

WYBRANE ASPEKTY EKOLOGICZNE I EKONOMICZNE ZASILANIA SILNIKÓW DIESLA PALIWAMI ROŚLINNYMI

Grzegorz Dzieniszewski

Institut Techniki, Uniwersytet Rzeszowski

Streszczenie. Dokonano wstępnej analizy ekonomicznej i ekologicznej weryfikującej celowość stosowania paliw pochodzenia roślinnego do napędu silników tłokowych. Wskazano na energochłonność procesu wytwarzania paliwa mierzoną emisją CO₂. Przedstawiono przykładowe obliczenia zużycia paliwa alternatywnego odniesione do paliw konwencjonalnych. Dokonano wstępnej analizy rynku paliw do silników Diesla pod kątem celowości stosowania biopaliw.

Słowa kluczowe: paliwa alternatywne, silniki spalinowe, charakterystyka zewnętrzna, eksploatacja

Wprowadzenie

Stosowanie biopaliw do zasilania silników tłokowych należy analizować według zasadniczych kryteriów – ekonomicznego, ekologicznego oraz technicznego. Pamiętać ponadto należy także o aspekcie społecznym i społeczno ekonomicznym.

Takie rozważania są zdeterminowane tym, że aktualnie podstawowym surowcem do produkcji paliw jest ropa naftowa. W okresie ostatnich pięćdziesięciu lat zużycie ropy naftowej wzrosło o kilkaset procent. Specyfika rozwiązań technicznych stosowanych do napędu pojazdów dostawczych, ciężarowych oraz pojazdów rolniczych sprawia, że dominującym źródłem napędu jest silnik Diesla, co determinuje progresywny wzrost zużycia oleju napędowego [Bocheński 2003].

Sytuacja geopolityczna i ekonomiczna Polski sprawia, że większość ropy naftowej zużywanej do produkcji paliw jest importowana. Skutkuje to różnymi negatywnymi skutkami, takimi jak znaczna zmienność cen paliwa oraz trudna do przewidzenia tendencja cenowa paliw. Ekonomicznym i społecznym efektem takiego stanu rzeczy są pojawiające się cyklicznie problemy ekonomiczne różnych dziedzin gospodarki z najdotkliwymi problemami w gałęzi transportu oraz przede wszystkim trudnościami w rolnictwie.

Cel i zakres

Celem niniejszych rozważań jest próba zbadania rzeczywistych ekonomicznych i ekologicznych przesłanek do stosowania paliw alternatywnych do zasilania silników Diesla. Zakres obejmuje gruntowną analizę ekonomiczną i ekologiczną w oparciu o badania własne oraz doświadczenia innych badaczy.

Stosunkowo skomplikowana jest analiza kosztów produkcji paliwa rzepakowego. O ostatecznych wskaźnikach ekonomicznych decyduje bowiem szereg czynników, wśród których dominujące są koszty uprawy rzepaku, na które wpływają między innymi zabiegi agrotechniczne, rodzaj materiału siewnego intensywność nawożenia oraz niezbędne zabiegi ochrony roślin. Drugą grupę stanowią koszty tłoczenia oleju zależne silnie od technologii procesu oraz od możliwości wykorzystania wytlóków. Warto przypomnieć, że z jednej tony rzepaku uzyskuje się około 400 kg oleju rzepakowego oraz około 600 kg makuchów. Możliwe i pożądane jest wykorzystanie wytlóków jako pasz lub jako opałowego nośnika energii. Trzecim czynnikiem wpływającym na koszty są przyjęte kryteria stanowiące o jakości paliwa rzepakowego. Najczęściej stosowany jest proces estryfikacji, który dodatkowo znacznie podnosi cenę biopaliwa, gdyż wymaga stosowania aparatury chemicznej oraz stosowania dodatkowych surowców chemicznych. Możliwe jest także stosowanie do napędu silników Diesla nieprzetworzonego oleju rzepakowego, co pozwala pominąć koszty ponoszone w związku z procesem estryfikacji, lecz z drugiej strony wymaga ingerencji w układ paliwowy silnika [Dzieniszewski 2006].

Metodyka badań

Analizę oparto na wytypowaniu emisji CO₂ jako głównego wskaźnika w ocenie aspektów ekologicznych i ekonomicznych stosowania biopaliw. Czynniki ekologiczne związane z produkcją biopaliwa można obiektywnie mierzyć emisją CO₂, gdyż nakłady energetyczne są ponoszone podczas całego procesu prowadzącego do wytworzenia paliwa. Analogicznie energochłonność poszczególnych etapów wytwarzania różnych rodzajów paliwa jest silnie skorelowana z aspektami ekonomicznymi, może być zatem oceniana poziomem emisji.

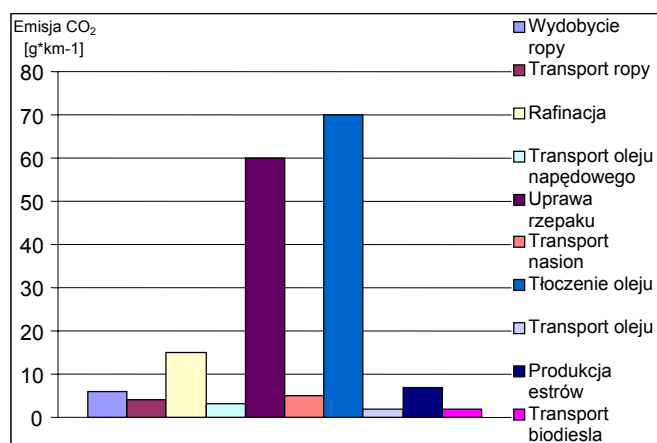
Wyniki analizy i dyskusja

Zakładając, że z hektara uzyska się 3,5 tony ziarna rzepaku można przyjąć, że pozwoli to wytlóczyć około 1,35 tony oleju rzepakowego, z którego w procesie estryfikacji można uzyskać 1,32 tony estrów oleju rzepakowego. Uprawa rzepaku, zmechanizowane zabiegi agrotechniczne oraz zadania logistyczne szacunkowo spowodują wyemitowanie CO₂ w ilości około 1,3 tony na hektar, proces wytłaczania oleju spowoduje wyemitowanie około 0,7 tony CO₂ na hektar, natomiast w procesie estryfikacji do wytworzenia niezbędnej w procesie energii zostanie wytworzone około 0,25 tony CO₂ [Bocheński 2006].

Otrzymane rezultaty dowodzą, że emisja CO₂ przy stosowaniu biopaliw jest wyższa niż przy stosowaniu paliw z ropy naftowej. Rysunek 1 przedstawia porównanie energochłonności mierzonej ostateczną emisją CO₂ z pojazdu dla wytwarzania oleju napędowego z ropy naftowej oraz biodiesla otrzymywanego z oleju rzepakowego.

Z prezentowanych danych wynika, że sumaryczna emisja obejmująca cały proces wytwarzania porównywanych paliw tj. estrów z rzepaku i oleju napędowego z ropy naftowej, a mierzona poziomem emisji z pojazdu jest wielokrotnie wyższa w przypadku paliwa pochodzenia roślinnego.

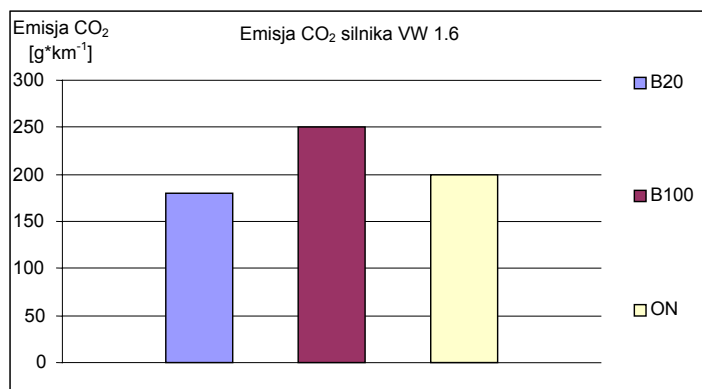
Otrzymane wyniki nie pozwalają jednak na formułowanie jednoznacznych wniosków, gdyż podczas uprawy rzepaku pochłaniane są w procesie fotosyntezy znaczne ilości CO₂, ponadto bilans energetyczny i ekologiczny poprawia możliwość wykorzystania wyłoków.



Rys. 1. Sumaryczna emisja CO₂ dla pojazdu zasilanego olejem napędowym i estrami oleju rzepakowego

Fig. 1. Total CO₂ emission for vehicle powered with Diesel oil and rapeseed oil esters

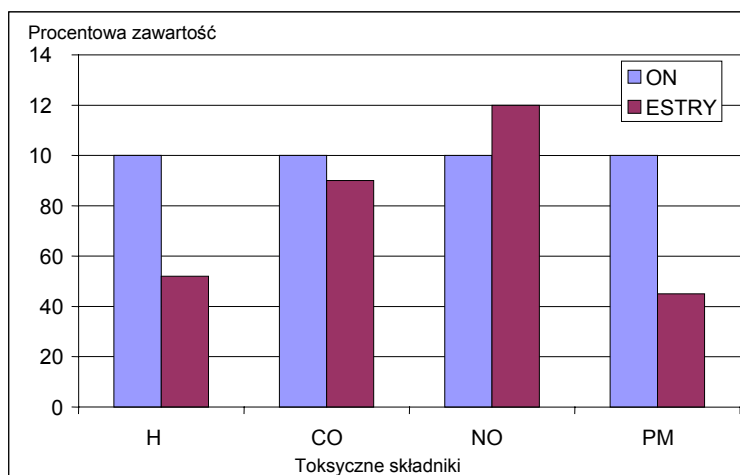
Odnosząc uogólnione poziomy emisji (rys.1) do konkretnego pojazdu o przeciętnym zużyciu paliwa wynoszącym 5 litrów oleju napędowego można porównać poziomy emisji dla oleju napędowego (ON) mieszaniny 80% oleju napędowego i 20% estrów (B20) oraz dla paliwa będącego w 100% estrem oleju rzepakowego (B100). Porównanie takie przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Zestawienie porównawcze poziomów emisji CO₂ przy zasilaniu różnymi paliwami

Fig. 2. Comparative list of CO₂ emission levels for different fuel types

Należy także przypomnieć, że wartość opałowa oleju napędowego wynosi 42 MJ/kg, natomiast wartość opałowa oleju rzepakowego 37 MJ/kg. Wynika stąd wniosek, że zużycie paliwa rzepakowego musi być wyższe minimum o 15% w odniesieniu do zużycia oleju napędowego. Stosunkowo trudne, bo zdeterminowane wieloma czynnikami, jest jednoznaczne określenie wpływu rodzaju paliwa na zawartość toksycznych składników w spalinach. Jak wynika z badań własnych prowadzonych dla silników ciągników Ursus C360 oraz Ursus 902 można zauważyć, że stosowanie estrów oleju rzepakowego powoduje w stosunku do zasilania olejem napędowym spadek emisji węglowodorów HC, spadek emisji tlenu węgla CO oraz spadek zadymienia spalin mierzonej emisją cząstek stałych PM, podnosi natomiast poziom emisji tlenków azotu NO_x (rys. 3).



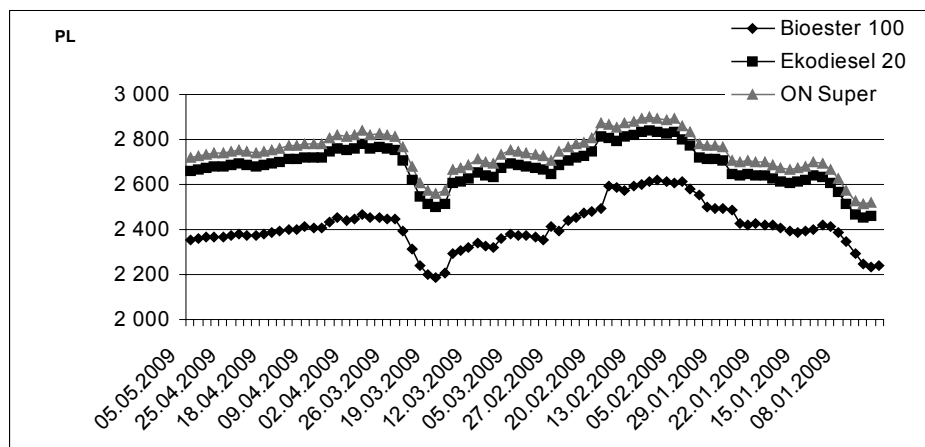
Rys. 3. Poziom emisji toksycznych składników spalin przy zasilaniu olejem napędowym i estrami oleju rzepakowego

Fig. 3. The level of toxic exhaust gas components emission when using Diesel oil and rapeseed oil esters

Emisja CO₂ jest nierozdzielnie związana z energochłonnością i kosztownością procesu produkcji paliwa. Niemniej jednak cena paliwa zależy przede wszystkim od ceny surowca, którym w przypadku biopaliw jest rzepak a w przypadku oleju napędowego ropa naftowa. Pomimo, że cena biopaliw powinna być determinowana cenami rzepaku, to jednak silniejsza jest korelacja do cen oleju napędowego (rys. 4).

Fakt ten wydaje się oczywisty, jeżeli uwzględnimy, że to właśnie rafinerie, zwłaszcza Rafineria Trzebinia, są głównymi wytwórcami estrów oleju rzepakowego w Polsce.

Na podstawie analizy cen paliw przedstawionej na rysunku 4, uwzględniając przeliczeniową gęstość oleju rzepakowego pozwalającą przeliczyć „tony na litry” oraz doliczając stawkę VAT do podanych cen paliw, można ustalić przeliczeniową cenę hurtową jednego litra każdego z rozważanych paliw (tabela 1).



Rys. 4. Ceny analizowanych paliw w 2009 roku

Fig. 4. Prices of analysed fuels in 2009

Tabela 1. Przeliczeniowe ceny porównawcze paliw [brutto PLN]

Table 1. Comparative conversion prices of fuels [PLN gross]

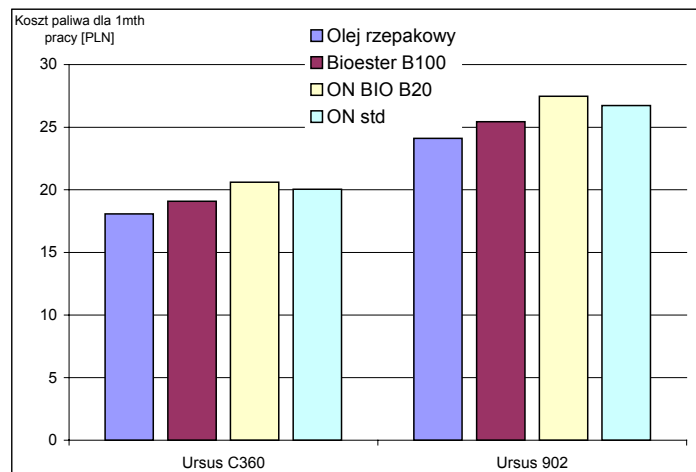
Paliwo	Olej rzepakowy	Bioester B100	ON BIO B20	ON std.
Cena 1 litra [PLN]	2,51	2,89	3,27	3,34

Obiektem badawczym jest ciągnik Ursus C360, który zużywa około 6 litrów na mth oraz ciągnik Ursus 902, który zużywa około 8 litrów na mth. Rzeczywiste zużycie różnych rodzajów paliwa, przyjmując zużycie ON jako 100%, wynosi dla ON BIO B20 105%, dla Bioester B100 110% a dla Oleju rzepakowego 120%.

Analizując koszty paliw odpowiadające jednej motogodzinie pracy badanego pojazdu (rys. 5) widać wyraźnie, że po uwzględnieniu rzeczywistego zużycia wynikającego z różnej wartości opałowej paliw najdroższe jest stosowanie mieszaniny 80% oleju napędowego i 20% estrów oleju rzepakowego.

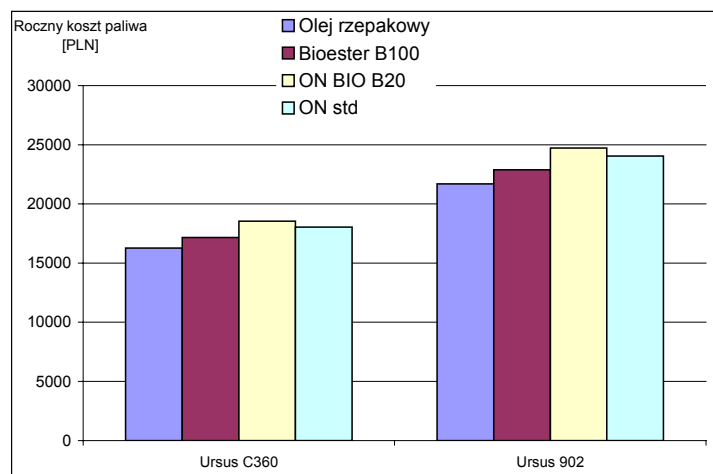
Koszty zasilania pojazdu czystym estrem oleju rzepakowego B100 są nieco niższe od kosztów zasilania standardowym olejem napędowym, jednak nie jest to strategiczna obniżka cen paliwa. Wyraźniejsze są oszczędności przy zasilaniu surowym (nieprzetworzonym) olejem roślinnym, jednak stosowanie takiego paliwa wymaga zastosowania specjalnych układów podgrzewających paliwo przed dostarczeniem do aparatury wtryskowej silnika [Dziesięwski 2006].

Analizę porównawczą kosztów paliwa odniesioną do rocznego sezonu prac polowych przedstawiono na rysunku 6. Można zauważyć, że oszczędności w skali roku wynikające ze stosowania surowego oleju rzepakowego i estrów B100 są ekonomicznie uzasadnione, jednak nie są zbyt wyraźne.



Rys. 5. Porównawcze koszty różnych rodzajów paliw odniesione do jednej motogodziny pracy z uwzględnieniem różnej wartości opałowej porównywalnych paliw

Fig. 5. Comparative costs of different fuel types referred to one machine-hour of work, taking into account different calorific values of comparable fuels



Rys. 6. Porównawcze koszty różnych rodzajów paliw odniesione sezonu prac polowych z uwzględnieniem różnej wartości opałowej porównywalnych paliw

Fig. 6. Comparative costs of different fuel types referred to field works season, taking into account different calorific values of comparable fuels

Podsumowanie i wnioski

Jednoznaczna ocena ekonomicznych, ekologicznych i technicznych aspektów stosowania biopaliw do zasilania silników Diesla jest uwarunkowana wieloma czynnikami, stąd trudna do dokonania.

Nakłady energetyczne mierzone emisją CO₂ są znacznie wyższe przy produkcji biopaliw niż przy produkcji paliw alternatywnych. Jednak znaczne ilości dwutlenku węgla są pochłaniane w zamkniętej cyrkulacji w procesie fotosyntezy.

Koszty produkcji biopaliwa są wyższe niż koszty produkcji paliwa konwencjonalnego. Jednak ujęcie w bilansie ekonomicznym pozostałości po tłoczeniu oleju, czyli makuchów oraz gliceryny, oraz optymalne ich wykorzystanie w rolnictwie i przemyśle chemicznym sprawia, że koszty produkcji biopaliwa mogą być porównywalne do kosztów produkcji oleju napędowego.

Zużycie biopaliw musi być zawsze wyższe niż zużycie oleju napędowego, gdyż wartość opałowa bioapliwa jest niższa niż oleju napędowego. Jednak preferencyjne ulgi obniżające cenę biopaliw mogą zniwelować koszty wyższego zużycia paliwa.

Ekologia spalin w przypadku stosowania biopaliw też nie jest jednoznaczna. Pewne obawy budzi podwyższona zawartość tlenków azotu w spalinach oraz różne poziomy emisji tlenku węgla i cząstek stałych w zależności od układów zasilania. Jednak emisja węglowodorów jest zawsze niższa przy zasilaniu paliwami rzepakowymi, ponadto w spalinach silnika zasilanego olejem rzepakowym mniej jest związków kancerogennych niż w spalinach silnika zasilanego olejem napędowym.

Znamienny jest jednak fakt, że cele i koszty społeczne przemawiają zawsze za stosowaniem biopaliw wytwarzanych z rzepaku produkowanego przez rodzimych rolników. W tym aspekcie drugorzędne znaczenie mają ostateczne nakłady ekonomiczne mierzone ceną paliwa, gdyż przepływ środków odbywa się w ramach gospodarki krajowej. Aktywizuje się ludność z terenów rolniczych i wykorzystuje tereny wyłączone ze spożywczej produkcji rolnej.

Powyższe rozważania stanowią jedynie wstępne studium zagadnienia stosowania biopaliw, które zarówno może przynosić duże korzyści, jak również być nieopłacalne. Wszystko zależy bowiem od spójności działań ekonomicznych, rolnych i technicznych w kierunku optymalizacji procesu wytwarzania biopaliw i wykorzystania wszelkich wytworów powstałych jako produkty uboczne. Stąd, przedstawiona problematyka stanowi wstęp do dalszych prac badawczych i rozwoju paliw drugiej generacji.

Bibliografia

- Bocheński C.** 2003. Biodiesel paliwo rolnicze. SGGW. Warszawa. ISBN 83-7244-412-9.
- Bocheński C. I.** 2006. Ocena nakładów energetycznych i emisji gazów przy produkcji estrów oleju rzepakowego. Inżynieria Rolnicza. Nr 5(80). s. 31-37.
- Dzieniański G., Piekarski W.** 2006. The selected problems of feeding diesel engines with low-processed rape oil. Eksploatacja i Niezawodność 3/2006. PNTTE. Warszawa. s. 58-65.
- Dzieniański G.** 2007. Wybrane problemy zasilania silnika Diesla użytym olejem roślinnym. Inżynieria Rolnicza. Nr 9(97). s. 49-56.

- Dzieniszewski G.** 2008. Wybrane problemy stosowania biopaliw do zasilania silników z zapłonem samoczynnym. Inżynieria Rolnicza. Nr 10(108). s. 39–45.
- Jankowiak S.** 2001. Budowa i działanie wytwórni paliwa ciągnikowego z oleju rzepakowego opracowanej w PIMR. Vol. 46. Nr 1. s. 76-79.
- Pawlak J.** 2000. Czy biopaliwo może być opłacalne, Technika Rolnicza 4. s. 27-34.
- Szlachta Z.** 2002. Zasilanie silników wysokoprężnych paliwami rzepakowymi. WkiŁ. Warszawa. ISBN: 83-206-1459-7.
- Tys J., Piekarski W., Jackowska J., Kaczor A., Zając G., Starobrat P.** 2003. Technologiczne i ekonomiczne uwarunkowania produkcji biopaliw z rzepaku. Acta Agrophysica 99. ISSN 1234-4125.

SELECTED ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF SUPPLYING DIESEL ENGINES WITH VEGETABLE FUELS

Abstract. The research involved making of a preliminary economic and ecological analysis verifying whether using plant-derivative fuels to run piston engines is appropriate. Energy consumption of fuel production process measured with CO₂ emission was pointed out. The paper presents examples of computations concerning alternative fuel consumption referred to conventional fuels. The researchers have made preliminary analysis on the market of fuels for Diesel engines in order to determine whether using biofuels is advisable.

Key words: alternative fuels, combustion engines, external characteristics, operation

Adres do korespondencji:

Grzegorz Dzieniszewski; e-mail: TWP@poczta.onet.pl
Instytut Techniki
Uniwersytet Rzeszowski
Al. Rejtana 16 A
35-959 Rzeszów