Stanisław Kruczyński
Instytut Transportu Samochodowego
Stanisław Orliński
Wyższa Szkoła Biznesu
Wyższa Szkoła Ochrony Środowiska
Maciej Gis
Instytut Transportu Samochodowego

WPŁYW ZASTOSOWANIA DODATKU ETANOLU DO MIESZANINY OLEJU NAPĘDOWEGO Z ESTREM FAME NA EKONOMICZNE I EKOLOGICZNE WSKAŹNIKI PRACY SILNIKA PERKINS-1104C-44

W artykule przedstawiono wybrane wyniki badań wskaźników ekonomicznych i ekologicznych silnika PERKINS 1100 zasilanego czterema rodzajami paliw ekologicznych tj.: węglowodorowym, niskosiarkowym olejem napędowym EKODIESEL ULTRA B oraz porównawczo: estrem metylowym kwasów oleju rzepakowego FAME-100 B i mikroemulsją węglowodorowo-etanolową (E1-90%ON + 10% ETANOL), estrowo-etanolową (E2-90% FAME +10% ETANOL). Zastosowanie paliw o różnych właściwościach fizykochemicznych do silników wysokoprężnych wymaga dużych dokładności pomiarów parametrów diagnostycznych celem poznania występujących różnic w procesach wtrysku i spalania silników zasilanych tymi paliwami. Spełnianie coraz bardziej rygorystycznych norm stężenia składników toksycznych spalin zmusza współczesnego użytkownika silników spalinowych o zapłonie samoczynnym do posiadania szybkich i precyzyjnych metod oceny jego stanu technicznego, a szczególnie procesu spalania oraz stanu technicznego aparatury wtryskowej.

Wykazano, że rodzaj paliwa o różnych właściwościach fizykochemicznych ma istotny wpływ na proces wtrysku paliwa i jego spalanie, czas trwania wtrysku, prędkość wypływu paliwa z rozpylacza oraz czas trwania strugi paliwa i jakość jej rozpadu na krople. Wpływ ten przejawia się w oddziaływaniu na wskaźniki ekonomiczne i emisję toksycznych składników ze spalinami.

INFLUENCE OF ADDITION OF ETHANOL USE THE MIXTURE DIESEL FUEL ESTER FAME FOR ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL SIGNS OF THE PERKINS-1104C-44 WORK OF AN ENGINE

In the article chosen research findings of economic and ecological signs were introduced of engine Perkins series 1100 fed with four kinds of clean fuels i.e.: with hydrocarbon, low-sulphuric EKODIESEL ULTRA B diesel and comparatively: with methylic ester of acids of the FAME-100 B rape oil and microemulsion hydrocarbon-ethanol (E1-90% ON + 10% ETANOL), ester-ethanol (E2-90% FAME +10% ETANOL).

Using fuels about different properties physicochemical to diesel engines requires the big accuracies of the measurements of diagnostic parameters in order to get to know appearing differences in processes of injection and burning engines out powered with these fuels. Fulfilling rigorous norms more and more in emission of elements of the toxic exhaust fumes is forcing the contemporary user of internal-combustion engines about the self-ignition to have fast and precise methods of estimation of its technical state particularly the process of burning and the technical state of injection apparatus.

They demonstrated, that kind of fuel about different properties physicochemical an essential influence on the process of the fuel injection and burning it, the duration of injection, the speed of the leakage of fuel out of the sprayer and the duration of the stream of fuel and the quality of its disintegration have to drops. This Influence is showing in the influence on economic indicators and the broadcasting of toxic ingredients with the exhaust fumes.

1. Wprowadzenie

Polityka energetyczna Polski i krajów UE ma na celu zmniejszenie uzależnienia od importowanej ropy naftowej i stworzenia własnych lokalnych nośników energii, którymi mogą być biopaliwa. W ostatnich latach mamy do czynienia z ciągłym wzrostem wymagań dotyczących energetycznych, ekonomicznych, a głównie ekologicznych wskaźników pracy silników spalinowych, co wpływa na duży wzrost zapotrzebowania, na paliwa alternatywne [3]. Celem zastosowania do zasilania silników tych paliw jest zapewnienie własnej dla danego kraju (możliwie największej) bazy paliwowej. Jedną z dróg służących do rozwiązania tego problemu jest wykorzystanie paliw roślinnych i ich estrów oraz etanolu. Daje to możliwość rozwoju w danym kraju nowych technologii produkcji paliw, dodatkowe miejsca pracy i pozytywne efekty ekologiczne. 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 wysokoprężnego [2].

Postęp w zakresie konstrukcji silników o ZS sprawił, że dużą uwagę zwrócono także na zasilanie silników różnymi paliwami o ściśle określonych, powtarzalnych właściwościach fizykochemicznych. Rodzaj paliwa i jego właściwości fizykochemiczne determinują jakość rozdrobnienia i wymieszania paliwa z powietrzem w komorze spalania. Paliwo przeznaczone do zasilania szybkoobrotowych silników o ZS powinno zapewniać [3, 4]:

- prawidłowe funkcjonowanie całego układu zasilania, w tym szczególnie zespołu wtryskowego,
- prawidłowy efektywny proces spalania,
- tworzenie możliwie jak najmniejszej ilości szkodliwych składników spalin.

Głównymi czynnikami determinującymi obecny rozwój silników o ZS są [5, 6]:

- minimalizacja jednostkowego zużycia paliwa obniżająca koszty eksploatacji i ograniczająca emisję dwutlenku węgla do atmosfery,
- zapewnienie możliwie najmniejszej stężenia szkodliwych składników spalin tj.: CO_2, CH, NO_X, aldehydów, a przede wszystkim cząstek stałych PM.

2. Cel badań

Celem badań jest ocena wpływu zasilania silnika Perkins 1104C-44 pracującego w ustalonych warunkach zewnętrznej charakterystyki prędkościowej dla silnika pracującego według zewnętrznej charakterystyki prędkościowej w przedziale prędkości obrotowej wału korbowego od 1000 ÷ 2200 obr/min, bez zmian regulacyjnych silnika. Badania eksperymentalne dotyczyły oceny wpływu zasilania silnika Perkins 1104C-44 badanymi paliwami na wskaźniki ekonomiczne i ekologiczne pracy silnika.

Podczas badań silnik zasilany był czterema rodzajami paliw ekologicznych tj.: węglowodorowym, niskosiarkowym olejem napędowym EKODIESEL ULTRA B oraz porównawczo: estrem metylowym kwasów oleju rzepakowego FAME-100B i mikroemulsją węglowodorowo-etanolową (E1-90% ON + 10% ETANOL), estrowo-etanolową (E2-90% FAME +10% ETANOL).

3. Charakterystyka stanowiska badawczego i właściwości fizykochemiczne paliw

Badania przeprowadzono na typowym, zbudowanym wg BN-74/1340-12 i PN-88/S-02005 stanowisku hamownianym z silnikiem o zapłonie samoczynnym typu Perkins 1104C-44 z wtryskiem bezpośrednim. Wyboru badanych paliw dokonano ze względu na ich dostępność na rynku oraz na niejednorodne właściwości fizykochemiczne, które wywierają istotny wpływ na przebieg procesu wtrysku tj. gęstość, lepkość. Schemat blokowy stanowiska badawczego pokazano na rys. 1. Podstawowe dane techniczne silnika zamieszczono w tabeli 1, zaś wybrane właściwości fizykochemiczne badanych paliw w tabeli 2.

Tabela 1

Wybrane dane techniczne silnika Perkins 1104C-44 (EU Stage II G) [1]

Table 1

Selected technical data Perkins 1104C-44 (EU Stage II G) [1]

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	16 °OWK

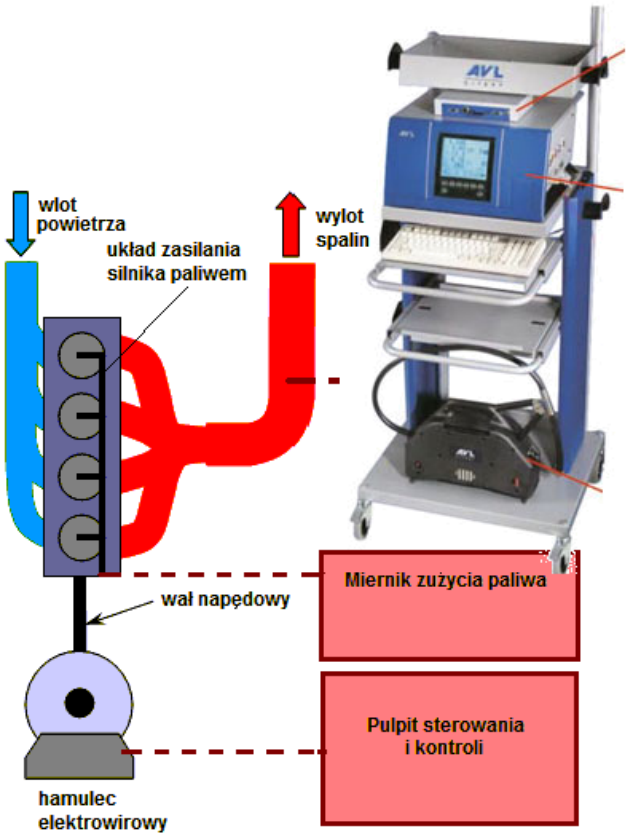
Tabela 2

Wybrane właściwości fizykochemiczne badanych paliw [7]

Table 2

Selected physicochemical properties of the tested fuels [7]

Właściwości Fizykochemiczne	**ON ULTRA B**	**E1 (90% ON-10% ETANOL)**	**FAME B-100**	**E2 (90% FAME-10%ETANOL)**
Gęstość [kg/m^3]	838	832,5	878	874,2
Lepkość kinematyczna [mm^2/s]	3,12	2,43	4,64	3,60



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego [1]
Fig. 1. Schematic the test bench [1]

Podczas sporządzania zewnętrznej charakterystyki prędkościowej silnika w przedziale od 1000 do 2200 obr/min, rejestrowano, co 200 obr/min: obciążenie, zużycie paliwa i emisję substancji szkodliwych spalin.
Wskaźniki ekonomiczne [6]:
- godzinowe zużycie paliwa G_h,

$$G_h = \frac{V \cdot \rho \cdot 3{,}6}{\tau};\ kg/h \qquad (1)$$

gdzie:
V- objętość dawki pomiarowej; 50cm^3,
τ - czas zużycia paliwa; s.
ρ - gęstość badanego paliwa, kg/m^3.
- jednostkowe zużycie paliwa ge; g/kWh:

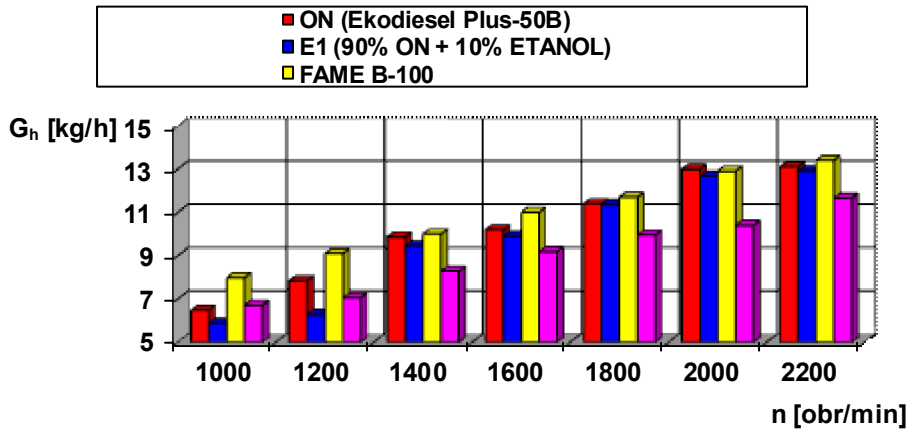
$$g_e = \frac{G_h \cdot 10^3}{N_{ez}};\ g/kWh \qquad (2)$$

gdzie:
N_{ez} – moc efektywna zredukowana; kW

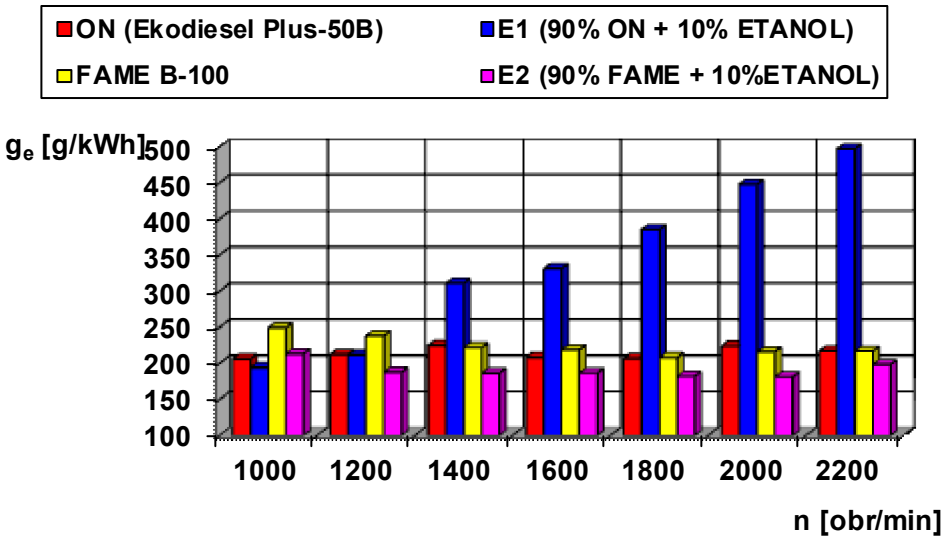
Wybrane zarejestrowane wskaźniki ekologiczne:
- dwutlenek węgla: CO_2-%,
- węglowodory: CH-ppm,
- cząstki stałe: PM-mg/cm^3,
- tlenki azotu: NO_x-ppm.

4. Porównanie graficzne wyników badań

Na rys.2 przedstawiono porównanie godzinowego zużycia badanych paliw, zaś na rys.3 jednostkowego zużycia paliwa.

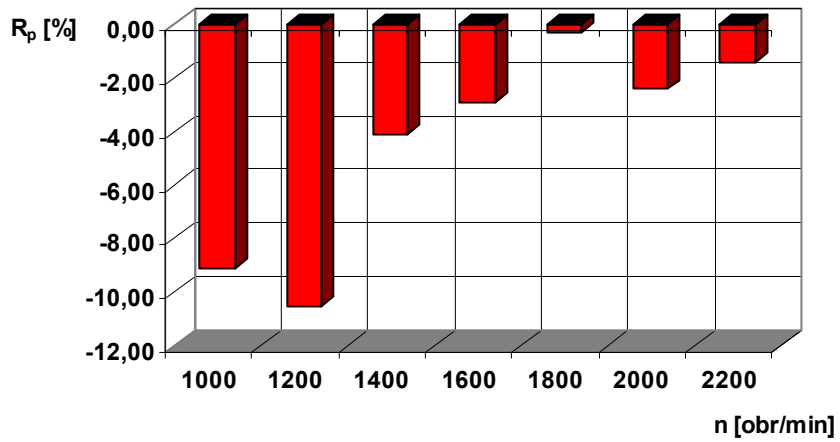


Rys. 2. Zbiorcze porównanie godzinowego zużycia (G_h) badanych paliw
Fig. 2. Collective comparison of hourly consumption (Gh) patients fuels

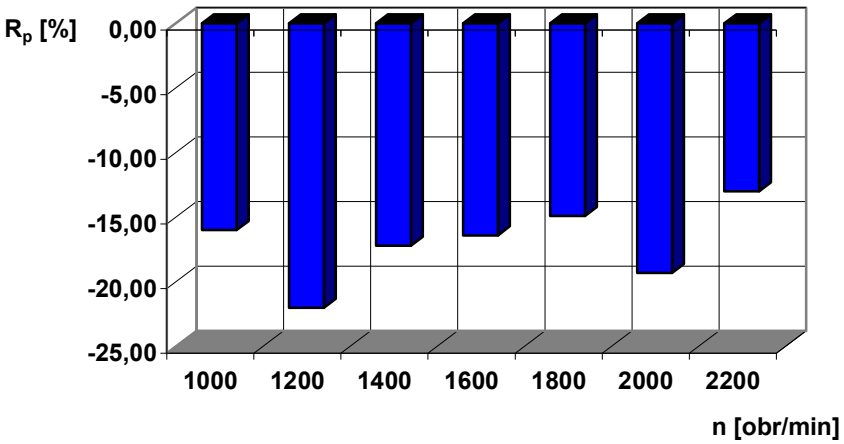


Rys. 3. Zbiorcze porównanie jednostkowego zużycia paliwa (g_e) badanych paliwa
Fig. 3. Collective comparison of specific fuel consumption (ge) tested fuel

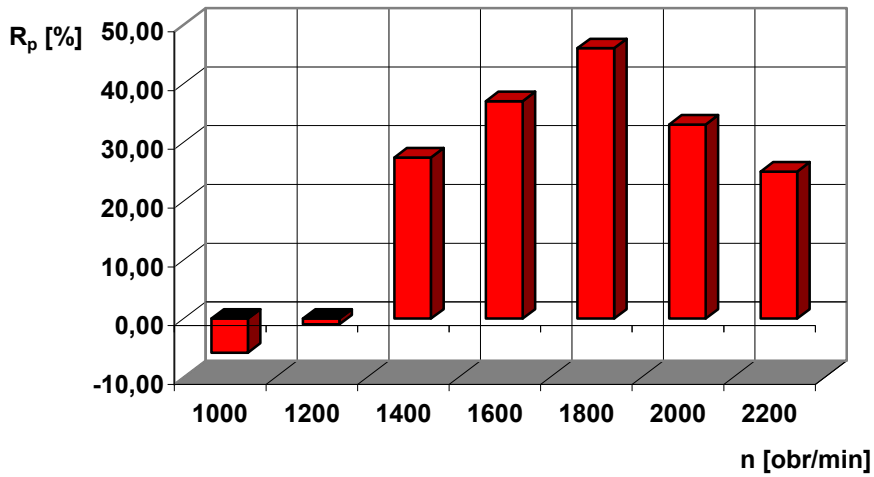
Na rys.4 pokazano porównanie bezwzględnych różnic procentowych (R_p) pomiędzy olejem napędowym (ON), a jego mieszaniną z etanolem (E1) dla godzinowego zużycia paliwa zaś na rys.5 pomiędzy paliwem FAME i jego mieszaniną z etanolem (E1). Rys.6 przedstawia porównanie bezwzględnych różnic procentowych (R_p) pomiędzy olejem napędowym (ON), a jego mieszaniną z etanolem (E1) dla jednostkowego zużycia paliwa zaś na rys.7 pomiędzy paliwem FAME i jego mieszaniną z etanolem (E2).



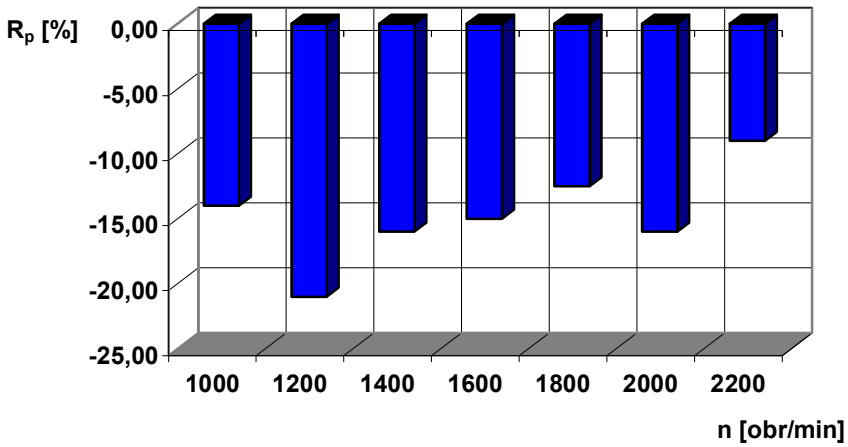
Rys. 4. Porównanie bezwzględnych różnic procentowych (R_p) pomiędzy olejem napędowym (ON), a jego mieszaniną z etanolem (E1) dla godzinowego zużycia paliwa (G_h)
Fig. 4. Comparison of the absolute differences in rates (RLL between diesel (ON), and the mixture of ethanol (E1) for hourly fuel consumption (Gh)



Rys. 5. Porównanie bezwzględnych różnic procentowych (R_p) pomiędzy paliwem FAME, a jego mieszaniną z etanolem (E2) dla godzinowego zużycia paliwa (G_h)
Fig. 5. Comparison of absolute differences in rates (RLL) between the fuel FAME, and the mixture of ethanol (E2) for hourly fuel consumption (Gh)

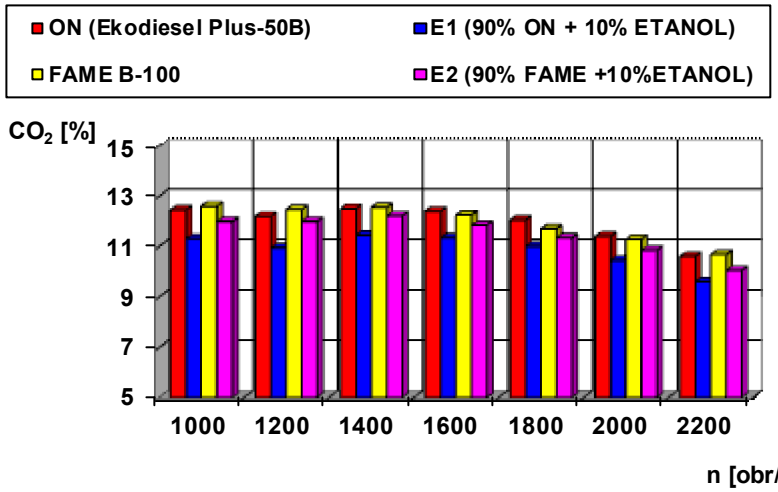


Rys. 6. Porównanie bezwzględnych różnic procentowych (R_p) pomiędzy olejem napędowym (ON), a jego mieszaniną z etanolem (E1) dla jednostkowego zużycia paliwa (g_e)
Fig. 6. Comparison of the absolute differences in rates (RLL between diesel (ON), and the mixture of ethanol (E1) for specific fuel consumption (ge)



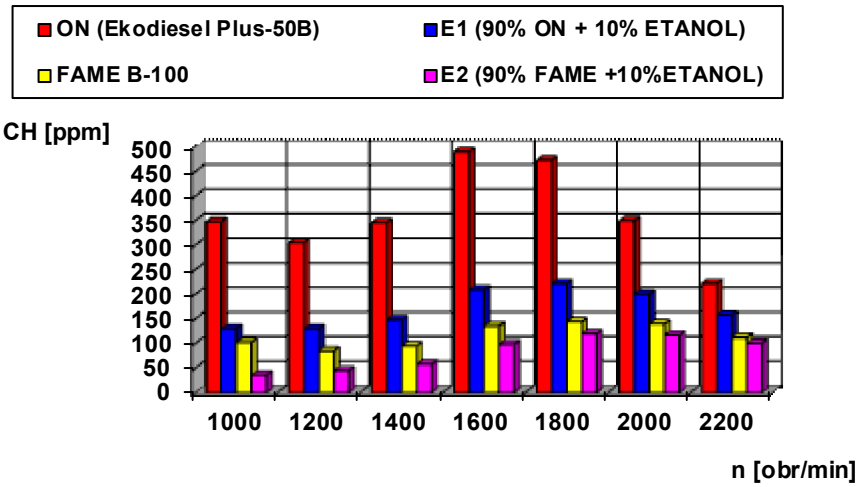
Rys. 7. Porównanie bezwzględnych różnic procentowych (R_p) pomiędzy paliwem FAME, a jego mieszaniną z etanolem (E2) dla jednostkowego zużycia paliwa (g_e)
Fig. 7. Comparison of the absolute differences in rates (RLL) between the fuel FAME, and the mixture of ethanol (E2) for specific fuel consumption (ge)

Na rys.8 pokazano porównanie graficzne stężenia dwutlenku węgla, (CO_2, %) dla badanych paliw w przedziale prędkości obrotowych wału korbowego silnika od 1000 do 2200 obr/min przy sporządzaniu prędkościowej charakterystyki zewnętrznej, na rys. 9 porównanie stężenia węglowodorów (CH, ppm), na rys.10 porównanie stężenia tlenków azotu (NO_x, ppm), na rys.11 porównanie stężenia cząstek stałych (PM, mg/cm^3).



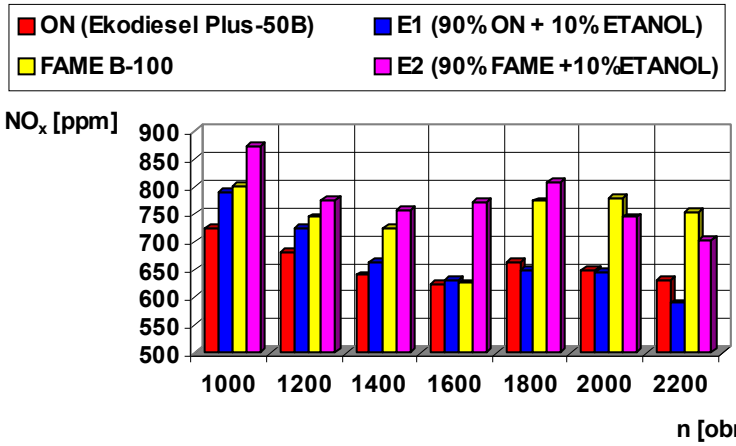
Rys. 8. Zbiorcze porównanie stężenia dwutlenku węgla, (CO_2,%) dla badanych paliw w przedziale prędkości obrotowych wału korbowego silnika od 1000 – 2200 obr/min

Fig. 8. Collective comparison of carbon dioxide concentration (CO2,%) for the test fuels in the range of rotational speeds of the crankshaft from 1000 to 2200 rpm

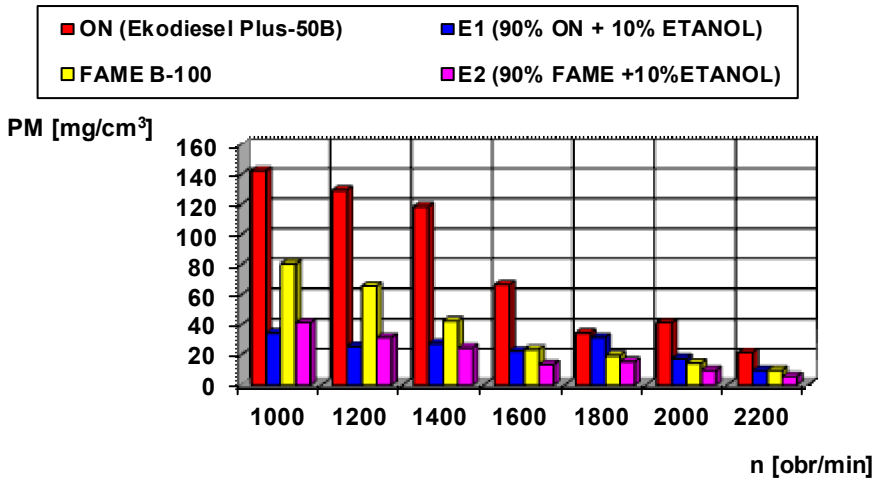


Rys. 9. Zbiorcze porównanie stężenia węglowodorów (CH, ppm) dla badanych paliw w przedziale prędkości obrotowych wału korbowego silnika od 1000 – 2200 obr/min

Fig. 9. Collective comparison of hydrocarbon concentration (CH, ppm) for the test fuels in the range of rotational speeds of the crankshaft from 1000 to 2200 rpm



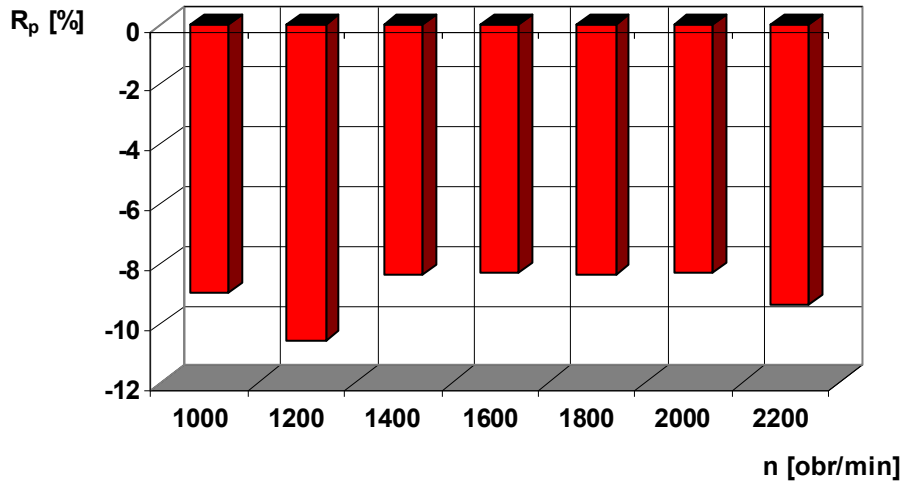
Rys. 10. Zbiorcze porównanie stężenia tlenków azotu (NO_x, ppm) dla badanych paliw w przedziale prędkości obrotowych wału korbowego silnika od 1000 – 2200 obr/min
Fig. 10. Collective comparison of concentration of nitrogen oxides (NOx, ppm) for the test fuels in the range of rotational speeds of the crankshaft from 1000 to 2200 rpm



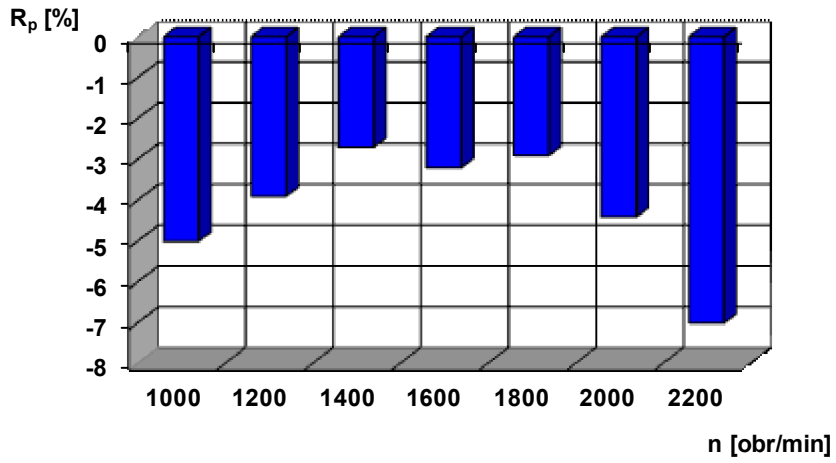
Rys. 11. Zbiorcze porównanie stężenia cząstek stałych (PM, mg/cm^3) dla badanych paliw w przedziale prędkości obrotowych wału korbowego silnika od 1000 – 2200 obr/min
Fig. 11. Collective comparison of concentration of particulate matter (PM, mg / cm3) for the test fuels in the range of rotational speeds of the crankshaft from 1000 to 2200 rpm

Na rys.12 pokazano porównanie graficzne bezwzględnych różnic procentowych (R_p) pomiędzy olejem napędowym (ON), a jego mieszaniną z etanolem dla stężenia dwutlenku węgla, (CO_2) zaś na rys.13 pomiędzy paliwem FAME i jego mieszaniną z etanolem (E1) dla stężenia dwutlenku węgla, CO_2. Na rys.14 przedstawiono porównanie bezwzględnych różnic procentowych (R_p) pomiędzy olejem napędowym, a jego mieszaniną z etanolem (E2) dla stężenia węglowodorów (CH) zaś na rys.15 pomiędzy paliwem FAME i jego mieszaniną z etanolem (E2) dla stężenia węglowodorów (CH). Na rys. 16 przedstawiono porównanie bezwzględnych różnic procentowych (R_p) pomiędzy olejem napędowym, a

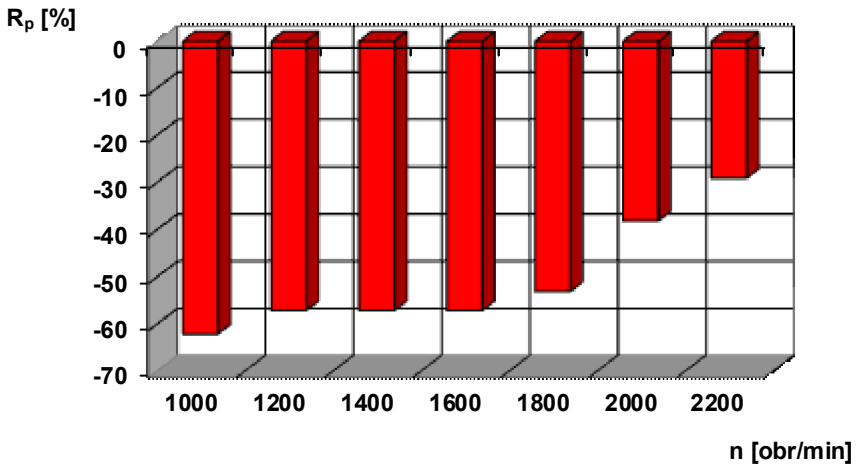
jego mieszaniną z etanolem (E1) dla stężenia tlenków azotu (NO_x) zaś na rys. 17 pomiędzy paliwem FAME, a jego mieszaniną z etanolem (E2) dla stężenia tlenków azotu (NO_x). Na rys.18 przedstawiono porównanie bezwzględnych różnic procentowych (R_p) pomiędzy olejem napędowym (ON), a jego mieszaniną z etanolem (E1) dla stężenia cząstek stałych PM zaś na rys.19 pomiędzy paliwem FAME i jego mieszaniną z etanolem (E2) dla stężenia cząstek stałych PM.



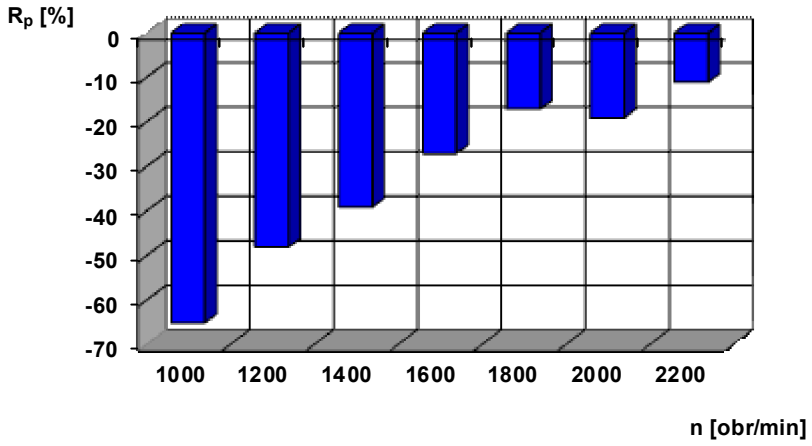
Rys. 12. Porównanie bezwzględnych różnic procentowych (R_p) pomiędzy olejem napędowym, a jego mieszaniną z etanolem (E1) dla stężenia dwutlenku węgla, (CO_2)
Fig. 12. A comparison of absolute differences rate (R_p) between diesel fuel and the mixture of ethanol (E1) for the emission of carbon dioxide (CO_2)



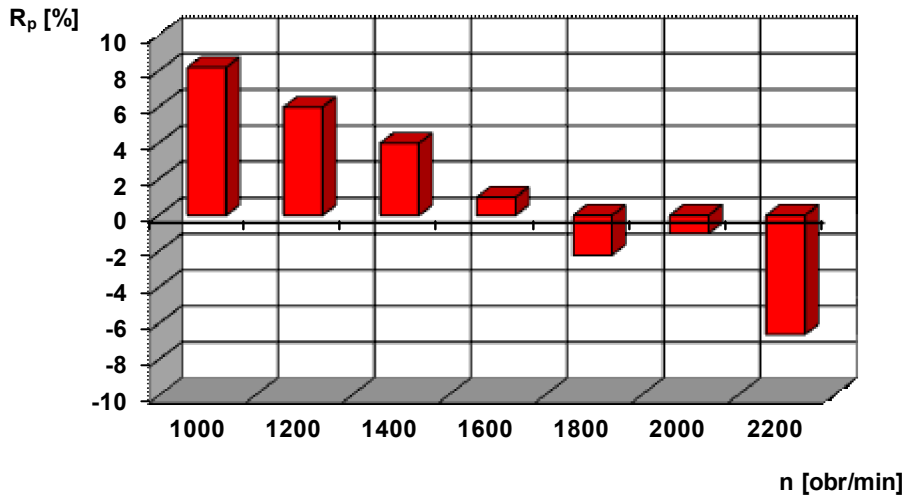
Rys.13. Porównanie bezwzględnych różnic procentowych (R_p) pomiędzy paliwem FAME i jego mieszaniną z etanolem (E2) dla stężenia dwutlenku węgla, (CO_2)
Figure 13. Comparison of absolute differences in rates (R_p) between the fuel FAME and a mixture of ethanol (E2) for the emission of carbon dioxide (CO_2)



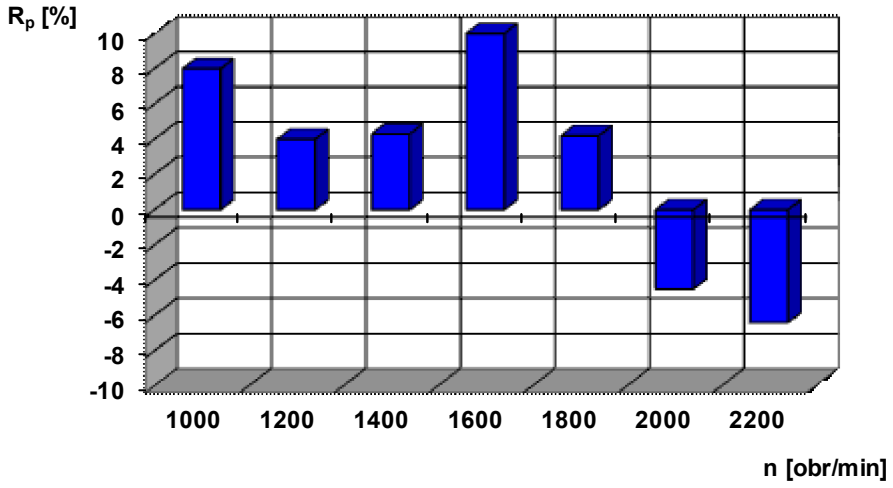
Rys.14. Porównanie bezwzględnych różnic procentowych (R_p) pomiędzy olejem napędowym (ON), a jego mieszaniną z etanolem (E1) dla stężenia węglowodorów, (CH)
Fig.14. Comparison of absolute differences in rates (R_p) between diesel (ON), and the mixture of ethanol (E1) for the emission of hydrocarbons, (CH)



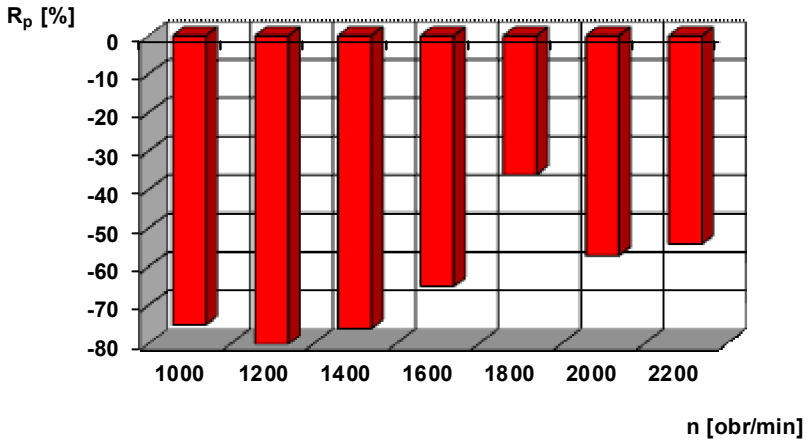
Rys.15. Porównanie bezwzględnych różnic procentowych (R_p) pomiędzy paliwem FAME i jego mieszaniną z etanolem (E2) dla stężenia węglowodorów (CH)
Fig.15. Comparison of absolute differences in rates (R_p) between the fuel FAME and a mixture of ethanol (E2) for the emission of hydrocarbons (CH)



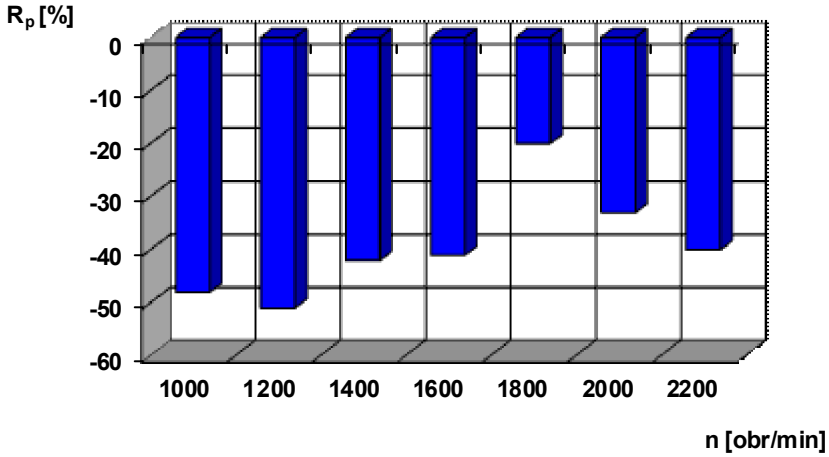
Rys. 16. Porównanie bezwzględnych różnic procentowych (R_p) pomiędzy olejem napędowym (ON), a jego mieszaniną z etanolem (E1) dla stężenia tlenków azotu (NO_x)
Fig. 16. Comparison of absolute differences in rates (R_p) between diesel (ON), and the mixture of ethanol (E1) for concentration of nitrogen oxides (NO_x)



Rys. 17. Porównanie bezwzględnych różnic procentowych (R_p) pomiędzy paliwem FAME z jego mieszaniną z etanolem (E2) dla stężenia tlenków azotu (NO_x)
Fig. 17. Comparison of absolute differences in rates (R_p) between the fuel FAME with its mixture of ethanol (E2) for concentration of nitrogen oxides (NO_x)



Rys.18. Porównanie bezwzględnych różnic procentowych (R_p) pomiędzy olejem napędowym, (ON), a jego mieszaniną z etanolem (E1) dla stężenia cząstek stałych (PM)
Fig. 18. Comparison of absolute differences in rates (R_p) between diesel (ON), and the mixture of ethanol (E1) for concentration of particulate matter (PM)



Rys.19. Porównanie bezwzględnych różnic procentowych (R_p) pomiędzy paliwem FAME, a jego mieszaniną (E2) z etanolem dla stężenia cząstek stałych (PM)
Fig. 19. Comparison of absolute differences in rates (R_p) between the fuel FAME and its mixture of (E2) with ethanol for concentration of particulate matter (PM)

5. Wnioski

Wnioski dotyczące wskaźników ekonomicznych:

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 ULTRA B (ON) i jego mieszaniną z etanolem paliwo E1 (90% ON + 10% ETANOL) oraz porównawczo

estrem metylowym kwasów oleju rzepakowego BIODIESEL FAME-100B i jego mieszaniną z etanolem, paliwo E2 (90% FAME +10% ETANOL) można stwierdzić, że:

- mniejsze godzinowe zużycie paliwa (G_h) podczas badań występowało dla mieszanin E1 (90% ON + 10% ETANOL) i E2 (90% FAME +10% ETANOL) zaś największe godzinowe zużycie wykazało paliwo BIODIESEL FAME-100B w całym przedziale prędkości obrotowej wału korbowego silnika od 1000 do 2200 obr/min,
- największe jednostkowe zużycie paliwa (g_e) podczas badań występowało dla mieszaniny E1 (90% ON + 10% ETANOL) zaś paliwa EKODIESEL ULTRA B (ON), BIODIESEL FAME-100 B i mieszaniny E2 (90% FAME +10% ETANOL) w całym przedziale prędkości obrotowej wału korbowego silnika od 1000 do 2200 obr/min jednostkowe zużycie było prawie porównywalne.

W celu dokładniejszej analizy wskaźników ekonomicznych pracy silnika dokonano porównania pomiędzy paliwami EKODIESEL ULTRA B(ON) i jego mieszaniną z etanolem paliwo E1 (90% ON + 10% ETANOL) oraz estrem metylowym kwasów oleju rzepakowego BIODIESEL FAME-100B i jego mieszaniną z etanolem, paliwo E2 (90% FAME +10% ETANOL) wykorzystując bezwzględna różnicę procentową (R_p):

- bezwzględna różnica procentowa (R_p) godzinowego zużycia paliwa (G_h) pomiędzy paliwami EKODIESEL ULTRA B (ON) i jego mieszaniną z etanolem paliwo E1 (90% ON + 10% ETANOL) wykazała, że mniejsze godzinowe zużycie paliwa występowało dla mieszaniny E1 i wynosiło R_p=9% przy prędkości obrotowej wału korbowego silnika n= 1000 obr/min z tendencją malejącą do 2% przy prędkości n= 2200 obr/min,
- bezwzględna różnica procentowa (R_p) godzinowego zużycia paliwa (G_h) pomiędzy paliwami BIODIESEL FAME-100B i mieszaniny E2 (90% FAME +10% ETANOL) wykazała, że mniejsze godzinowe zużycie paliwa występowało dla mieszaniny E2 i wynosiło R_p=15% przy prędkości obrotowej wału korbowego silnika n= 1000 obr/min do 12% przy prędkości n= 2200 obr/min,
- bezwzględna różnica procentowa (R_p) jednostkowego zużycia paliwa (g_e) porównania pomiędzy paliwami EKODIESEL ULTRA B(ON) i jego mieszaniną z etanolem paliwo E1 (90% ON + 10% ETANOL) wykazała, że przy prędkości obrotowej n= 1000 obr/min wystąpiło mniejsze wskazanie (g_e) dla paliwa E1 o 4%, zaś od 1200 do 2200 obr/min mniejsze jednostkowe zużycie paliwa wystąpiło dla EKODIESEL ULTRA B (ON) i wynosiło R_p=25% przy prędkości obrotowej wału korbowego silnika n= 1200 obr/min z tendencją malejącą do 22% przy prędkości n= 2200 obr/min,
- bezwzględna różnica procentowa (R_p) jednostkowego zużycia paliwa (g_e) porównania pomiędzy paliwami BIODIESEL FAME-100 B i mieszaniną E2 (90% FAME +10% ETANOL) wykazała, że mniejsze godzinowe zużycie paliwa występowało dla mieszaniny E2 i wynosiło R_p=15% przy prędkości obrotowej wału korbowego silnika n= 1000 obr/min do 10% przy prędkości n= 2200 obr/min,

Wnioski dotyczące wskaźników ekologicznych:

Wyniki stężenia wybranych składników spalin takich jak: dwutlenek węgla, (CO_2-%), węglowodory: (CH-ppm), cząstki stałe (PM-mg/cm^3), tlenki azotu (NO_x-ppm), zarejestrowane podczas badań silnika PERKINS zasilanego czterema paliwami wykazały, że:

- w zakresie prędkości obrotowych n= 1000-2200 obr/min, stężenie dwutlenku węgla (CO_2-%) było największe dla paliw BIODIESEL FAME-100 B i mieszaniny E2 (90% FAME +10% ETANOL), stężenie węglowodorów (CH-ppm) było największe dla

paliw EKODIESEL ULTRA B (ON) i jego mieszaniny z etanolem paliwo E1 (90% ON + 10% ETANOL), stężenie tlenków azotu (NO_x-ppm) było największe dla paliw BIODIESEL FAME-100B i mieszaniny E2 (90% FAME +10% ETANOL) zaś stężenie cząstek stałych (PM-mg/cm^3) było najmniejsze dla mieszanin E1 (90% ON + 10% ETANOL) i E2 (90% FAME +10% ETANOL) zaś największe wskazania były dla paliwa EKODIESEL ULTRA B (ON),

Porównanie stężenia spalin dla paliw bazowych: EKODIESEL ULTRA B(ON), BIODIESEL FAME-100 B i ich mieszanin z 10% etanolem na podstawie bezwzględnych różnic procentowych wykazało, że:

- stężenie dwutlenku węgla (CO_2-%) dla mieszaniny E1 (90% ON + 10% ETANOL) w stosunku do EKODIESEL ULTRA B (ON) było mniejsze przy n= 1000 obr/min R_p= 8% zaś przy n= 2200 obr/min o 10%, mieszanina E2 (90% FAME +10% ETANOL) również wykazała mniejszą emisję od paliwa BIODIESEL FAME-100B przy n= 1000 obr/min R_p= 5% zaś przy n= 2200 obr/min o 7%,
- stężenie węglowodorów: (CH-ppm) dla mieszaniny E1 (90% ON + 10% ETANOL) w stosunku do EKODIESEL ULTRA B (ON) była mniejsza przy n= 1000 obr/min R_p= 60% zaś przy n= 2200 obr/min o 30%, mieszanina E2 (90% FAME +10% ETANOL) również wykazała mniejsze stężenie od paliwa BIODIESEL FAME-100B przy n= 1000 obr/min R_p= 65% zaś przy n= 2200 obr/min o 12%,
- stężenie tlenków azotu (NO_x-ppm) wykazała mniejsze stężenia dla paliwa bazowego EKODIESEL ULTRA B (ON) od 8 – 2% w zakresie prędkości n= 1000 – 1600 obr/min w stosunku do mieszaniny E1 (90%ON + 10%ETANOL) zaś od prędkości 1800 – 2200 obr/min mieszanina E1 (90% ON + 10% ETANOL) wykazywała mniejsze stężenia od 2-6%, natomiast paliwo BIODIESEL FAME-100B w stosunku do mieszaniny E2 (90% FAME +10% ETANOL) również wykazywało mniejsze stężenia od n= 1000 do 1800 obr/min od 8-4%, zaś od n= 1800 do 2200 obr/min wskazania mieszaniny E2 (90% FAME +10% ETANOL) były mniejsze od paliwa BIODIESEL FAME-100 B od 4-6%,
- stężenie cząstek stałych (PM-mg/cm^3) dla mieszaniny E1 (90%ON + 10%ETANOL) w stosunku do EKODIESEL ULTRA B (ON) było mniejsze przy n= 1000 obr/min R_p= 75% zaś przy n= 2200 obr/min o 50%, mieszanina E2 (90% FAME +10% ETANOL) również wykazała mniejsze stężenie od paliwa BIODIESEL FAME-100B przy n= 1000 obr/min R_p= 50% zaś przy n= 2200 obr/min o 40%.

Wnioski podsumowujące:

- badania wykazały wyraźny wpływ takich parametrów fizykochemicznych jak: lepkość, gęstość badanych paliw na: godzinowe i jednostkowe zużycie paliwa, co związane jest z innym przebiegiem procesu wtrysku paliwa i spalania,
- zastosowanie 10% dodatku etanolu do paliw bazowych: EKODIESEL ULTRA B (ON) i BIODIESEL FAME-100B spowodowało znaczne zmniejszenie stężenia składników toksycznych spalin oraz ograniczenie stężenia cząstek stałych, szczególnie widoczne przy najniższych prędkościach obrotowych silnika, prawie o 50%,
- paliwo roślinne stosowane w badaniach tj. BIODIESEL FAME B100, jest paliwem poddanym procesom reestryfikacji w celu otrzymania właściwości fizykochemicznych porównywalnych do paliw węglowodorowych. Badania wykazały że paliwo roślinne spełnia te wymagania,

- celowym jest prowadzenie dalszych badań nad oceną wpływu zasilania silnika zarówno paliwami pochodzenia mineralnego jak i roślinnego na ekonomiczne, energetyczne i ekologiczne wskaźniki pracy silnika,
- przy ocenie ekonomicznego aspektu stosowania węglowodorowych i roślinnych paliw ekologicznych i ich mieszanin z etanolem kluczowym zadaniem jest zmniejszenie kosztów ich wytwarzania i dystrybucji poprzez dotacje państwowe, tak aby ceny tych paliw były porównywalne do cen paliw pochodzenia naftowego.
- celowym jest prowadzenie dalszych badań procesów wtrysku paliwa silnika zasilanego zarówno paliwami pochodzenia mineralnego jak i roślinnego posiadającymi różne właściwości fizykochemiczne.

LITERATURA:

[1] Dokumentacja techniczna stanowiska badawczego. Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych. Politechnika Warszawska, Warszawa 2010.
[2] Kruczyński S., Orliński P.: Combustion of methyl esters of various origins in the agricultural engine. Indian Journal of Engineering & Materials Sciences, p. 483-491, New Deli 2013.
[3] Orliński S., Orlińska M.: Wpływ obciążenia silnika rolniczego Perkins zasilanego estrem z lnianki na operacyjne wskaźniki jego pracy. XI Konferencja Naukowo - Techniczna „LogiTrans 2015" Logistyka Nr 3/2014. S 4866-4877.
[4] Orliński P., Wybrane zagadnienia procesu spalania paliw pochodzenia roślinnego w silnikach o zapłonie samoczynnym, Instytut Naukowo Wydawniczy SPATIUM, Radom 2013.
[5] Orliński S., Wpływ zasilania silnika rolniczego Perkins 1104C-44 paliwami estrowo-etanolowymi na wybrane parametry procesu wtrysku i spalania w aspekcie ekologicznym, LOGISTYKA 3/12, s. 1761-1768.
[6] Orliński S., Orliński P., Wojs A.: The effect of diesel fuel mixture and camelina oil ester on the process of fuel injection in traction engine. Journal of KONES 2013, Vol. 20, Nr 1, s. 255-261.
[7] Świadectwo, jakości badanych paliw, Zakład Produktów Naftowych, WMTiW, UTH, Radom 2014.