnym paliwem (pod względem uzyskiwanej mocy efektywnej i zużycia paliwa) wydaje się być olej napędowy.
 3. Biorąc pod uwagę aspekty ekologiczne stosowania tych paliw, lepsze efekty uzyskują paliwa oparte na biokomponentach, a w szczególności BIOXDIESEL, przy którym to osiągnięto najniższy współczynnik zadymienia w całym zakresie prędkości obrotowych silnika. Maksymalna wartość k dla paliwa BIOXDIESEL była 3-krotnie niższa od wartości współczynnika zadymienia dla oleju napędowego ON.
- Zdaniem autora ze względów gospodarczych konieczne jest dalsze kontynuowanie badań nad paliwami odnawialnymi. Celowe wydaje się również obsiewanie pasów przydrożnych roślinami, które mogą być wykorzystane w produkcji paliw.

PIŚMIENICTWO

1. **Borodyń A., Szyjka G., Talaga K. 2003:** Analiza porównawcza przebiegu temperatury spalin, współczynnika zadymienia oraz zużycia paliwa wybranych paliw przeznaczonych do zasilania silników wysokoprężnych. Autobusy 1.
2. **Borodyń A., Szyjka G.:** Badania paliw odnawialnych. Materiały niepublikowane.
3. **Lotko W. 1995:** Niektóre aspekty zastosowań paliw alternatywnych w silnikach produkcji krajowej. I ogólnopolskie seminarium na temat proekologiczne silniki spalinowe, Szczecin.
4. **Mysłowski J. 1995:** Możliwości produkcji paliw proekologicznych. I ogólnopolskie seminarium na temat proekologiczne silniki spalinowe, Szczecin
5. **Pągowski Z. 1996:** Paliwo rzepakowe w systemie silnik-paliwo-środowisko. III sympozjum EKODIESEL '96 „Budowa i eksploatacja silników, a środowisko człowieka” Wydawnictwa SGGW, Warszawa.

ECONOMIC AND ECOLOGIC ASPECTS OF USING RAPE OIL AND ITS MIXTURES WITH DIESEL FUEL TO FEED DIESEL ENGINES

Summary. This report describes economic and ecological aspects of using rape oil and its mixtures with diesel fuel to feed diesel engines. Tests results of engine 359 type powered with rape oil, ester of rape oil, BIOXDIESEL mixture, EKODIESEL fuel and diesel fuel are shown. In tests, the parameters like power, torque, fuel consumption and smoke visibility were taken into consideration.

Key words: rape oil, smokiness, power, torque, fuel consumption

Recenzent: prof. dr hab. Ryszard Michalski