

dr inż. Sylwester Borowski, prof. dr hab. inż. Edmund Dulcet, dr inż. Jerzy Kaszkowiak,  
dr inż. Marcin Zastempowski

Zakład Techniki Rolniczej,

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy.

## **Wpływ transportu i logistyki na bilans emisji CO<sub>2</sub> w produkcji i wykorzystaniu biopaliw.**

W związku z realizacją bieżącej polityki w zakresie odnawialnych źródeł energii obserwuje się wzrost zainteresowania biopaliwami jako remedium na wysokie emisje gazów cieplarnianych. Obieg węgla w przyrodzie i jego wykorzystywanie przez człowieka niezmiennie związany jest z biomasą. Biomasa ta wykorzystywana była już od najdawniejszych dziejów ludzkości. Rozwój technologiczny i rewolucja przemysłowa spowodowały, że zaczęto poszukiwać bardziej skoncentrowanych źródeł energii, co przełożyło się na wykorzystanie paliw kopalnych. Jednak ich stosowanie powoduje emisję gazów cieplarnianych oraz co gorsze wielu szkodliwych substancji. Wielu badaczy dyskutuje z antropogeniczną przyczyną globalnego ocieplenia (Rhamstorf i inni 2004, Jaworowski 2008, Weiner 1999, Kundzewicz, Kowalczak 2006, Flannery, 2007, Jaworowski 2008), jednak niezaprzeczalne celowe staje się ograniczenie emisji substancji powstających przy spalaniu paliw, mających negatywny wpływ na środowisko i zdrowie człowieka.

### **Studium**

Produkcja biopaliw wiąże się z wykorzystaniem szeregu technologii które w różny sposób oddziałują na środowiska. Wszystkie te etapy łączą się w łańcuch dostaw biopaliw. Elementami tego łańcucha są:

- uprawa i pozyskiwanie biomasy,
- transport surowca,
- przetwarzanie biomasy na biopaliwo,
- transport i dystrybucja biopaliw.

Ze względu na niską gęstość energetyczną, biomasa stanowi spory problem i wyzwanie dla systemów transportu i logistyki. Biomasa potrzebna do produkcji biopaliw stanowi materiał o

## Logistyka - nauka

dużej objętości (w przypadku biomasy stałej), często wymagającej zabezpieczenia przed czynnikami atmosferycznymi. Jednym z pokutujących mitów powtarzanych przez ekologów jest zerowy bilans emisji CO<sub>2</sub> przy spalaniu biomasy. Jednak, jeśli prześledzi się proces powstawania biopaliwa (Rys. 1) okazuje się, że istnieje w nim wiele utajonych źródeł emisji gazów cieplarnianych. Bardzo poważnym problemem jest stosowanie nawozów sztucznych przy prowadzeniu upraw energetycznych. Do ich syntezy wymagane są duże ilości energii, a część azotu w nich zawartego przedostaje się do atmosfery w formie podtlenku azotu (N<sub>2</sub>O) który jest ponad 30 krotnie groźniejszym gazem cieplarnianym niż dwutlenek węgla. Jednym z ważniejszych źródeł emisji w produkcji biopaliw jest transport. Transport ogółem towarów i osób w Unii Europejskiej jest źródłem 54% całkowitej emisji tlenków azotu, 45% tlenku węgla, 23% niemetanowych lotnych związków organicznych (NMLZO) oraz 23% pyłów PM10 i 28% pyłów PM2,5 (cząstek stałych o średnicy odpowiednio 10 i 2,5 μm). Odpowiada również za ponad 41% emisji prekursorów ozonu troposferycznego oraz 23% emisji CO<sub>2</sub> i niemal 20% innych gazów cieplarnianych.

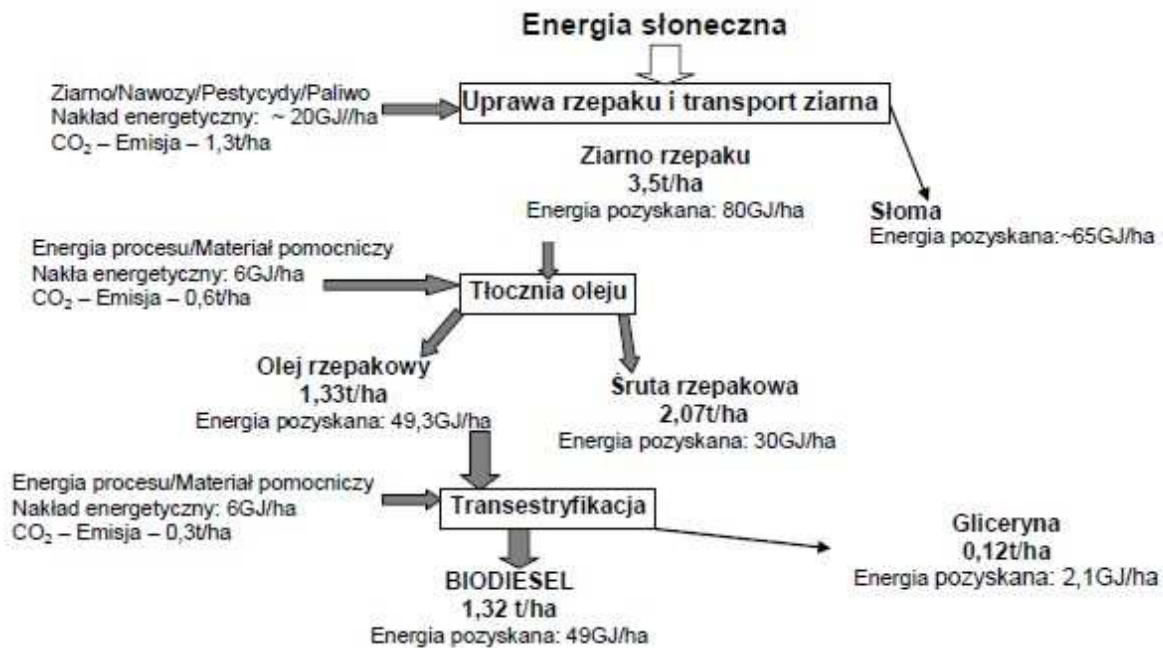
<p><b>CO<sub>2</sub> – transport środków produkcji</b></p> <p>CO<sub>2</sub> – produkcja nawozów sztucznych i pestycydów</p> <p><b>CO<sub>2</sub> – uprawa gleby, procesy agrotechniczne</b></p> <p>N<sub>2</sub>O – produkcja i stosowanie nawozów sztucznych</p> <p><b>CO<sub>2</sub> – zbiór biomasy, pozyskanie surowca</b></p> <p>CO<sub>2</sub> – z produkcji maszyn i urządzeń</p> <hr style="border: 0.5px solid black;"/> <p style="text-align: center;">Produkcja surowców</p>	<p><b>CO<sub>2</sub> – transport surowca</b></p> <p>CO<sub>2</sub> – przygotowanie surowca i jego kondycjonowanie</p> <p>CO<sub>2</sub> – produkcja biopaliw</p> <p>CO<sub>2</sub> – z produkcji maszyn i urządzeń</p> <hr style="border: 0.5px solid black;"/> <p style="text-align: center;">Produkcja biopaliw</p>	<p><b>CO<sub>2</sub> – transport i dystrybucja biopaliw</b></p> <p>CO<sub>2</sub> – z produkcji maszyn i urządzeń</p> <hr style="border: 0.5px solid black;"/> <p style="text-align: center;">Dystrybucja biopaliw</p>
--	---	--

Rys.1. Analiza źródeł emisji gazów cieplarnianych w produkcji biopaliw (opracowanie własne).

W przypadku produkcji surowców jak i samych biopaliw do transportu wykorzystuje się ciągniki i samochody napędzane silnikami o zapłonie samoczynnym. Jednym z możliwych

## Logistyka - nauka

do zastosowania paliw zmniejszających emisyjność tych środków transportu jest stosowanie biopaliw w czystej postaci bądź w mieszaninie z paliwami konwencjonalnymi. W Polsce głównym surowcem do produkcji estrów metylowych, będących zamiennikami oleju napędowego jest olej rzepakowy. Na koszty wytwarzania biopaliw jak i emisje CO<sub>2</sub> do atmosfery mają nakłady energetyczne ponoszone na poszczególnych etapach ich produkcji



(rys. 2).

Rys. 2. Wielkość nakładów energetycznych i emisji CO<sub>2</sub> przy produkcji estrów oleju rzepakowego [Bocheński 2006]

Jednakże jak wskazuje Bocheński nakłady energetyczne i emisja gazów cieplarnianych przy produkcji biopaliw zależą od bardzo wielu czynników. Największe nakłady energetyczne w wysokości ok 60% ogółu nakładów występują przy uprawie rzepaku. Po zbilansowaniu całkowitych nakładów energetycznych okazuje się, że stosunek energii uzyskanej do włożonej wynosi od 2,5 do 3. Energia w postaci estrów metylowych to ok. 49 GJ z hektara powierzchni. Innym cennym źródłem paszy lub żywności pochodzącym z uprawy rzepaku, mogą być makuchy. Energia w nich zawarta to ok 30 GJ z hektara uprawy. Makuchy mogą być spalane bezpośrednio w kotłach lub przeznaczone do produkcji brykietów i peletów. Pozostały surowiec energetyczny to słoma dająca ok 65 GJ z hektara. Surowcem odpadowym w procesie estryfikacji jest gliceryna którą można przeznaczyć do przeróbki lub

stosować jako składnik brykietów. Ogólna przybliżona wartość emisji CO<sub>2</sub> dla produkcji biodiesla wynosi ok. 2,2 t·ha<sup>-1</sup>. Jednak ilość ta wzrasta jeśli przeznaczymy na cele energetyczne pozostałe produkty. Dlatego w przypadku całkowitego wykorzystania rzepaku może okazać się, że bilans produkcji CO<sub>2</sub> jest dodatni. Taka sytuacja może być spowodowana przez wysokie koszty energetyczne w transporcie. Ocenę energochłonności transportu ważnego surowca energetyki odnawialnej jakimi są korzenie buraka cukrowego przeprowadzili w swojej publikacji Gorzelany i Puchalski [2008]. Prowadzili oni analizę dla kilku wybranych zestawów transportowych. Odległość na jakiej prowadzony był transport wynikała z położenia plantacji względem punktu odbioru i wynosiła 80 km. W pracy przeanalizowano 12 zestawów transportowych. W zależności od zestawu pojazdów ilość paliwa zużytego na transport korzeni w przeliczeniu na 1 ha powierzchni uprawy wynosiła od 88,3 l do 132,0 l przy zbliżonej wydajności korzeni z hektara. Całkowite nakłady energetyczne (nakład na paliwo) wynosiły odpowiednio 5022,3 (3816,0) MJ · ha<sup>-1</sup> i 7047,0 (5702) MJ · ha<sup>-1</sup>. Wynika z tego że jedną z ważniejszych metod ograniczania emisji jest dobór odpowiednich środków transportowych.

### Podsumowanie

- Transport w produkcji biopaliw powinien odbywać się na możliwie małych odległościach dlatego celowe jest wykorzystanie małych lokalnych przetwórci przetwarzających biomasę na półprodukty lub biopaliwa.
- Zgodnie z ogólnymi zasadami celowe jest wykorzystanie pełnych ładowności środków transportowych. Wiąże się to często z zakupem odpowiednich przyczep umożliwiających przewóz materiałów objętościowych.
- Stosowanie niektórych procesów logistycznych takich jak magazynowanie biomasy bezpośrednio w miejscach jej wytwarzania lub jej częściowe przetwarzanie w miejscach wytwarzania może doprowadzić do zmniejszenia nakładów energetycznych (emisji CO<sub>2</sub>) oraz kosztów logistycznych.

### **The impact of transport and logistics the balance of CO<sub>2</sub> emissions in the manufacture and use of biofuels.**

The use of fossil fuels causes in the form of the consequences of atmospheric emissions of various pollutants. Most are expressed in terms of carbon dioxide equivalent. Therefore, the use of renewable fuels, a trend emerged in recent years. It aims to improve the balance of CO<sub>2</sub> in the atmosphere, but it the retention of the release of fossil fuels. In the public awareness, unfortunately lingering view of a perfect, zero CO<sub>2</sub> emissions in the use of biofuels. Supporters believe that the contribution of the energy needed to produce, harvest, transport biomass is negligible. Conversion of biomass to biofuel is an energy-intensive process. A lot of energy outlays on transportation.

This paper attempts to assess the impact of various aspects of transportation and logistics on the creation carbon dioxide in the production of biofuels from energy crops.

#### **Literatura**

Gorzelany J., Puchalski C. 2008. Koszty I Energochłonność Transportu Korzeni Buraków Cukrowych, Inżynieria Rolnicza 4, pp. 307-313.

Bocheński C.I. 2006. Ocena nakładów energetycznych i emisji gazów przy produkcji estrów oleju rzepakowego, Inżynieria Rolnicza 5, pp. 31-37.

Flannery T. 2007. Twórcy pogody – Historia i przyszłe skutki zmian klimatu. Wyd. CentrumKształcenia Akademickiego, Gliwice.

Jaworowski Z. 2008. Comments on “Global climate change impacts in the United States”. CCSP-USP Report, first draft, July 2008.

Kundzewicz Z.W., Kowalczak P. 2008. Zmiany klimatu i ich skutki. Kurpisz S.A, Poznań.

Weiner J. 1999. Życie i ewolucja biosfery. Podręcznik ekologii ogólnej. PWN, Warszawa.