

Andrzej AMBROZIK<sup>1</sup>  
Tomasz AMBROZIK<sup>2</sup>  
Piotr ORLIŃSKI<sup>3</sup>  
Stanisław ORLIŃSKI<sup>4</sup>

### **WPLYW ZASILANIA SILNIKA PERKINS 1104C BIOETANOLEM NA EKONOMICZNE I ENERGETYCZNE WSKAŹNIKI JEGO PRACY**

*W referacie przedstawiono wyniki badań i ich analizę w zakresie pomiaru wskaźników ekonomicznych i energetycznych silnika o ZS typu PERKINS-1100. Silnik zasilany był mieszaniną paliwa węglowodorowego EKODIESEL PLUS 50B z etanolem. Pomiary wykonano na stanowisku hamownianym wyposażonym w system pomiarów wielkości szybkozmiennych. Wykazano, że rodzaj paliwa o różnych właściwościach fizykochemicznych ma istotny wpływ na zużycie paliwa, wskaźniki energetyczne i emisję toksycznych składników ze spalinami.*

### **INFLUENCE OF POWERING THE ENGINE 1104C BIOETANOLEM PERKINS ON ECONOMIC AND ENERGY SIGNS OF HIS WORK**

*In the article research finding and their analysis were described in the scope of the measurement of signs economic and energy self-ignition engine PERKINS-1100 type. The engine was powered a mixture of mikroemulsive fuel: hydrocarbon EKODIESEL PLUS 50B -ethanol. Measurements were made on the test bench equipped with the system of measurement of fast-changeable size. This influence is showing in the influence on fuel consumption, energy signs, exhaust emission on toxic components and acoustic emission.*

#### **1. WSTĘP**

Rozwój silników o ZS (zapłonie samoczynnym) pociąga za sobą ujemne skutki w procesie ich eksploatacji, w tym zanieczyszczenie środowiska naturalnego. Konstruktorzy silników o ZS dążą, więc do tego, aby były one coraz mniej szkodliwe dla środowiska poprzez zmniejszanie emisji składników toksycznych spalin. Coraz większa liczba eksploatowanych silników o ZS wymusza badania i później dostarczania na rynek

<sup>1</sup> Politechnika Świętokrzyska, Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn, Zakład Silników Ciepłych, Kielce.

<sup>2</sup> Politechnika Świętokrzyska, Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn, Zakład Tribologii i Materiałów Eksploatacyjnych, Kielce.

<sup>3</sup> Politechnika Warszawska, Wydział SiMR, Instytut Pojazdów

<sup>4</sup> Politechnika Radomska, Wydział Mechaniczny, Instytut Eksploatacji Pojazdów i Maszyn, e-mail: walorl@wp.pl

coraz większej ilości paliw nowej generacji, które mają wpływ na wskaźniki energetyczne, ekonomiczne, ekologiczne pracy silników [1].

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

Rozwiązaniem tego problemu jest wykorzystanie paliw zastępczych na bazie mieszanin z etanolem. Mieszaniny te 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 [2]. Etanol wytwarzany przeważnie z nasion zbóż, buraków cukrowych, trzciny cukrowej, jak również z odpadów drzewnych i roślin niespożywczych [3]. Polska jest jednym z ważniejszych europejskich producentów etanolu. Konieczność wykorzystania nadprodukcji spirytusu, wytwarzanego z nadwyżek produkcyjnych zboża, ziemniaków i melasy buraczonej sprawiła, że już we wczesnych latach 90 nasz kraj zaczął produkować benzynę z dodatkiem etanolu. Nad zastosowaniem tego typu dodatku do paliwa przy zasilaniu silników spalinowych o ZS w Polsce badania prowadzone były między innymi w Zakładzie Techniki Bojowej WSO im. T. Kościuszki [4]. Od ponad 20 lat badaniami nad paliwem do silników o ZS z etanolu zajmują się naukowcy w USA i Kanadzie [5]. Obecnie jest już nawet w dystrybucji paliwo składające się z 7, 10 i 15% etanolu plus standardowy olej napędowy i dodatki uszlachetniające.

## **2. CEL BADAŃ**

Celem badań jest ocena wpływu zasilania silnika PERKINS typ 1100 pracującego w ustalonych warunkach zewnętrznej charakterystyki prędkościowej bez zmian regulacyjnych silnika na wskaźniki operacyjne pracy silnika tj: ekonomiczne i energetyczne. W czasie badań silnik pracował w zakresie prędkości obrotowej wału korbowego od 1000 do 2200 obr/min.

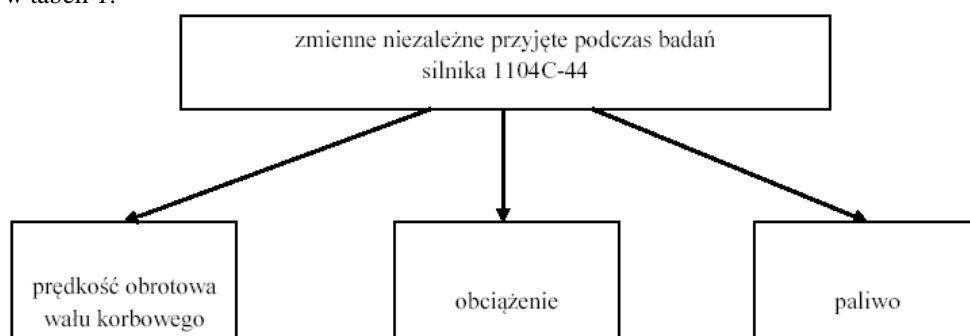
Silnik PERKINS typ 1100 był zasilany paliwem węglowodorowym, niskosiarkowym olejem napędowym EKODIESEL PLUS 50B oraz porównawczo mieszaninami: M1 – 80% ON + 20% etanolu i M2 – 70% ON + 30% etanolu.

## **3. STANOWISKO BADAWCZE ORAZ PARAMETRY FIZYKOCHEMICZNE PALIW ZASILAJĄCYCH SILNIK**

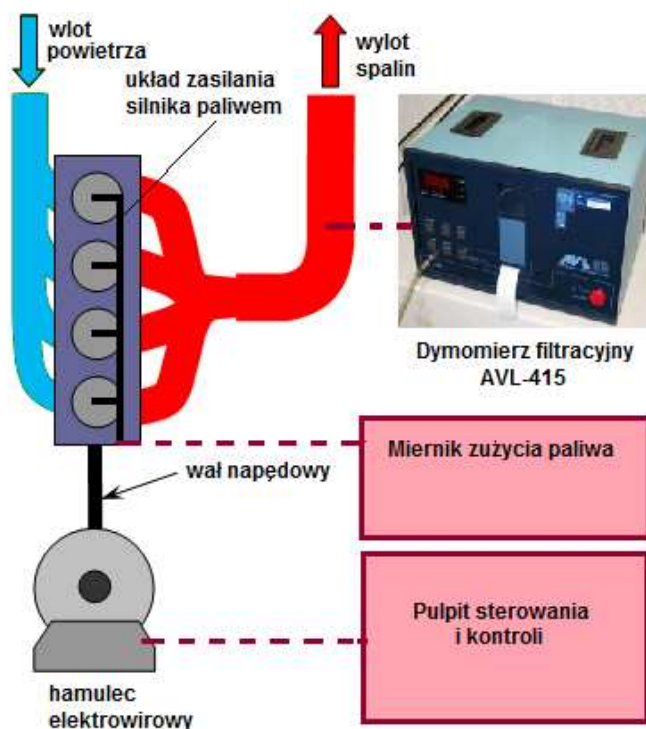
Silnik Perkins 1104C-44 stosowany jest głównie jako źródło napędu ciągników rolniczych. Poza Unią Europejską i USA stosowany jest również w pojazdach samochodowych. W związku z tym powinien on spełniać normy dotyczące emisji składników toksycznych spalin EU Stage II (dla Nonroad Diesel Engines) w wersji G, która dotyczy silników o mocy efektywnej z przedziału  $37 \leq P < 75$  kW [3]. Badania przeprowadzono na typowym stanowisku hamownianym, [3].

Etanol jako dodatek do paliwa węglowodorowego wykorzystano ze względu na jego dostępność na rynku oraz z uwzględnieniem, że mieszaniny oleju napędowego z etanolem posiadają różne właściwości fizykochemiczne tj. gęstość, lepkość i napięcie powierzchniowe [3].

Zmienne niezależne przyjęte podczas badań eksperymentalnych silnika Perkins 1104C-44 przedstawiono na rys.1, zaś na rys.2 schemat blokowy stanowiska badawczego. Wybrane właściwości fizykochemiczne zastosowanych paliw zasilających przedstawiono w tabeli 1.



Rys. 1. Zmienne niezależne przyjęte podczas badań eksperymentalnych silnika Perkins 1104C-44 [2]



Rys. 2. Schemat blokowy stanowiska badawczego [2]

Tabela 1. Właściwości fizykochemiczne paliw zasilających silnik [7]

PARAMETR	EKODIESEL PLUS 50 B	M1 (80% ON PLUS-50B + 20% Etanolu)	M2 (70% ON PLUS-50B + 30% Etanolu)
Gęstość w 20°C [ $10^3 \text{ kg/m}^3$ ]	848	828	823,8
Lepkość kinematyczna w 40°C [ $10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ]	2,75	2,27	2,08
Temperatura zapłonu °C (tygiel otwarty)	$\geq 120$	32	24
Napięcie powierzchniowe $\sigma \cdot 10^{-2} \text{ [N/m]}$	3,74	2,86	2,74
Wartość energetyczna [MJ/kg]	43,2	41,3	39,9

#### 4. OPIS METODY BADAŃ

Podczas badań silnik PERKINS typ 1100 zasilany był trzema rodzajami paliw ekologicznych tj.: olejem napędowym EKODIESEL PLUS 50B oraz porównawczo mieszaninami objętościowymi: M1 – 80% ON + 20% etanolu i M2 – 70% ON + 30%.

Podczas sporządzania zewnętrznej charakterystyki prędkościowej silnika w przedziale od 1000-2200 obr/min, rejestrowano, co 200 obr/min: obciążenie i zużycie paliwa. Wskazania wskaźników ekonomicznych i energetycznych odczytywano z modułu pomiarowego, który posiada program komputerowy do obliczeń wskaźników operacyjnych badanego silnika na stanowisku hamownianym, a następnie obliczano te wskaźniki w celu potwierdzenia prawidłowości otrzymywanych wyników badań.

Na podstawie wyników badań hamownianych i ich rejestracji dokonano obliczeń wskaźników operacyjnych silnika [2]:

Wskaźniki ekonomiczne:

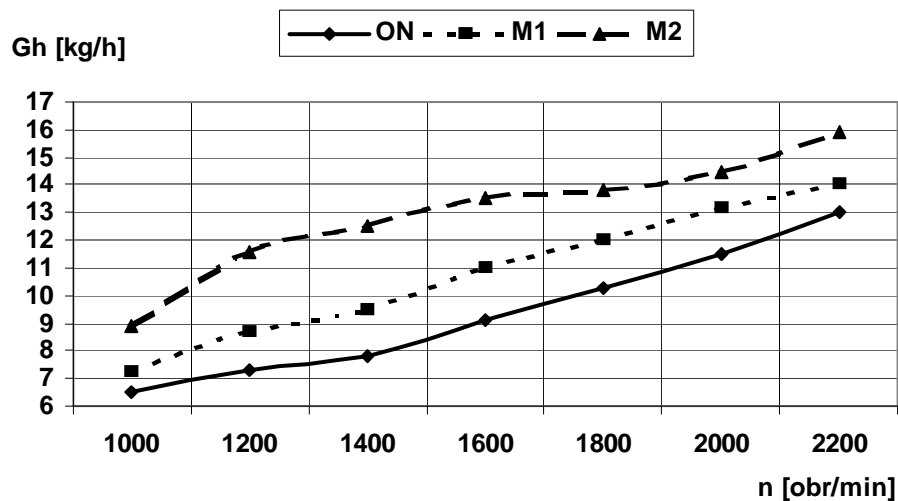
- godzinowe zużycie paliwa  $G_h$ , kg/h,
- jednostkowe zużycie paliwa  $g_e$ , g/kWh.

Wskaźniki energetyczne:

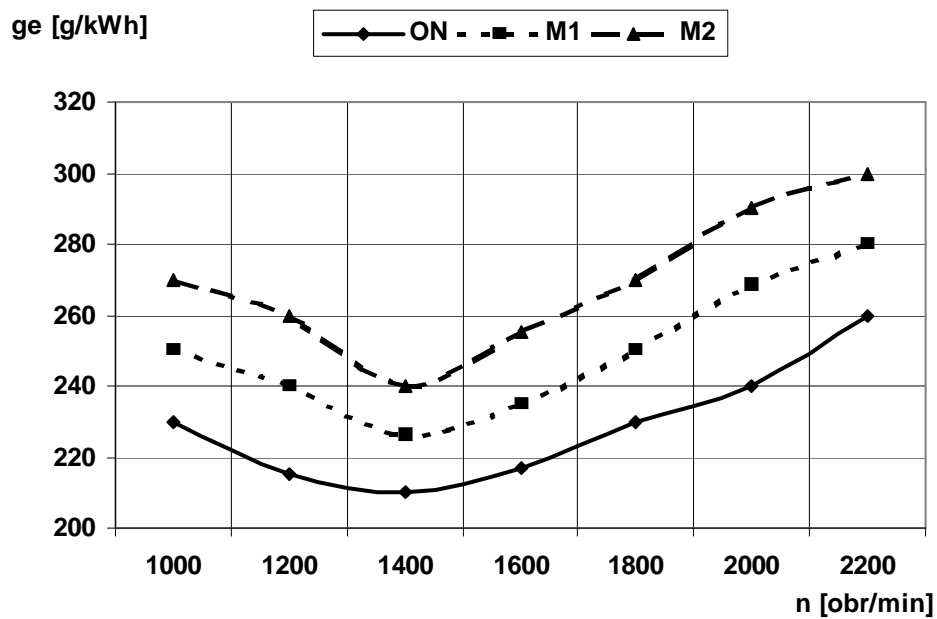
- czasowe zużycie energii  $\dot{G}_e$ , MJ/h
- jednostkowego zużycia energii  $g_{\text{enrg}}$ , J/Ws.
- sprawności energetycznej  $\eta_e$ , %.

#### 5. ANALIZA OTRZYMANYCH WYNIKÓW BADAŃ

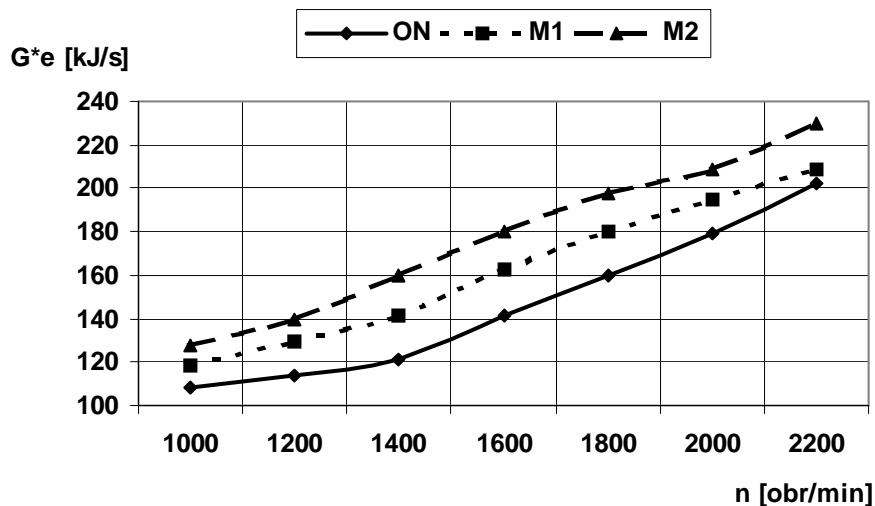
Na rysunku 3 przedstawiono porównanie godzinowego zużycia paliwa, rys.4 jednostkowego zużycia paliwa, rys. 5. czasowego zużycia energii, rys.6 jednostkowego zużycia energii zaś na rys.7 porównanie sprawności energetycznej.



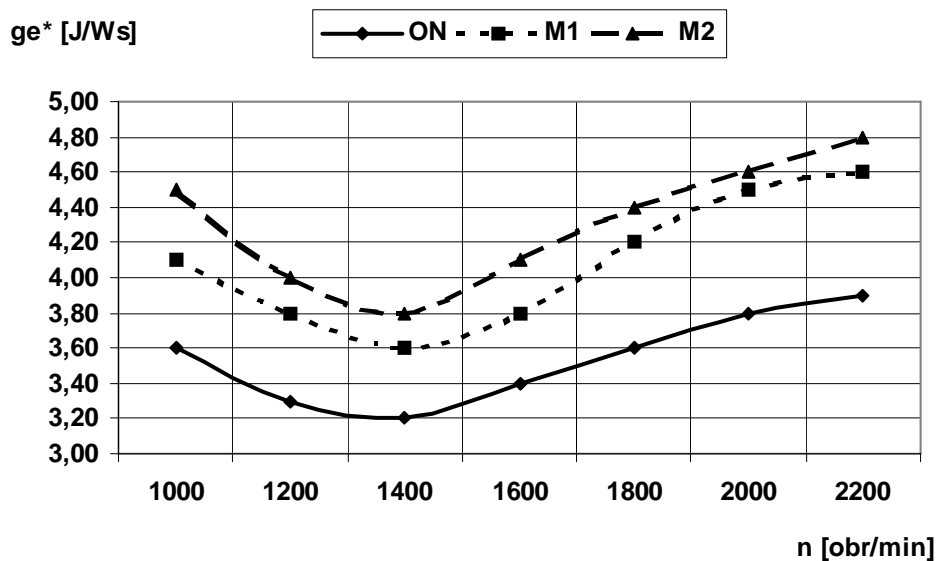
Rys. 3.. Porównanie godzinowego zużycia paliwa  $G_h$  [kg/h] dla badanych paliw EKODIESEL, M1 i M2 w funkcji prędkości obrotowych silnika od 1000 do 2200 obr/min



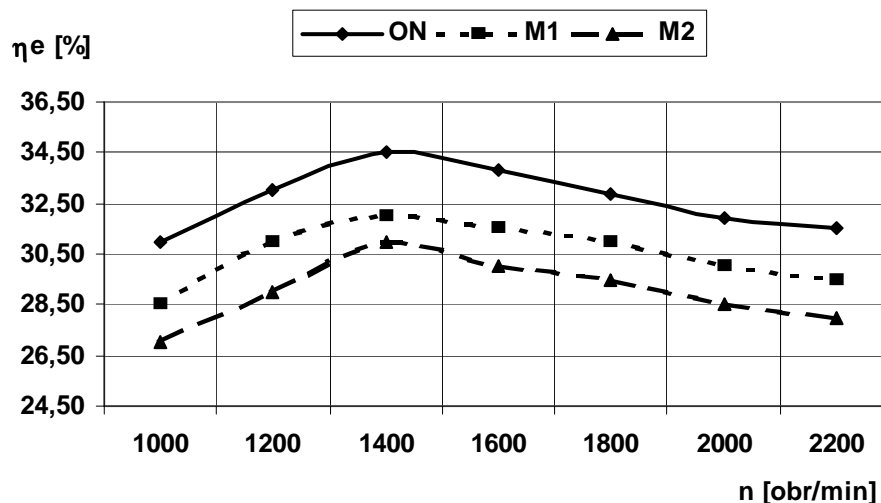
Rys. 4. Porównanie jednostkowego zużycia paliwa  $g_e$  [g/kWh] dla badanych paliw EKODIESEL, M1 i M2 w funkcji prędkości obrotowych silnika od 1000 do 2200 obr/min



Rys. 5. Porównanie czasowego zużycia energii  $\dot{G}_e$  [kJ/s] dla badanych paliw EKODIESEL, M1 i M2 w funkcji prędkości obrotowych silnika od 1000 do 2200 obr/min



Rys. 6. Porównanie jednostkowego zużycia energii  $g_e^*$  [J/Ws] dla badanych paliw EKODIESEL, M1 i M2 w funkcji prędkości obrotowych silnika od 1000 do 2200 obr/min



Rys. 7. Porównanie sprawności energetycznej  $\eta_e$ , [%] dla badanych paliw EKODIESEL, M1 i M2 w funkcji prędkości obrotowych silnika od 1000 do 2200 obr/min

## 6. WNIOSKI

Na podstawie wyników otrzymanych z przeprowadzonych badań można sformułować następujące wnioski:

- na podstawie badań ustalono, że mieszanka oleju napędowego i alkoholu etylowego M1, M2, jest stabilna w temperaturach: w zakresach temperatur od +25 do +35°C,
- najmniejsze godzinowe zużycie paliwa ( $G_h$ ) podczas badań w przedziale prędkości obrotowych silnika od 1000 do 2200 obr/min występowało dla paliwa EKODIESEL PLUS-50B zaś największe dla mieszaniny M2. Bezwzględna różnica procentowa  $R_p$  [%] pomiędzy paliwem EKODIESEL a mieszaniną M2 wynosi od 18-26%,
- najmniejsze jednostkowe zużycie paliwa ( $g_e$ ) podczas badań w przedziale prędkości obrotowych silnika od 1000 do 2200 obr/min występowało dla paliwa EKODIESEL PLUS-50B zaś największe dla mieszaniny M2. Bezwzględna różnica procentowa  $R_p$  [%] pomiędzy paliwem EKODIESEL a mieszaniną M2 wynosi od 13,3-14,8%,
- najmniejsze czasowe zużycie energii ( $G_e$ ) podczas badań w przedziale prędkości obrotowych silnika od 1000 do 2200 obr/min występowało dla paliwa EKODIESEL PLUS-50B zaś największe dla mieszaniny M2. Bezwzględna różnica procentowa  $R_p$  [%] pomiędzy paliwem EKODIESEL a mieszaniną M2 wynosi od 7,8-15,6%,
- najmniejsze jednostkowe zużycie energii ( $g_e$ ) podczas badań w przedziale prędkości obrotowych silnika od 1000 do 2200 obr/min występowało dla paliwa EKODIESEL PLUS-50B zaś największe dla mieszaniny M2. Bezwzględna różnica procentowa  $R_p$  [%] pomiędzy paliwem EKODIESEL a mieszaniną M2 wynosi od 18,7-20%,
- największa sprawność energetyczna ( $\eta_e$ ) w przedziale prędkości obrotowych silnika od 1000 do 2200 obr/min występuje dla paliwa EKODIESEL PLUS-50B zaś najmniejsza

dla mieszaniny M2. Bezwzględna różnica procentowa  $R_p$  [%] pomiędzy paliwem EKODIESEL a mieszaniną M2 wynosi od 11,1-12,9%,

- badania wykazały wyraźny wpływ takich parametrów fizykochemicznych jak: lepkość, gęstość i wartość opałowa badanych paliw na: godzinowe jednostkowe zużycie paliwa, czasowe i jednostkowe zużycie energii oraz sprawnością energetyczną, co związane jest z innym przebiegiem procesu wtrysku paliwa oraz spalania,
- mieszaninę M2 z 20% zawartością etanolu zastosowano w badaniach z powodu określenia przydatność ekonomicznej jak również jej wpływ na wskaźniki ekonomiczne i energetyczne a przede wszystkim na sprawność energetyczną.
- celowe jest dalsze prowadzenie badań nad oceną wpływu zasilania silnika zarówno paliwami pochodzenia mineralnego jak i roślinnego na ekonomiczne, energetyczne i ekologiczne wskaźniki pracy silnika,

## 7. LITERATURA

- [1] Ambrozik A.: Analiza cyklu pracy czterosuwowych silników spalinowych. Monografie, Studia, Rozprawy. M-16. Wydaw. Politechniki Świetorzyskiej. PL ISSN 1897-2691. Kielce 2010.
- [2] Ambrozik A., Orliński S.: Wpływ zasilania paliwem mikroemulsyjnym na proces jego wtrysku w silniku o zapłonie samoczynnym. VII Konferencja Naukowo-Techniczna Logistyka Systemy Transportowe, Bezpieczeństwo w Transporcie, „LOGITRANS”. Politechnika Radomska, Wydział Transportu, PAN-Komitet Transportu, Szczyrk, 14-16.04.2100, LOGISTYKA 2/2010, ISBN 978-837351-362-4.
- [3] Dokumentacja techniczna stanowiska badawczego. Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych. Politechnika Warszawska, Warszawa 2010.
- [4] 1. Kruczyński S., Orliński P., Orliński S.: Wpływ składu paliwa mikroemulsyjnego węglowodorowo – estrowo -etanolowego na wskaźniki ekonomiczne i energetyczne silnika o zapłonie samoczynnym. Zeszyt Naukowy, 1(73)/2009 s. 67-74. Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009.
- [5] Kruczyński S., Orliński P., Orliński P.: Wpływ zastosowania oleju napędowego i estru fame z 20 % dodatkiem etanolu na ekonomiczne i ekologiczne wskaźniki pracy silnika PERKINS-1104C-44, AUTOBUSY, styczeń-luty nr 1-2 2010, ISSN 1509-5878,
- [6] Kruczyński S., Orliński P., Orliński P.: Wpływ zastosowania mieszanin oleju napędowego, estru fame z etanolem na ekonomiczne i ekologiczne wskaźniki pracy silnika PERKINS-1104C-44, Zeszyty naukowe Instytutu Pojazdów Politechniki Warszawskiej Wydział SiMR, Warszawa, 2 (78)/2010, str.87-102. ISSN 1642-347X.
- [7] Zakład Produktów naftowych, WMTiW, Politechnika Radomska Świadectwa jakości paliw, 2010.