

# WPLYW BIOPALIW NA ZUŻYCIE JEDNOSTKOWE PALIWA SILNIKA DIESLA

Wojciech Golimowski<sup>1</sup>,  
Filip Sz wajca<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Wrocław University of Economics; Department of Agroengineering and Quality Analysis; 180/120 Komandorska Str.; 53-345 Wrocław

<sup>2</sup> Poznań University of Technology; Departament of Civil Engineering and Transport; Plac Marii Skłodowskiej-Curie 5; 60-965 Poznań

## Wprowadzenie

Silniki spalinowe, nad którymi od dziesięcioleci prowadzi się badania, stanowią główne źródło napędu maszyn i pojazdów mechanicznych [1][2]. Na chwilę obecną powszechność stosowania silników spalinowych jest na tyle duża, że nie ma rozwiązania mogącego je całkowicie zastąpić [3].

Ograniczone złoża paliw kopalnych oraz restrykcje dotyczące emisji gazów wylotowych, wynikających z ich spalania, wymuszają na producentach silników stosowanie nowych technologii poprawiających efektywność procesu spalania paliw i redukujących emisję gazów toksycznych i szkodliwych do atmosfery [4][5][6]. Nad silnikami spalinowymi prowadzone są prace rozwojowe mające na celu wzrost sprawności ogólnej, prowadzący do zmniejszenia jednostkowego zużycia paliwa [7]. Jednak pomimo tego poziom globalne zużycie paliw kopalnych nie ulega redukcji [8]. W transporcie 95% energii pochodzi ze spalania ciekłych paliw kopalnych. Pomimo zmian i tak w 2040 roku prognozuje się użycie paliw ciekłych w transporcie na poziomie 90% [9].

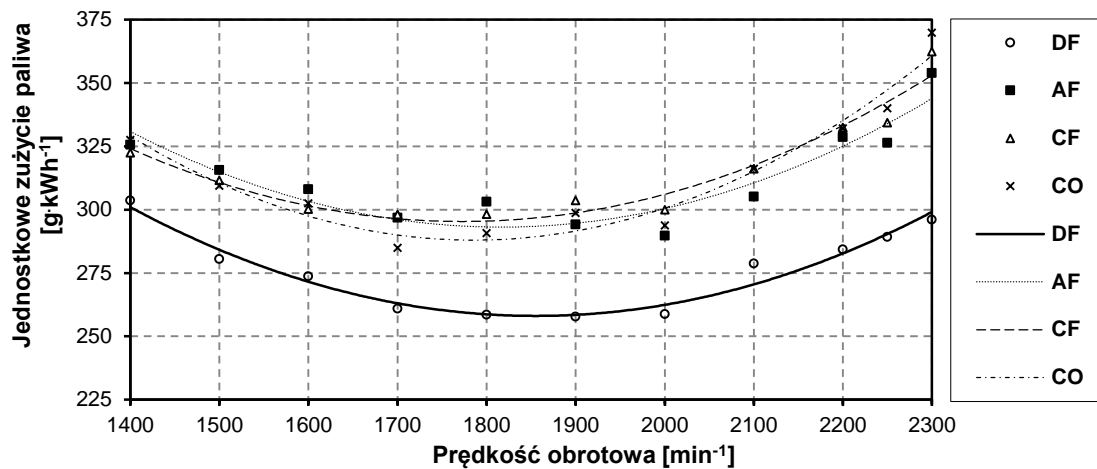
Na całym Świecie wykonuje się badania ukierunkowane na poszukiwanie paliw, stanowiących idealną alternatywę do paliw kopalnych [10][11][12]. Dla silników o zapłonie iskrowym ZI alternatywą stały się alkohole, dla silników o zapłonie samoczynnym ZS tłuszcze i estry metylowe z nich powstające [13][14][15], dla agregatów prądotwórczych wytwórnice biogazu [16]. Obserwuje się coraz częściej zastępowanie paliw ciekłych paliwami gazowymi LPG, CNG i Biogaz [17]. Problem rozwoju biopaliw wynika z dostępności surowca do ich wytwarzania [18][19] oraz samych parametrów paliw, które nie są takie same jak paliwa, do których silniki zostały zaprojektowane [20]. Kolejnym kłopotem jest mniejsza wartość opałowa, wynikająca z obecności tlenu w biopaliwach, które na skutek tego mają krótszy czas przechowywania.

## Metodyka

W artykule przedstawiono wyniki badań porównawczych jednostkowego zużycia paliwa i biopaliw na przykładzie sześciocyndrowego silnika diesla o mocy znamionowej 77 kW, pojemności 6800cm<sup>3</sup>, z pompą sekcijną, z wtryskiem bezpośrednim bez turbodoładowania. Badany silnik napędzał ciągnik rolniczy. Moc mierzono przy użyciu hamowni silnikowej, sprzęgniętej z silnikiem poprzez wał odbioru mocy WOM. Badania prowadzono przy pełnym otwarciu urządzeń

zasilających przy stałych warunkach otoczenia. Wyniki przedstawiono na rysunku poniżej.

### Omówienie wyników



Rys. 1. Charakterystyka porównawcza jednostkowego zużycia paliw gdzie: DF- olej napędowy; AF – estry metylowe tłuszczu wieprzowego; CF – estry metylowe tłuszczu drobiowego; CO – estry metylowe oleju posmażalniczego

W wyniku przeprowadzonych badań otrzymano charakterystyką zależności jednostkowego zużycia paliwa względem prędkości obrotowej dla maksymalnej nastawy urządzenia dawkującego paliwo. Wyniki rejestrowano podczas pracy silnika w zakresie prędkości obrotowej 1400÷2300 obr/min co 100 obr/min. Jednostkowe zużycie paliwa wyznaczono na podstawie mocy generowanej przez silnik oraz godzinowego zużycia paliwa. Otrzymane zależności wskazują na zwiększone jednostkowe zużycie paliwa przy zasilaniu silnika biopaliwami względem oleju napędowego. Pomędzy rodzajami biopaliw znacznych różnic nie odnotowano. Otrzymana różnica pomiędzy paliwem konwencjonalnym a biopaliwami jest wprost proporcjonalna do wartości opałowych analizowanych paliw. Stosowany olej napędowy charakteryzuje się wartością opałową wynoszącą 42 MJ/kg, biopaliwa natomiast średnio 38 MJ/kg. Różnica w wartości opałowej wynosi 10%. W konsekwencji wykonanie tej samej pracy przez silnik zasilany biopaliwami wiąże się z 10% zwiększeniem jednostkowego zużycia paliwa. W wielu analizach ekonomicznych ta zależność nie jest brana pod uwagę i w efekcie dochodzi do przekłamania zastępując olej napędowy biopaliwami.

### Bibliografia

1. Montanaro, A.; Allocca, L.; De Vita, A.; Ranieri, S.; Duronio, F.; Meccariello, G. Experimental and Numerical Characterization of High-Pressure Methane Jets for Direct Injection in Internal Combustion Engines. SAE Tech. Pap. 2020, 1–13, doi:10.4271/2020-01-2124.
2. Brussel A. Encyclopedia of Sustainability Science and Technology; 2012; ISBN 9781441908513.
3. Reitz, R.D.; Ogawa, H.; Payri, R.; Fansler, T.; Kokjohn, S.; Moriyoishi, Y.; Agarwal, A.K.; Arcoumanis, D.; Assanis, D.; Bae, C.; et al. IJER

editorial: The future of the internal combustion engine. *Int. J. Engine Res.* 2020, 21, 3–10, doi:10.1177/1468087419877990.

4. Baratta, M.; Rapetto, N.; Spessa, E.; Fuerhapter, A.; Philipp, H. Numerical and experimental analysis of mixture formation and performance in a direct injection CNG engine. *SAE Tech. Pap.* 2012, doi:10.4271/2012-01-0401.

5. Joshi, A. Review of Vehicle Engine Efficiency and Emissions. *SAE Tech. Pap.* 2020, 2020-April, 734–761, doi:10.4271/2020-01-0352.

6. Ritter, M.; Malbec, L.M.; Laget, O. Assessment and Validation of Internal Aerodynamics and Mixture Preparation in Spark-Ignition Engine Using les Approach. *SAE Tech. Pap.* 2020, 1–18, doi:10.4271/2020-01-2009.

7. Takahashi, D.; Nakata, K.; Yoshihara, Y. Engine thermal control for improving the engine thermal efficiency and anti-knocking quality. *SAE Tech. Pap.* 2012, doi:10.4271/2012-01-0377.

8. Arias, L.A.; Rivas, E.; Santamaria, F.; Hernandez, V. A review and analysis of trends related to demand response. *Energies* 2018, 11, 1–24, doi:10.3390/en11071617.

9. Leach, F.; Kalghatgi, G.; Stone, R.; Miles, P. The scope for improving the efficiency and environmental impact of internal combustion engines. *Transp. Eng.* 2020, 1, 100005, doi:10.1016/j.treng.2020.100005.

10. Sharma, S.; Kundu, A.; Basu, S.; Shetti, N.P.; Aminabhavi, T.M. Sustainable environmental management and related biofuel technologies. *J. Environ. Manage.* 2020, 273, 111096, doi:10.1016/j.jenvman.2020.111096.

11. Bhuiya, M.M.K.; Rasul, M.G.; Khan, M.M.K.; Ashwath, N.; Azad, A.K.; Hazrat, M.A. Prospects of 2nd generation biodiesel as a sustainable fuel – Part 2: Properties, performance and emission characteristics. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2016, 55, 1129–1146, doi:10.1016/J.RSER.2015.09.086.

12. Government, T.H.E.; To, R.; First, T.H.E.; From, R.; Of, H.; Committee, L.; Economic, O.N. Impact of n-Butanol on the Performance, Emission, and Combustion Parameters of Diesel Engine Fueled with Blends of Kalonji (*Nigella sativa*) Biodiesel. 2008, 1–37, doi:10.4271/2020-01-5100.Abstract.

13. Golimowski, W.; Pasyuniuk, P.; Berger, W.A. Common rail diesel tractor engine performance running on pure plant oil. *Fuel* 2013, 103, 227–231, doi:10.1016/J.FUEL.2012.09.051.

14. Mofijur, M.; Rasul, M.G.; Hyde, J.; Azad, A.K.; Mamat, R.; Bhuiya, M.M.K. Role of biofuel and their binary (diesel-biodiesel) and ternary (ethanol-biodiesel-diesel) blends on internal combustion engines emission reduction. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2016, 53, 265–278.

15. Safieddin Ardebili, S.M.; Khademalrasoul, A. An analysis of liquid-biofuel production potential from agricultural residues and animal fat (case study: Khuzestan Province). *J. Clean. Prod.* 2018, 204, 819–831, doi:10.1016/J.JCLEPRO.2018.09.031.

16. Silva, F.P.; de Souza, S.N.M.; Kitamura, D.S.; Nogueira, C.E.C.; Otto, R.B. Energy efficiency of a micro-generation unit of electricity from biogas of swine manure. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2018, 82, 3900–3906, doi:10.1016/j.rser.2017.10.083.
17. Golimowski, W.; Krzaczek, P.; Marcinkowski, D.; Gracz, W.; Wałowski, G. Impact of Biogas and Waste Fats Methyl Esters on NO, NO<sub>2</sub>, CO, and PM Emission by Dual Fuel Diesel Engine., doi:10.3390/su11061799.
18. Lin, C.Y.; Lu, C. Development perspectives of promising lignocellulose feedstocks for production of advanced generation biofuels: A review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2021, 136, 110445, doi:10.1016/j.rser.2020.110445.
19. Ganesan, R.; Manigandan, S.; Samuel, M.S.; Shanmuganathan, R.; Brindhadevi, K.; Lan Chi, N.T.; Duc, P.A.; Pugazhendhi, A. A review on prospective production of biofuel from microalgae. *Biotechnol. Reports* 2020, 27, e00509, doi:10.1016/j.btre.2020.e00509.
20. Golimowski, Wojciech, Graczyk-Pawlak, A. INFLUENCE OF ESTERIFICATION OF WASTE FATS PROCESS PARAMETERS ON AGRICULTURAL BIOFUEL PRODUCTION FACILITIES. *Environ. Prot. Eng.* 2011, **37**, 55–62.