



PERSPEKTYWY ROZWOJU SEKTORA BIOPALIW

Agnieszka Wójcik-Czerniawska

Politechnika Częstochowska
Wydział Zarządzania

Streszczenie: Wzrost popytu na energię oraz konieczność ograniczenia emisji CO₂ do atmosfery, prowadzi do poszukiwania alternatywnych i konkurencyjnych źródeł zastępczych, do których należy biopaliwo. W opracowaniu przedstawiono biopaliwo jako źródło energii oraz istotne bariery w produkcji biopaliw. Ponadto zwrócono uwagę na szczególną rolę Brazylii w światowej produkcji biopaliw. Celem opracowania jest także określenie perspektyw rozwoju sektora biopaliw. Przedstawione rozważania są wynikiem przeglądu literatury oraz analizy wybranych danych statystycznych z tego zakresu.

Słowa kluczowe: biopaliwo, sektor biopaliw, surowce rolne

Wprowadzenie

Problemy wzrostu popytu na surowce energetyczne przy jednoczesnym wyczerpywaniu się tych zasobów, potrzeba zachowania bezpieczeństwa energetycznego, poprawa stanu środowiska naturalnego m.in. poprzez zmniejszenie emisji CO₂ do atmosfery inspirują do poszukiwania alternatywnych i konkurencyjnych surowców energetycznych. Dlatego też od dłuższego już czasu rośnie zainteresowanie biopaliwami, jako alternatywnymi źródłami energii.

Jednym z największych producentów biopaliw na świecie, mającym zarówno duże doświadczenie, jak i zróżnicowane zasoby surowcowe do ich produkcji, jest Brazylia. Może ona odegrać znaczącą rolę w rozwoju światowego rynku biopaliw. Staje się powoli jednym ze światowych liderów w wykorzystywaniu odnawialnych źródeł energii. Brazylijskie zaangażowanie w produkcję biopaliw na szeroką skalę odnotowuje się od lat siedemdziesiątych XX wieku. Obecnie kraj ten staje się zarówno konkurencyjnym producentem, jak i eksporterem tego alternatywnego źródła energii. W rezultacie należy oczekiwać dalszego wzrostu produkcji biopaliw w Brazylii, co może przyczynić się do poprawy stanu środowiska naturalnego poprzez ograniczenie emisji CO₂ do atmosfery.

Głównym celem opracowania jest określenie perspektyw rozwoju sektora biopaliw w Brazylii.

Biopaliwa jako źródło energii

Termin „biopaliwa” oznacza „ciekłe lub gazowe paliwa otrzymywane z biomasy rozumianej jako biodegradowalne frakcje produktów, odpadów i pozostałości pochodzących z przemysłu rolno-spożywczego (z włączeniem sub-

stancji pochodzenia roślinnego i zwierzęcego), z leśnictwa i pokrewnego przemysłu, a także biodegradowalne frakcje odpadów przemysłowych i komunalnych”¹. Powstają one z połączenia paliwa konwencjonalnego i biokomponentów.

Podstawowa klasyfikacja biokomponentów pozwala na podział na: alkohole oraz estry. Wśród alkoholi na wyróżnienie zasługuje przede wszystkim etanol, natomiast pozostałe, jak na przykład metanol lub butanol, stosuje się bardzo rzadko. Etanol stanowi alternatywne paliwo dla silników niskoprężnych (benzynowych) i może być wykorzystywany zarówno jako samoistne paliwo (E100 = bioetanol) lub jako dodatek do tradycyjnej benzyny bezołowiowej w różnych proporcjach. Estry etylowe lub metylowe, jak wspomniano, mogą być substytutem (B100 = biodiesel) lub dodatkiem do oleju napędowego także w różnych proporcjach².

Biopaliwa ze względu na produkcję dzieli się na trzy generacje:

- biopaliwa pierwszej generacji (biopaliwa roślinne),
- biopaliwa drugiej generacji (biopaliwa lignocelulozowe),
- biopaliwa trzeciej generacji (biopaliwa wodorowe).

Obecny stan nauki i technologii pozwala wytwarzać na przemysłową skalę jedynie biopaliwa pierwszej generacji (to znaczy biopaliwa konwencjonalne), czyli z jadalnych surowców rolnych (głównie zbóż i trzciny cukrowej oraz olejów roślinnych). Produkcja biokomponentów drugiej generacji jest w fazie badań i odbywa się na razie jedynie na niewielką skalę, natomiast opracowanie i rozpowszechnienie metod produkcji biopaliw wyższych generacji ma nastąpić w roku 2030³.

W sytuacji kiedy popyt na to źródło energii nie był jeszcze wysoki, producenci w większości przypadków używali sprawdzonych technologii i lokalnych biokomponentów do produkcji biopaliwa tylko jednego rodzaju (Stany Zjednoczone – bioetanol wytwarzany ze skrobi kukurydzianej, Brazylia – bioetanol wytwarzany z trzciny cukrowej, Europa – biodiesel produkowany z buraka cukrowego).

W wielu regionach rosnący popyt powoduje, że dostępność i koszt biokomponentów stają się zagrożeniem dla rozwoju tego innowacyjnego sektora energetycznego. Na popyt i zyskowność branży biopaliwowej wpływ mają też regulacje rządowe (prawne), tj. subsydia, cła importowe, dofinansowanie badań naukowych i rozwojowych. Ponieważ uregulowania prawne dotyczące energii na całym świecie są ciągle modyfikowane, dlatego też czynnik ten jest najmniej pewny. Poza tym można zauważyć tendencję do coraz częstszego zastępowania subsydiów obowiązkiem mieszania tradycyjnych paliw z biopaliwami. W ten sposób gwarantowany jest pewien poziom sprzedaży, ale brak subsydiów wpływa negatywnie na poziom marży operacyjnej⁴.

W miarę pojawiania się coraz większej presji na ograniczanie emisji gazów cieplarnianych oraz rosnącej liczby dowodów, że stosowanie etanolu pochodzącego

¹ Dyrektywa 2003/30/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 8 maja 2003 r. w sprawie wspierania użycia w transporcie biopaliw lub innych paliw odnawialnych (Dz.U. WE L 123, 17.05.2003).

² PKN ORLEN, dostęp: <http://www.e-biopaliwa.pl/> (odczyt: 16.10.2012).

³ A. Kupczyk, *Tłuszcze odpadowe wypierają rośliny jadalne*, „Agroenergetyka” 2000, nr 2(28), s. 37.

⁴ W. Lewandowski, M. Ryms, *Biopaliwa. Proekologiczne odnawialne źródła energii*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2013, s. 23.

z trzciny cukrowej wyraźnie wpływa na redukcję emisji dwutlenku węgla, ustawodawcy mogą rozluźnić importowe restrykcje wobec ekologicznych paliw⁵.

Z rozwojem sektora biopaliw i jego rentownością wiązą się także nowe technologie przetwarzania. Głównym ich celem jest redukcja kosztów produkcji. Technologie te umożliwią m.in. przetwarzanie cukrów wchodzących w skład celulozy jako głównego budulca roślin. Ich zastosowanie przy produkcji biopaliw wpływa na szybsze jego wytworzenie przy jednoczesnym obniżeniu kosztów produkcji biopaliw.

W wielu krajach (np. w Chinach) produkcja biopaliw jest nieopłacalna, gdyż koszty produkcji są bardzo wysokie. Nowe technologie przetwarzania celulozy mogą obniżyć koszty produkcji nawet trzykrotnie (np. z 1,80 dolara do 0,60 dolara za galon⁶), co spowoduje, że wytwarzany bioetanol w Chinach stanie się jednym z najtańszych paliw na świecie.

W przypadku Stanów Zjednoczonych i Brazylii koszt wytworzenia etanolu z celulozy nie będzie o wiele niższy niż obecny koszt produkcji biopaliwa z kukurydzy i trzciny cukrowej. Nowe technologie będą więc swego rodzaju uzupełnieniem dla obecnej produkcji. Jednak przewagą paliwa uzyskanego z celulozy będzie na pewno lepszy bilans energetyczny.

Jeżeli chodzi o Europę, to w przyszłości technologia celulozowa będzie na tyle tańsza, że może stać się zagrożeniem dla przedsiębiorców produkujących biopaliwa m.in. z buraków cukrowych. W kwestii biopaliw i zastosowania nowych technologii bardzo aktywnie oprócz samych przedsiębiorców działają też rządy poszczególnych państw⁷. W 2006 roku rząd Hiszpanii zainwestował 29 milionów dolarów w hiszpańsko-argentyński projekt badawczy biodiesla. Poza tym szereg państw Unii Europejskiej, widząc w biopaliwach przyszłość, zdecydowało się na wprowadzenie szeregu ulg podatkowych związanych z ich produkcją. Z kolei rząd Stanów Zjednoczonych przeznaczył 385 milionów dolarów na wsparcie sześciu projektów badawczych związanych z celulozowym etanolem⁸. Zmiany legislacyjne idące w kierunku rozluźnienia ceł importowych, wprowadzane przez rządy wymogi zwiększania udziału wykorzystania alternatywnych, ekologicznych źródeł energii, subsydia i intensywne prace nad technologią przetwarzania celulozy jako źródła energii przy jednoczesnym zdywersyfikowaniu ryzyka inwestycyjnego stwarzają dodatkowe korzyści rozwoju rynku biopaliw⁹.

⁵ Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), dostęp: <http://www.csiro.au> (odczyt: 11.09.2012).

⁶ International Energy Agency, dostęp: <http://www.iea.org> (odczyt: 02.12.2013).

⁷ M. Zawada, „Udział energii odnawialnej w bilansie energetycznym krajów Unii Europejskiej”, [w:] Nekonferencyjny recenzowany zbornik v rámci riesenia projektov „VEGA, KEGA, APVV, ENER SUPPLY”, Vyd. EKONOM, Bratislava 2011, s. 188-190.

⁸ A. Wójcik, *Innowacyjność przemysłu biopaliwowego – szansa czy zagrożenie*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Ekonomiczne Problemy Usług” nr 28, SOOIPP ANNUAL 2008, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2009, s. 47.

⁹ W.K. Caesar, J. Riese, T. Seitz, *Betting on biofuels*, “The McKinsey Quarterly” 2007, Vol. 2, s. 12.

Barieri w rozwoju produkcji biopaliw (na przykładzie Brazylii)

Barieri wzrostu produkcji biopaliw związane są z problemami surowcowymi i instytucjonalno-administracyjnymi. Paradoksalnie ograniczenia w produkcji biopaliw (biodiesla i bioetanolu) bardzo ściśle związane są z produkcją żywności. Bazę surowcową dla biopaliw stanowią rośliny wykorzystywane również do produkcji wyrobów spożywczych. Problem ten bardzo wyraźnie można przedstawić na przykładzie Brazylii.

Wykorzystanie do produkcji biopaliw surowców spożywczych (w tym soi) sprawia, że stanowią one swego rodzaju konkurencję dla sektora żywnościowego. Tym samym główną barierą w rozwoju tej produkcji stają się rosnące ceny surowców. Wzrost cen surowców bezpośrednio wpływa na wzrost kosztów produkcji biokomponentów i spadek ich konkurencyjności względem paliw konwencjonalnych. Pojawia się ryzyko ekonomicznej nieopłacalności gospodarczego wykorzystywania biopaliw.

Wyjściem z takiej sytuacji jest zastosowanie alternatywnego dla soi surowca, którym jest jatrofa – krzew z rodziny fasolowatych osiągający od trzech do ośmiu metrów wysokości. Szacuje się, że olej uzyskany z ziaren owoców tej rośliny stanowi od 30% do 35% swojej wagi, co oznacza, że może on być dwukrotnie wydajniejszy niż z soi czy bawełny.

Produkcja biodiesla w Brazylii miała pomóc w poprawie warunków bytowych gospodarstw rodzinnych w uboższych regionach kraju. Rząd zachęcał do sadzenia nowych roślin, takich jak słonecznik czy olej palmowy, co miało zwiększyć produkcję biodiesla i poprawić sytuację finansową rolników. Planowano, aby paliwo to zastąpiło w całości lub w części ropopochodny diesel stosowany w samochodach ciężarowych i autobusach. Program ten nie przyniósł dotychczas oczekiwanych rezultatów.

W produkcji biodiesla istotna jest również kwestia dotycząca oleju rycynowego, który także używany jest w produkcji biodiesla. Oczekiwano, że producenci oleju rycynowego będą dostarczać go po niższej cenie. W efekcie jednak woleli sprzedawać go do firm, które płacą więcej, np. do firm kosmetycznych czy farmaceutycznych. Przez to olej rycynowy, zaraz po soi, staje się powoli zagrożony, jeżeli chodzi o jego wykorzystanie w produkcji biodiesla. Można więc powiedzieć, że barierami w produkcji biopaliw w Brazylii są same surowce z których się je produkuje. Wynika to, jak można było zauważyć, z kwestii związanych z ochroną środowiska oraz z cen za surowiec – nie do końca korzystnych dla ich producentów (olej rycynowy).

Jednak oprócz problemów natury środowiskowej jest jeszcze kwestia związana z problemami instytucjonalno-administracyjnymi. Wszelkie działania w kwestii biopaliw są w pełni kontrolowane przez rząd, a bliżej przez samego prezydenta kraju. Związane jest to nie tylko z ustrojem państwa (ustrój prezydencki), ale też z długoletnią tradycją sektora energetycznego. Pod kontrolą prezydenta pozostają wszystkie programy gospodarcze oraz instytucje przemysłowe, w tym zajmujące się energetyką. Zmiany przepisów regulujących funkcjonowanie rynku biopaliw muszą najpierw uzyskać akceptację głowy państwa. Wiąże się to z ogromną biuro-

kracją i długoterminowym oczekiwaniem na decyzję. Brazylia jest republiką federalną, co oznacza, że aby jakkolwiek projekt nowej ustawy bądź jakkolwiek nowelizacja istniejącej ustawy dotarła do prezydenta, musi najpierw zostać zatwierdzona przez jednostki administracyjne poszczególnych stanów Brazylii. W przypadku tego kraju przynależność do konkretnego stanu ma większe znaczenie niż przynależność do państwa jako ogółu. W efekcie więc cała droga do wprowadzania szeregu reform i zmian w sektorze biopaliwowym rozlokowanym w całym kraju jest bardzo mozolna i długotrwała.

Kolejną barierą w produkcji biopaliw są normy prawno-podatkowe. Chociaż kwestie prawne w temacie biopaliw są regulowane przez ustawy, to jednak w związku ze wspomnianą już szeroko rozbudowaną biurokracją nowelizacja szeregu regulacji prawnych staje się często na tyle czasochłonna, że wprowadzenie rozporządzeń typu: ilości dolewanych bioskładników do paliw tradycyjnych bądź wprowadzenie nowej odmiany biodiesla przesuwają się na tyle w czasie, że w efekcie może ono przestać być innowacyjne na arenie międzynarodowej.

Podsumowując kwestię związaną z barierami produkcji biopaliw w Brazylii, można powiedzieć, że zarówno problemy surowcowe, jak i instytucjonalno-administracyjne są ze sobą ściśle powiązane. Nieodpowiednia polityka rządowa w przypadku soi i oleju rycynowego, a także związana z tym biurokracja przyczyniają się do hamowania dalszych procesów rozwojowych w dziedzinie tego alternatywnego źródła energii. Brazylia bowiem, jak było to już kilkakrotnie podkreślane, ma za sobą ogromne zaplecze technologiczne i wiedzę.

Nowe możliwości zastosowania biopaliw

Do tej pory zostało zaprezentowane zastosowanie biopaliw w dwóch środkach transportu, a mianowicie w transporcie samochodowym i lotniczym. Warto jednak przyjrzeć się, jak wygląda sytuacja w innych środkach transportu i jakie możliwości wykorzystania biopaliw istnieją na kolei, w żegludzie morskiej, pojazdach specjalnych, tj. traktorach, pojazdach wojskowych, a także poza transportem tradycyjnym, np. w przemyśle kosmicznym.

W przypadku transportu kolejowego wielkość emisji tlenku węgla porównywalna jest do emisji tlenku węgla emitowanego przez samochody osobowe i ciężarowe¹⁰. W Brazylii sieć kolejowa powstała na przełomie XIX i XX wieku. Długość linii kolejowych systematycznie się zmniejsza na rzecz transportu lotniczego i samochodowego. Większość szlaków kolejowych stanowią linie jednotorowe i wąskotorowe. W sumie jest to 92,3% głównie o trakcji spalinowej. Najgęstsza sieć kolejowa występuje w regionie południowo-wschodnim, co związane jest z rozwojem w przeszłości gospodarki opartej na produkcji kawy¹¹ i z koniecznością transportu jej na wybrzeże w celu eksportu. Obecnie długość linii kolejowych w Brazylii to zaledwie ponad 30 tysięcy kilometrów. Najważniejsze znaczenie

¹⁰ Air Transport Action Group, dostęp: <http://www.enviro.aero> (odczyt: 25.05.2010).

¹¹ Brazylia w XVIII wieku nazywana była gospodarką kawową, gdyż właśnie ta roślina odgrywała największe znaczenie w rozwoju gospodarczym tego kraju w tamtym okresie. M. Kula, *Historia Brazylii*, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław 1987.

mają szlaki kolejowe w Minas Gerais i Rio de Janeiro oraz linie w stanie Sao Paulo. Od 1996 roku, kiedy rozpoczął się proces restrukturyzacji kolei, przewozy ładunków wzrosły o ok. 26%. Nowe inwestycje pozwoliły na zwiększenie produkcji transportowej w latach 1996-2001 o 68% oraz przyczyniły się do zmniejszenia wypadków. Koszt frachtu kolejowego jest w Brazylii o 50% niższy od transportu drogowego. Ponadto koleje zapewniają lepszy i szybszy przewóz w przypadku ładunków ciężkich. Około 99% linii kolejowych jest sprywatyzowanych. Przedsiębiorstwa te są nadzorowane przez tzw. Narodową Agencję Transportu Ziemnego (Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT). Kolej w przypadku Brazylii, będącej potentatem w produkcji biopaliw samochodowych, a także lotniczych, wydaje się nie być na tyle rozbudowana (wyłącznie południe kraju, gdzie znajdują się tereny zasobne w surowce energetyczne), aby Petrobras skupiało się na produkcji biopaliw przeznaczonych dla tego środka transportu¹². Jednak okazuje się, że brazylijska kolej przedsiębiorstw wydobywczych, takich jak Vale, jeździ już na biopaliwie.

W związku z tym, że Brazylia nakierowuje swoją politykę handlową na Unię Europejską, biopaliwa w kolejnictwie mogą stać się ważne. Wynika to z faktu, że kolej w Europie jest popularnym i rozbudowanym środkiem transportu, m.in. we Francji. W ostatnich latach w większości krajów rozwiniętych wielkość pasażerskich przewozów kolejowych stopniowo wzrastała, natomiast udział kolei w krajowej strukturze przewozów pasażerskich malał albo pozostawał na tym samym poziomie. Obecnie udział ten najwyższy jest w Japonii; wynosił w 2012 roku 27% (liczone według pasażerokilometrów), w transporcie towarów tylko 4% (według tonokilometrów). Przypadek Japonii, a także charakterystyki kolei krajów europejskich pokazują, że największą popularnością w przewozach osób odznacza się ona na obszarach gęsto zaludnionych, jeśli towarzyszyły jej procesy modernizacyjne. Od tej reguły jednak wyjątki, takie jak Austria lub Hiszpania, w których mimo małego stopnia urbanizacji kolej jest popularna¹³.

Kolejnym rodzajem transportu, który dostrzega znaczenie biopaliw, jest transport morski, w tym zarówno żegluga śródlądowa, jak i dalekomorska. W przypadku żeglugi śródlądowej, jak i morskiej wszystko pozostaje w szeroko pojętej fazie badań. Obecnie udział transportu morskiego w emisji dwutlenku węgla wynosi od trzech do czterech procent.

Należy jednak stwierdzić, że we wszystkich krajach zainteresowanych biopaliwami jako alternatywnymi źródłami energii żegluga traktowana jest jako środek dystrybucji biopaliw, a nie jako potencjalny ich konsument. Dotyczy to Stanów Zjednoczonych, Unii Europejskiej i Azji.

Biopaliwa mogą być także zastosowane w innych środkach transportu, np. w pojazdach specjalnych, takich jak: ciągniki rolnicze, kombajny, pojazdy wojskowe (czołgi, amfibie). W ciągnikach rolniczych wykorzystywany jest biodiesel.

¹² Ministério dos Transportes, RFFSA, dostęp: <http://www.rffsa.gov.br> (odczyt: 23.06.2010).

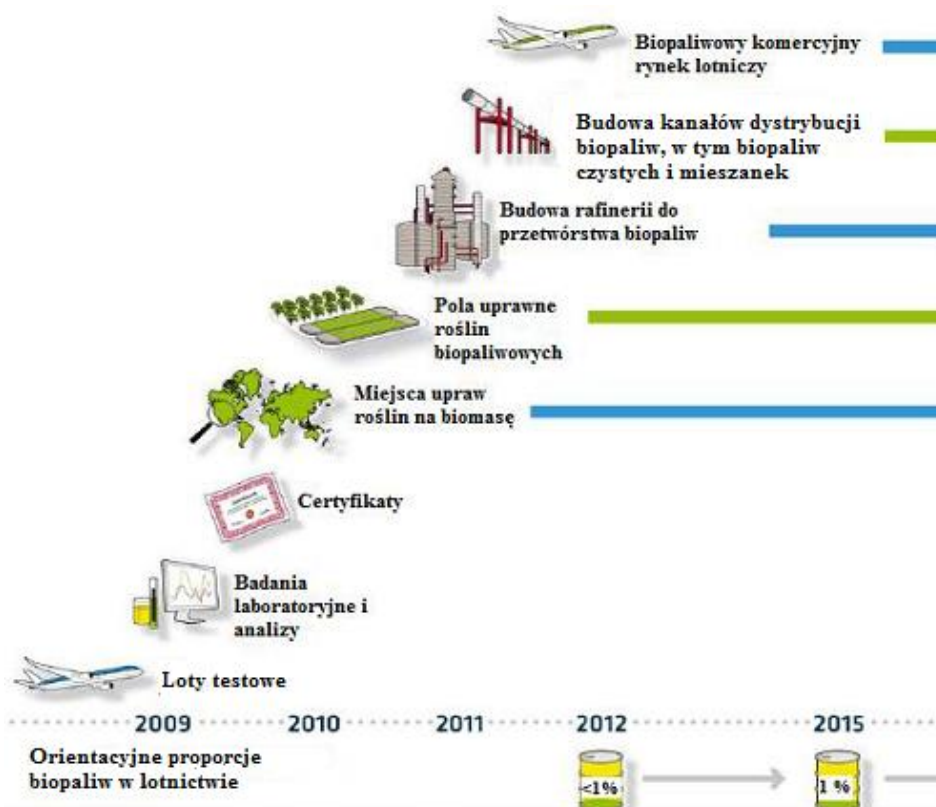
¹³ Komisja Europejska, Green Paper, *The Citizens' Network: Fulfilling the potential of public passenger transport in Europe*. COM(95) 601 final – o trendach w transporcie publicznym i potrzebie integracji, DzUrzWE 1996, C380z 16.12.1996, s.65.

Używają go zarówno Brazylijczycy, Amerykanie (głównie na terenach uprawnych roślin biopaliwowych), Niemcy, Brytyjczycy, jak i Polacy oraz Ukraińcy. W przypadku Europy biodiesel produkowany jest z rzepaku i dolewany do zbiorników paliwa często w czystej postaci, tj. jako B100. Paliwo to w innych rolniczych pojazdach specjalnych nie ma na razie zastosowania.

Aktualnie biopaliwa znajdują największe zastosowanie w transporcie samochodowym i lotniczym. Większość światowych koncernów samochodowych produkuje samochody z silnikami FFV, tj. zdolnym do przetwarzania i mieszania paliwa tradycyjnego z biopaliwem.

Bez względu jednak na stopień upowszechniania biopaliw w różnych środkach transportu, jednym z istotnych motywów ich produkcji i badań nad ich doskonaleniem jest ograniczenie emisji CO₂. Nie bez znaczenia jest również ograniczoność zasobów paliw kopalnych.

Kierunki prac nad wykorzystaniem biopaliw w samolotach oraz certyfikacja produktów zostały oficjalnie zaakceptowane przez zainteresowane państwa. Szacuje się, że w przyszłości zastosowanie biopaliw w lotnictwie znacznie wzrośnie (por. rysunek 1).



Rysunek 1. Przyszłość biopaliw lotniczych

Źródło: *Beginner's Guide to Aviation Biofuels*, Air Transport Action Group, 2009, s. 12, dostęp: www.atag.org/component/downloads/.../60.html (odczyt: 20.06.2010)

Organizacje lotnicze szacują, że przy użyciu biopaliw lotniczych można zmniejszyć emisję dwutlenku węgla o 80%, co oznacza, że o 176 funtów (80 kg) zmniejszy się zanieczyszczenie powietrza za każdym razem, kiedy będzie leciał m.in. Boeing 747-400. Poza tym na rzecz paliw odnawialnych przemawia fakt, iż mogą one być mieszane z tradycyjnym paliwem lotniczym bez obaw, że może dojść do uszkodzenia silników samolotów¹⁴. Ważnym elementem jest też kwestia surowców, z których mają być produkowane, tj. m.in. camelina, jatrofa i algi, czyli rośliny, które nie są roślinami wykorzystywanymi w przemyśle spożywczym. Oznacza to, że może zniknąć problem wzrostu cen żywności z powodu zastosowania tych roślin do wytwarzania biomasy.

Jeżeli intensywność prac nad biopaliwami będzie utrzymywała się na dotychczasowym poziomie, to już pod koniec 2015 roku udział biopaliw w transporcie lotniczym wyniesie 1%. W kolejnych zaś latach będzie wzrastał, tj. w 2020 roku do 15%, w 2030 roku do 30%, a w roku 2040 do 40%.

Podsumowanie

Sektor biopaliw stanowi segment biogospodarki, który bazuje na zasobach naturalnych, przez dodatkowy popyt na surowce rolne tworzy miejsca pracy, aktywizuje obszary wiejskie oraz peryferyjne i może być stymulatorem rozwoju społeczno-gospodarczego.

Produkcja biopaliw pozwala na zmniejszenie uzależnienia od paliw mineralnych, ich importu oraz cen i częściowe budowanie samowystarczalności energetycznej.

Rozwój sektora biopaliw stanowi istotne możliwości w zakresie ograniczenia negatywnych skutków emisji CO₂ i gazów cieplarnianych jako efektu ubocznego procesu spalania paliw ciekłych wykorzystywanych głównie w transporcie lotniczym i samochodowym.

Literatura

1. Air Transport Action Group, dostęp: <http://www.enviro.aero>
2. *Beginner's Guide to Aviation Biofuels*, Air Transport Action Group, 2009, dostęp: www.atag.org/component/downloads/.../60.html
3. Caesar W.K., Riese J., Seitz T., *Betting on biofuels*, "The McKinsey Quarterly" 2007, Vol. 2.
4. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), dostęp: <http://www.csiro.au>
5. Conceição A., *Iata pode aprovar biocombustível na aviação comercial*, *Economia*, dostęp: <http://www.estadao.com.br>
6. Dyrektywa 2003/30/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 8 maja 2003 r. w sprawie wspierania użycia w transporcie biopaliw lub innych paliw odnawialnych (Dz.U. WE L 123, 17.05.2003).
7. International Energy Agency, dostęp: <http://www.iea.org>

¹⁴ A. Conceição, *Iata pode aprovar biocombustível na aviação comercial*, *Economia*, dostęp: <http://www.estadao.com.br> (odczyt: 23.10.2009).

8. Komisja Europejska, Green Paper, *The Citizens' Network: Fulfilling the potential of public passenger transport in Europe*, COM(95) 601 final – o trendach w transporcie publicznym i potrzebie integracji, DzUrzWE 1996, C380z 16.12.1996, s.65.
9. Kula M., *Historia Brazylii*, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław 1987.
10. Kupczyk A., *Thuszcze odpadowe wypierają rośliny jadalne*, „Agroenergetyka” 2000, nr 2(28).
11. Lewandowski W., Ryms M., *Biopaliwa. Proekologiczne odnawialne źródła energii*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2013.
12. Ministério dos Transportes, RFFSA, dostęp: <http://www.rffsa.gov.br>
13. PKN ORLEN, dostęp: <http://www.e-biopaliwa.pl/>
14. Wójcik A., *Innowacyjność przemysłu biopaliwowego – szansa czy zagrożenie*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Ekonomiczne Problemy Usług” nr 28, SOOIPP ANNUAL 2008, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2009.
15. Zawada M., „*Udział energii odnawialnej w bilansie energetycznym krajów Unii Europejskiej*”, [w:] Nekonferencyjny recenzowany zbornik v rámci riešenia projektov „VEGA, KEGA, APVV, ENER SUPPLY”, Vyd. EKONOM, Bratislava 2011, s. 188-190.

PERSPECTIVES OF BIOFUEL SECTOR DEVELOPMENT

Abstract: The increase in demand for energy and the need to reduce CO₂ emissions into the atmosphere, leads to the search for alternative and competitive substitutive sources which include biofuel. The study presents biodiesel as an energy source and significant barriers of biofuel production. Moreover the significant position of Brasil in world's biofuel production has been emphasized. The aim of the study is also to determine the prospects of development of biofuels. The considerations are the result of a literature review and analysis of selected statistical data in this area.

Keywords: biofuel, biofuel sector, agricultural commodities