ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2015
Seria: ORGANIZACJA I ZARZĄDZANIE z. 79 Nr kol. 1930

Dawid BERNY
ORLEN Południe S.A.
dawid.berny@orlen.pl

Dorota WANDZICH, Grażyna PŁAZA
Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania
grazyna.plaza@polsl.pl

WYZWANIA DLA SEKTORA BIOPALIW W ŚWIETLE ROZWIJAJĄCEJ SIĘ BIOGOSPODARKI

Streszczenie. Biogospodarka zgodnie z definicją zawartą w komunikacie Komisji Europejskiej *Innowacje w służbie zrównoważonego wzrostu: biogospodarka dla Europy* obejmuje produkcję odnawialnych zasobów biologicznych oraz przekształcanie tych zasobów i powstających w procesie ich przetwarzania odpadów w produkty o wartości dodanej, takie jak żywność, pasze, bioprodukty i bioenergia [1]. Biogospodarka obejmuje wiele gałęzi przemysłu, w tym sektory rolno-żywnościowy, leśnictwa, przemysłu chemicznego, biotechnologicznego i energetycznego.

Wyzwania związane z przyszłym ograniczeniem wydobycia paliw kopalnych oraz ograniczeniem emisji CO_2 powodują coraz większe zainteresowanie nowymi odnawialnymi źródłami energii (OZE). W porównaniu z innymi formami pozyskiwania energii odnawialnej (np. energia wiatru, pływów czy kolektory solarne, ogniwa fotowoltaniczne) energia biopaliw może być magazynowana, a także może być stosunkowo łatwo wykorzystywana w istniejącej infrastrukturze transportowej.

Stosowanie biokomponentów w paliwach jest istotnym elementem zrównoważonego rozwoju oraz pozytywnie wpływa na stan środowiska przez redukcję emisji dwutlenku węgla i innych zanieczyszczeń. W ostatnim czasie aspekty ekologiczne związane z wykorzystaniem biopaliw są implementowane w prawo-dawstwie, co stymuluje rozwój tego rynku. Nie do pominięcia są również aspekty ekonomiczne, takie jak generowanie dodatkowych miejsc pracy przez sektor biopaliwowy czy poprawa bilansu pasz białkowych, które powstają w łańcuchu wytwarzania biopaliw. W opozycji do tych pozytywnych aspektów stawia się kwestie społeczne wynikające z wykorzystywania surowców żywnościowych do produkcji biopaliw, które obecnie stanowią większość. To powoduje dążenie do rozwoju biopaliw kolejnych generacji, przy produkcji których wykorzystuje się m.in. algi. Rozwój sektora biopaliw jest związany z licznymi wyzwaniami o charakterze regulacyjnym, ekonomicznym, technologicznym, środowiskowym i społeczno-demograficznym i niektóre z nich są przedstawione w tym artykule.

Artykuł opisuje możliwości rozwoju sektora biopaliw przez analizę wielu aspektów otoczenia mających wpływ na branżę i pokazanie szans i zagrożeń, jakie to otoczenie generuje.

Słowa kluczowe: biopaliwa, paliwa alternatywne, biogospodarka

CHALLENGES FOR BIOFUELS SECTOR UNDER GROWING BIOECEONOMY

Summary. Bioeconomy as defined in the Commission communication "Innovating for Sustainable Growth: a Bioeconomy for Europe" includes the production of renewable bio-resources and transforming those resources and emerging in the process of waste-to-value-added products, such as food, feed, bio-based and bioenergy [1]. Bioeconomy covers many industries, including agro-food, forestry, chemical, biotechnology and energy.

The challenges of the future reduction of fossil fuel extraction and reduction of CO_2 emissions, are increasingly interested in new renewable energy sources (RES). In comparison with other forms of renewable energy (eg. Wind, tidal and solar collectors, photovoltaic cells), biofuel energy can be stored, and can be relatively easily used in existing transport infrastructure.

The use of bio fuels is an important element of sustainable development, and has a positive impact on the environment by reducing carbon dioxide emissions and other pollutants. Recently, the environmental aspects associated with the use of biofuels are implemented in legislation, which stimulates the growth of this market. Not to be missed are the economic aspects, such as generating additional jobs by the biofuel industry, and improving the balance of protein feed that arise in the chain of production of biofuels. In contrast to these positive aspects are placed social issues arising from the use of raw materials for the production of biofuels, which now constitute the majority. It will strive to develop the next-generation biofuel production, which is used, among others, algae. The development of the biofuel sector is associated with numerous challenges of regulatory, economic, technological, environmental and socio-demographic, and some of them are presented in this article.

Article presents the possibility of development of biofuels sector, through the analysis of several environment aspects that affect the sector and show the opportunities and threats that this environment generates.

Keywords: biofuels, alternative fuels, bioeconomy

1. Prawne aspekty regulujące rynek biopaliw

1.1. Unia Europejska

Poruszana problematyka wykorzystania biopaliw w transporcie jest częścią programu, który ma na celu wypełnienie postanowień Protokołu z Kyoto oraz Zielonej Księgi Komisji Europejskiej. Innym argumentem za wprowadzeniem biopaliw jest zróżnicowanie rynku paliw, a co za tym idzie – uniezależnienie rynku energii od dostawców zewnętrznych i zapewnienie stabilności zaopatrzenia. Biała Księga Komisji Europejskiej z grudnia 1997 roku postawiła krajom za główny cel podwojenie udziału energii pozyskiwanej z odnawialnych źródeł do 2010 roku, tak by stanowiła ona 12% ogólnego zużycia energii.

Rozwój rynku biopaliw jest ściśle powiązany z wprowadzeniem Dyrektywy Unii Europejskiej 2003/30/WE z dnia 8 maja 2003 roku w sprawie wspierania użycia w transporcie biopaliw lub innych paliw odnawialnych, stawiającej państwom członkowskim określone cele, które powinny być realizowane na zasadach dobrowolności.

Przyjęty przez Parlament Europejski i Radę w 2009 roku pakiet klimatyczno-energetyczny zawiera priorytetowe cele unijnej polityki energetycznej:

- redukcję emisji gazów cieplarnianych o 20% w 2020 roku w stosunku do 1990 roku,
- zwiększenie udziału energii odnawialnej w końcowym zużyciu energii do 20% oraz 10% udział energii ze źródeł odnawialnych w transporcie w 2020 roku,
- poprawę efektywności energetycznej o 20% do 2020 roku.

Dla sektora biopaliw najważniejsze są dwa akty prawne wchodzące w skład tego pakietu: Dyrektywa 2009/28/WE (RED – Renevable Energy Directive) wskazująca obligatoryjne cele ilościowe zastosowania (wykorzystania) energii odnawialnej z zachowaniem „równowagi środowiskowej" – tzw. kryteria zrównoważonego rozwoju (KZR) – oraz Dyrektywa 2009/30/WE (FQD – Fuel Quality Directive) ustalająca warunki i wymogi, które muszą być zachowane w celu otrzymania i utrzymania cech paliw odnawialnych (ograniczenia obszarowe w celu pozyskiwania substratów do wytwarzania biopaliw, procedury zaliczania wytworzonych paliw do biopaliw w zależności od źródła ich pochodzenia (odpady i pozostałości, niespożywczy materiał celulozowy, lignoceluloza, minima ograniczenia emisji GHG (ang. *greenhouse gas*), wymóg stosowalności procedur LCA (Life Cycle Assessment)). Państwa członkowskie są zobligowane do wprowadzania biopaliw i innych paliw odnawialnych w minimalnych ilościach na swoje rynki. Dyrektywa 2009/28/WE (RED) wyznacza 10,0% udział OZE w transporcie na 2020 roku. Głównym celem wyznaczenia obowiązkowych celów jest zagwarantowanie bezpieczeństwa inwestorom i zachęcanie do ciągłego rozwijania technologii, które wytwarzają energię ze wszystkich rodzajów źródeł odnawialnych. Dyrektywa 2009/30/WE (FQD) wyznacza 6,0% redukcję emisji GHG z paliw. W ramach tego celu planuje się zabezpieczenie określonych ograniczeń emisji gazów cieplarnianych związanych ze wszystkimi aspektami produkcji oraz użycia energii wykorzystywanej w transporcie drogowym i maszynach jezdnych nieporuszających się po drogach. Obecnie trwają prace nad aktualizacją wyżej wspomnianych dyrektyw. Komisja ds. Środowiska Naturalnego, Zdrowia Publicznego i Bezpieczeństwa Żywności (ENVI) ostatnio przedstawiła następujące rekomendacje:

- ograniczenie wykorzystania biopaliw pochodzących z surowców rolnych: 6% rozszerzone dodatkowo o wykorzystanie upraw energetycznych. Rozwiązanie miałoby zostać wprowadzone do obu dyrektyw (RED i FQD),

- 2,5% cel pośredni dla biopaliw II generacji (część A załącznika IX) z podwójnym naliczaniem w przypadku zastosowania technologii CCS (ang. *Carbon Capture and Storage*) w instalacji oraz bakterii i innych substancji wynikających z dalszego postępu technologicznego jako surowców,
- biodiesel z UCO (ang. *used coocking oil*) i tłuszcze zwierzęce z podwójnym naliczaniem, ale wyłączone z biopaliw zaawanasowanych, niewliczane do limitu dla I generacji,
- wartości emisji związanych z pośrednią zmianą użytkowania gruntów – ILUC (ang. *indirect land use change*) miałyby dotyczyć obu dyrektyw (RED i FQD) i uwzględnienie ich w wyliczeniach emisyjności GHG w ramach postanowień FQD, począwszy od 2020 roku. W RED uwzględnienie wartości ILUC w raportowaniu, począwszy od wdrożenia dyrektywy członkowskiej,
- 2,5-krotne naliczania dla odnawialnej elektryczności w transporcie samochodowym,
- obowiązek ograniczenia emisji min. 50% dla instalacji uruchomionych przed 1 lipca 2014 roku, natomiast w przypadku instalacji uruchomionych po 1 lipca 2014 roku wartość ta ma wynosić min. 60%.

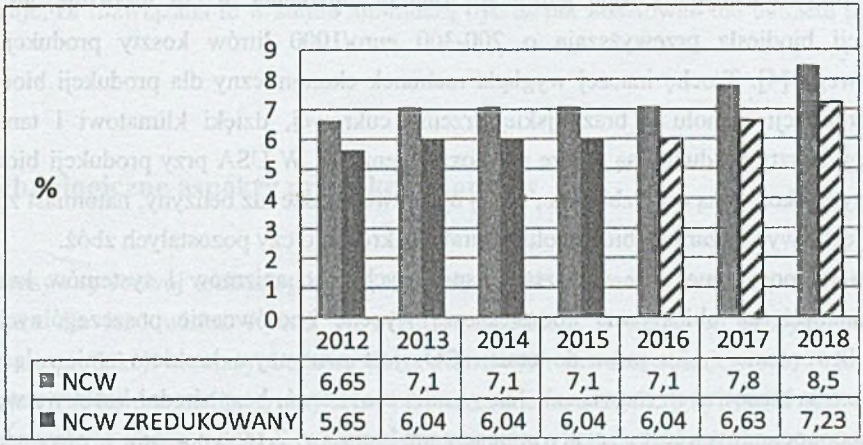
W perspektywie po 2020 roku proponuje się uwzględnienie w dyrektywie opracowania przez Komisję Europejską propozycji dotyczącej celów redukcyjnych wynikających z Dyrektywy FQD (kontynuacja tej dyrektywy) oraz wsparcie jedynie dla biopaliw zaawansowanych niekonkurujących pod względem surowcowym z produkcją żywności.

Na obecnym etapie trudno jest ocenić ostateczny kształt, jaki przybiorą regulacje, jednak można się spodziewać, że aspekty związane z emisyjnością oraz nowymi technologiami produkcji biopaliw będą miały największy wpływ na rozwój i charakter sektora biopaliw w przyszłości.

1.2. Polska

Regulacje prawne promujące wprowadzanie biopaliw na rynek krajowy są oparte na prawodawstwie europejskim. Przepisy dyrektyw europejskich zobowiązały państwa członkowskie do podejmowania działań prowadzących do osiągnięcia określonego udziału biokomponentów (zarówno w postaci dodatku do paliw ciekłych, jak i biopaliw ciekłych) w wysokości co najmniej 10% do 2020 roku. Państwa członkowskie mogą samodzielnie ustalać ścieżkę dojścia do tego celu. Działania zgodne z kierunkiem narzuconym przez UE powodują pojawienie się na rynku różnego rodzaju paliw, które w swoim składzie zawierają określone udziały procentowe strumieni odnawialnych. Wprowadzenie biopaliw na wielką skalę wymaga z jednej strony pozostawienia wytwórcom paliw swobody wyboru składu paliw, a z drugiej – niezbędne jest sprawowanie nadzoru nad rynkiem pod względem jakości i wprowadzanego asortymentu.

Na podstawie Dyrektywy 2003/30/WE do polskiego prawodawstwa wprowadzono Ustawę z dnia 25 sierpnia 2006 roku: *o biokomponentach i biopaliwach ciekłych* oraz *o systemie monitorowania i kontrolowania jakości paliw*. Ustawa określa dokładnie obowiązki producentów biopaliw, producentów rolnych wytwarzających surowce do produkcji przemysłowej oraz mechanizmy wprowadzania nowego typu paliw na rynek. Dodatkowym zapisem ustawy jest sprawowanie nadzoru nad jakością biopaliw. Zostały sprecyzowane zagadnienia, co nazywamy paliwami ciekłymi i jaka jest ich definicja oraz co rozumiemy przez pojęcie biopaliw. Wyżej wymieniona ustawa wprowadziła do polskiego prawa wiele zmian, w tym wprowadzenie, z dniem 1 stycznia 2008 roku, obowiązku zapewnienia określonego udziału biokomponentów w rynku paliw transportowych – Narodowy Cel Wskaźnikowy – NCW (minimalny udział biokomponentów i innych paliw odnawialnych w ogólnej ilości paliw ciekłych i biopaliw ciekłych zużywanych w ciągu roku kalendarzowego w transporcie, liczony według wartości opałowej). Na podstawie rozporządzenia Rady Ministrów wyznaczony jest NCW w okresie 6 lat. Obecnie obowiązuje Rozporządzenie w sprawie NCW na lata 2013-2018 (DzU 2013.918). W 2011 roku w Ustawie o zmianie ustawy o systemie monitorowania i kontrolowania jakości paliw oraz niektórych innych ustaw wprowadzono pojęcie tzw. współczynnika redukcyjnego, który wyniósł 0,85 i obniżał NCW do tego poziomu. Współczynnik ten wprowadzono na lata 2012-2013. W 2013 roku zostało wydane rozporządzenie, które określa współczynnik redukcyjny również w wysokości 0,85 na lata 2014-2015.



Rys. 1. Wartości Narodowego Celu Wskaźnikowego w latach 2013-2018 z uwzględnieniem współczynnika redukcyjnego w latach 2012-2015 (NCW ze współczynnikiem redukcyjnym w latach 2016-2018 – prognoza, obecnie nieustalony w tym okresie) [2]

Fig. 1. National Indicative Values for the years 2013 to 2018, taking into account the reduction factor in 2012-2015 (NIV with a reduction factor in the years 2016-2018 – forecast does not set in this period) [2]

Na rysunku 1 przedstawiono wartości Narodowego Celu Wskaźnikowego wraz z uwzględnieniem współczynnika redukcyjnego w Polsce w latach 2012-2018.

Kolejną istotną zmianę w prawie polskim wprowadza Ustawa z dnia 21 marca 2014 roku (DzU 2014.457) o zmianie ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych oraz niektórych innych ustaw. Najistotniejsze kwestie wprowadzone tym aktem prawnym to wprowadzenie w Polsce Kryteriów Zrównoważonego Rozwoju (KZR). Zgodnie z wytycznymi UE tylko biopaliwa spełniające kryteria zrównoważonego rozwoju będą mogły być wliczone do Narodowych Celów Wskaźnikowych i tylko z tytułu wprowadzenia na rynek takich biopaliw będzie możliwość skorzystania z potencjalnych ulg podatkowych. Kryteria zrównoważonego rozwoju można podzielić na dwa obszary. Pierwszy dotyczy pozyskiwania surowców do produkcji biopaliw przy jednoczesnym zachowaniu ochrony obszarów o dużym znaczeniu przyrodniczym, drugi dotyczy minimalnych wymaganych do osiągnięcia poziomów redukcji emisji gazów cieplarnianych z biopaliw w porównaniu ze stosowaniem paliw kopalnych [3]. Przepisy wprowadzone tą ustawą wchodziły w życie stopniowo, tak że od 1 stycznia 2015 roku wszystkie biopaliwa w Polsce muszą spełniać Kryteria Zrównoważonego Rozwoju, aby można było zaliczyć je w poczet Narodowego Celu Wskaźnikowego.

2. Ekonomiczne aspekty produkcji biopaliw

Bezpośredni koszt produkcji biopaliwa, zwłaszcza biodiesla, jest z reguły wyższy od paliwa otrzymywanego z ropy naftowej. Analizy wykonane w UE wskazują, że koszty produkcji biodiesla przewyższają o 200-300 euro/1000 litrów koszty produkcji oleju napędowego [4]. Trochę inaczej wygląda rachunek ekonomiczny dla produkcji bioetanolu. Przy produkcji etanolu z brazylijskiej trzciny cukrowej, dzięki klimatowi i taniej sile roboczej, koszty produkcji są niższe niż koszty benzyny. W USA przy produkcji bioetanolu z kukurydzy koszty są dość zbliżone, mogą być nawet niższe niż benzyny, natomiast znacznie gorzej jest z wytwarzaniem bioetanolu z buraka cukrowego czy pozostałych zbóż.

Do tej pory rynek nie wykształcił sprawnych mechanizmów i systemów kalkulacji pozwalających na obiektywną kompleksową wycenę i porównanie poszczególnych grup paliw. Stworzenie rynku praw do emisji CO_2 jest pierwszym krokiem zmierzającym do wytworzenia stosownych rozwiązań. Jak wynika z obliczeń, bezpośredni koszt wytworzenia paliw ropopochodnych jest z reguły mniejszy niż biopaliw. Z tego powodu w pierwszej fazie wprowadzania paliw ze źródeł odnawialnych na rynek konieczne jest zapewnienie odpowiedniego wsparcia finansowego czy mechanizmów regulacyjnych, które narzucają określone poziomy udziału paliw odnawialnych. Pełną ekonomiczną ocenę wprowadzenia biopaliw można opracować jedynie metodą ciągnioną, a rachunek taki powinien uwzględniać [4]:

- dodatkowe miejsca pracy w rolnictwie i jego otoczeniu

Popularność zastosowań paliw ropopochodnych wynika z niskich bezpośrednich kosztów ich przetworzenia do pożądanej finalnej postaci. Jednak wzrastająca na przestrzeni lat wydajność sektora rolniczego, a jednocześnie rozwój systemów przechowywania żywności spowodowały nadprodukcję żywności – obecnie aspekt ten uległ dezaktualizacji, jednak należy pamiętać, że w przeszłości był to jeden z powodów rozwoju rynku biopaliw. Nie do pominięcia jest kwestia rozwoju biopaliw kolejnych generacji wykorzystujących surowce niespożywcze, a technologie te generują miejsca pracy w całym łańcuchu produkcji. Szacunki przeprowadzone w różnych krajach UE wskazują, że wyprodukowanie 1000 ton biopaliw płynnych wymaga zatrudnienia od 12 do 14 osób [4];

- efekty środowiskowe, których dokładna wycena jest bardzo trudna, gdyż powinna uwzględniać emisję z produkcji nawozów mineralnych, chemicznych środków ochrony roślin itp.;
- wzrost krajowych zasobów pasz białkowych i poprawa gospodarki płodozmianowej;
- wpływy z podatku od środków produkcji zużytych w rolnictwie i przetwórstwie surowców rolniczych na paliwa;
- wielofunkcyjny rozwój obszarów wiejskich dzięki nowym miejscom pracy w rolnictwie i jego otoczeniu.

Tak przeprowadzony rachunek ma istotny wpływ na zasadność wprowadzenia biopaliw i wskazuje, że rozwiązana te w sumie nie muszą być aż tak kosztowne dla budżetu państwa [4].

3. Technologiczne aspekty produkcji biopaliw

Intensywny rozwój technologii OZE dąży do produkcji energii przy jak najmniejszym obciążeniu dla środowiska. Jednak w wielu przypadkach wymaga on sporych areałów, m.in. to do produkcji biomasy, budowy farm wiatrowych czy fotowoltaicznych. Pojawia się zatem zjawisko konkurencji o grunty rolne przeznaczone na produkcję żywności oraz energii. Z tego względu coraz większe znaczenie mają prace naukowo-badawcze w kierunku opracowania technologii produkcji biopaliw nowych generacji, wykorzystujących surowce niespożywcze.

Podział biopaliw nie jest sprawą jednoznaczną. Aspekty prawne wprowadzają zróżnicowanie w zależności od rodzaju surowca i podział na tzw. generacje biopaliw. Wykorzystywane rozwiązania technologiczne mówią nam, czy mamy do czynienia z biopaliwami tradycyjnymi, czy zaawansowanymi. Dzisiaj wyróżnia się najczęściej trzy generacje biopaliw:

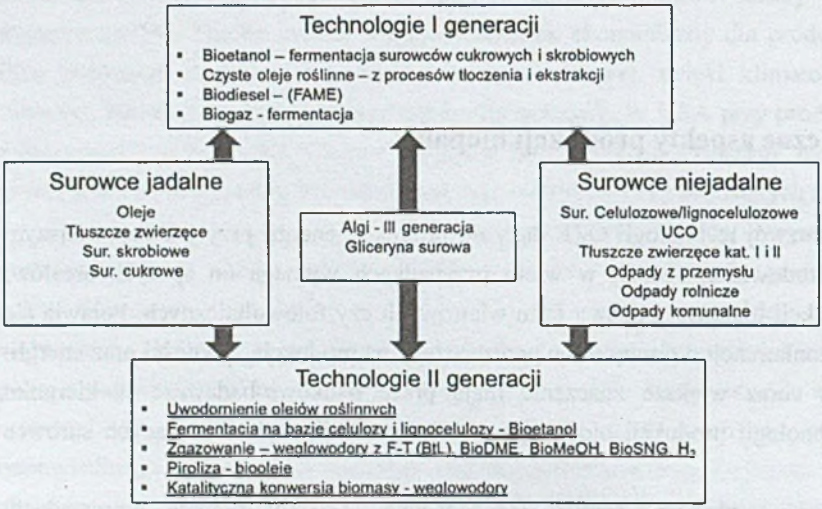
I generacja biopaliw wykorzystujących surowce spożywcze to m.in.:

- bioetanol (BioEtOH) rozumiany jako konwencjonalny etanol z procesów hydrolizy i fermentacji cukrów,
- czyste oleje roślinne,
- biodiesel stanowiący estry metylowe (FAME) i etylowe (FAEE) wyższych kwasów tłuszczowych,
- biogaz otrzymywany po oczyszczeniu biogazu składowiskowego bądź rolniczego.

II generacja biopaliw pochodzących z przetwarzania biomasy niejadalnej to m.in.:

- bioetanol otrzymywany w wyniku zaawansowanych procesów hydrolizy i fermentacji biomasy celulozowej i lignocelulozowej,
- syntetyczne biopaliwa stanowiące produkty przetwarzania biomasy odpadowej i lignocelulozowej przez zgazowanie i odpowiednią syntezę na ciekłe komponenty paliwowe (*biomass to liquid*):
- paliwa węglowodorowe do silników o zapłonie samoczynnym otrzymywane w procesach Fischer-Tropscha,
- biometanol,
- mieszaniny wyższych alkoholi oraz dimetyloeter (bio-DME),
- dimetylofuran (DMF).

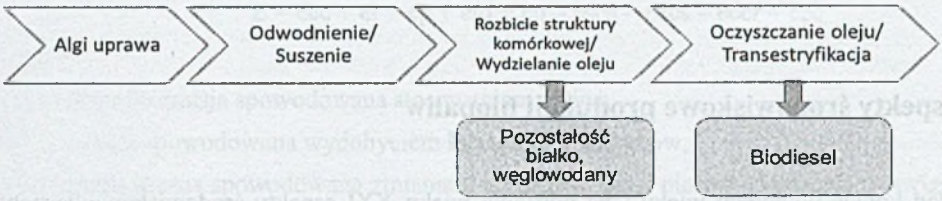
Biopaliwa III generacji wykorzystują surowce pochodzące z roślin o wysokiej wydajności, np. algi oraz organizmy genetycznie modyfikowane w procesach biotechnologicznych.



Rys. 2. Biopaliwa – podział wg technologii otrzymywania i rodzaju surowca
Fig. 2. Biofuels breakdown by type of production technology and raw materials
Źródło: Opracowanie własne.

Biopaliwa III generacji

Do biopaliw III generacji zalicza się biopaliwa otrzymane w procesie uprawy glonów (alg). Algi charakteryzują się nieporównywalnym z żadną inną rośliną na ziemi przyrostem biomasy. Niektóre gatunki są w stanie czterokrotnie powiększyć swoją masę zaledwie w ciągu 24 godzin. Niektóre doniesienia naukowe głoszą, że są gatunki, które do podwojenia potrzebują zaledwie 3,5 godziny [5]. Dzięki tak szybkiemu przyrostowi biomasy możliwy jest uzysk ponad 220 ton suchej materii w ciągu roku z hektara hodowli alg [6]. Kolejną cechą wyróżniającą algi spośród roślin jest wyjątkowo mała zawartość lignin, które podczas wykorzystania roślin jako biomasy do fermentacji metanowej, stanowią substancję balastową nieużyteczną w tym procesie. Algi różnią się od siebie także w sposób znaczny zawartością tłuszczów, białek i cukrów [6], i to ta cecha w sposób decydujący wpływa na dobór gatunku, którego hodowlą byłoby się zainteresowanym. W zależności od przeznaczenia można je wykorzystywać do produkcji biodiesla, biomasy, pożywienia, leków itp. W procesach tych w zależności od rodzaju glonów można otrzymać olej, bioetanol czy biogaz, z których wytwarza się biopaliwa już konwencjonalnymi metodami.



Rys. 3. Przykładowy schemat produkcji biopaliwa (biodiesla) z alg [5]
Fig. 3. Example of the production of biofuels (biodiesel) from algae [5]

Obecnie rynek biopaliw opiera się w większości na technologiach I generacji, natomiast technologie kolejnych generacji są w fazie intensywnego rozwoju i prac nad optymalizacją efektywności produkcji i minimalizacją kosztów wytwarzania. Podstawowa zaleta biopaliw II i III generacji to wykorzystanie surowców nienadających się do spożycia i w związku z tym brak jest konkurencji na rynku żywnościowym.

4. Zagadnienia społeczno-demograficzne

Spełnienie kryteriów społecznych powinno gwarantować, iż produkcja biopaliw z biomasy pochodzenia rolniczego nie będzie zagrażać bezpieczeństwu żywnościowemu. Oznacza to, że powinna się ona opierać na polityce zrównoważonego wykorzystania surowców. Jednocześnie powinna być zgodna z międzynarodowymi czy krajowymi regulacjami dotyczącymi praw człowieka, warunków pracy, własności ziemi oraz powinna

stanowić wkład w społeczny i ekonomiczny rozwój obszarów wiejskich. Dynamiczny rozwój branży biopaliwowej ma również i ciemne strony. Przemysł spożywczy przestrzega, że może to doprowadzić do destabilizacji rynku surowców rolniczych w postaci znacznego wzrostu cen płodów rolnych. Jako przykład podaje się olej rzepakowy, który w ostatnich latach jest jednym z najważniejszych surowców do produkcji biodiesla.

UE będzie popierać wspieranie tych biopaliw, które będą spełniać dodatkowe kryteria społeczne. Dyrektywa szczególnie promuje biopaliwa zaawansowane, czyli produkowane z surowców nieprzeznaczanych na cele konsumpcyjne. Ich zużycie będzie się liczyć podwójnie do realizacji narodowych celów wskaźnikowych. Produkując zatem takie biopaliwa, będzie można łatwiej spełnić wymagania dotyczące obowiązkowego celu w sektorze transportu. Biopaliwa zaawansowane, właściwie wytwarzane, będą bardzo korzystne zarówno z powodów środowiskowych, jak i społecznych. Jednak większość ekspertów uważa, że ich wprowadzenie na rynek będzie możliwe dopiero za klika lat, i choć w chwili obecnej koszty ich produkcji znacznie przekraczają koszty produkcji biopaliw I generacji, w przyszłości mogą wnieść znaczny wkład w realizację obowiązkowych celów dla odnawialnych źródeł energii [7].

5. Aspekty środowiskowe produkcji biopaliw

Pod koniec ubiegłego wieku i na początku wieku XXI aspekty środowiskowe zaczęły odgrywać coraz większą rolę. Społeczeństwa i przedsiębiorstwa dostrzegły, że głoszone przez ekonomię postulaty o ograniczoności zasobów rzeczywiście znajdują potwierdzenie w otaczającym świecie. Ilość tych zasobów jest ograniczona i nie udaje się zaspokoić wszystkich potrzeb zgłaszanych przez ludzkość, a poza tym zasoby naturalne, do których zaliczamy ziemię, bogactwa naturalne, lasy, wodę, powietrze, pomału się wyczerpują.

Dyrektywy RED i FQD, będące elementami przyjętego przez UE w 2009 roku pakietu klimatyczno-energetycznego, wprowadzają wiele wymagań określanych mianem kryteriów zrównoważonego rozwoju. Kryteria te opisują m.in. minimalne wymagane poziomy redukcji emisji gazów cieplarnianych dzięki wykorzystaniu biopaliw w porównaniu ze stosowaniem paliw kopalnych oraz warunki, jakie mają spełniać źródła pozyskiwania surowców do produkcji biopaliw przy jednoczesnym zachowaniu ochrony obszarów o dużym znaczeniu przyrodniczym. W konsekwencji stosowanie wymagań tych dyrektyw ma spowodować zahamowanie niekontrolowanej eksploatacji przyrody i ograniczyć jej degradację [3].

Surowce do produkcji biopaliw spełniających kryteria zrównoważonego rozwoju nie mogą być uzyskiwane z następujących terenów, mających w styczniu 2008 roku lub później status obszarów o wysokiej wartości bioróżnorodności, terenów zasobnych w pierwiastek

węgiel. Surowce rolne uprawiane we Wspólnocie Europejskiej i wykorzystywane do produkcji biopaliw muszą być pozyskiwane wg obowiązujących zasad dotyczących dobrej kultury rolnej [3].

W ramach wymaganego poziomu ograniczenia emisji gazów cieplarnianych dzięki wykorzystywaniu biopaliw – wg kryteriów zrównoważonego rozwoju – redukcja ta musi wynosić co najmniej 35% do 2017 roku, a później wzrośnie do 50% (do 60% w przypadku tych biopaliw, które zostały wyprodukowane w instalacjach powstałych po 2017 roku). Zapis ten oznacza, że te sposoby i technologie produkcji biopaliw, które nie spełniają minimalnych wymogów związanych z redukcją gazów cieplarnianych, nie będą mogły być zaliczone na poczet Narodowych Celów Wskaźnikowych. Emisje gazów cieplarnianych w cyklu życia biopaliw oblicza się zgodnie z metodologią określoną w dyrektywach, która opiera się na metodzie alokacji energii i uwzględnia emisje gazów cieplarnianych spowodowane wydobyciem lub uprawą surowców, zmianami w sposobie użytkowania gruntów, procesami technologicznymi, transportem i dystrybucją oraz stosowanym paliwem. Wzór poniżej przedstawia emisję gazów cieplarnianych spowodowaną produkcją i stosowaniem biopaliw:

$$E = eec + el + ep + etd + eu - esca - eccs - eccr - eee$$

gdzie:

E – całkowita emisja spowodowana stosowaniem paliwa,

eec – emisja spowodowana wydobyciem lub uprawą surowców,

el – emisja roczna spowodowana zmianami pokładów/ilości pierwiastka węgla w związku ze zmianą sposobu użytkowania gruntów,

ep – emisja spowodowana procesami technologicznymi,

etd – emisja spowodowana transportem i dystrybucją,

eu – emisja spowodowana stosowanym paliwem,

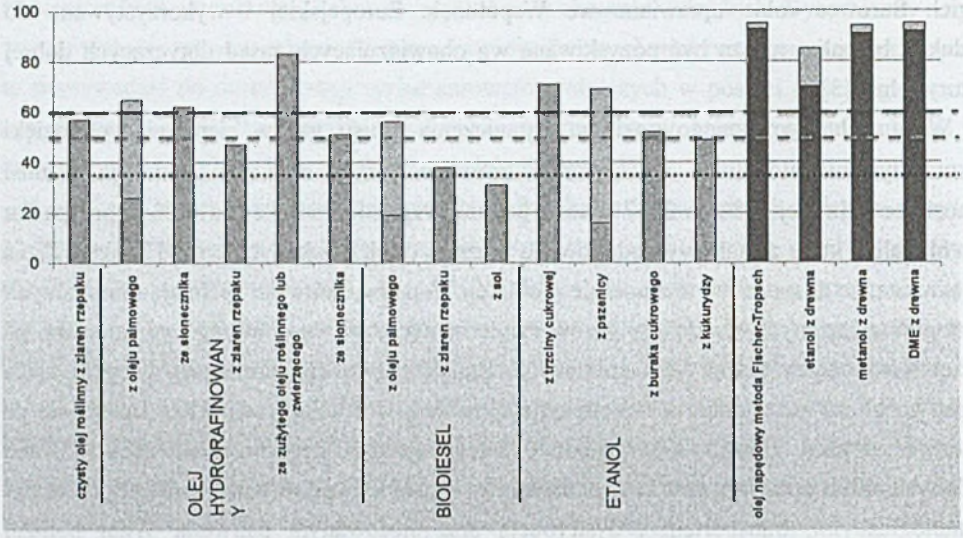
esca – wartość ograniczenia emisji wynikającego z akumulacji węgla w glebie dzięki lepszej gospodarce rolnej,

eccs – ograniczenie emisji spowodowane wychwytywaniem dwutlenku węgla i jego geologicznym magazynowaniem,

eccr – ograniczenie emisji spowodowane wychwytywaniem dwutlenku węgla i jego zastępowaniem,

eee – ograniczenie emisji spowodowane zwiększoną produkcją energii elektrycznej w wyniku kogeneracji.

Na podstawie powyższego wzoru oszacowano typowe i standardowe wartości dla powszechnych ścieżek produkcji biopaliw (rysunek 4).



Rys. 4. Szacunkowe procentowe wartości ograniczenia emisji gazów cieplarnianych w procesach produkcji biopaliw

Fig. 4. The estimated percentages of reduction of greenhouse gas emissions in biofuel production processes

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/30/WE z dnia 23 kwietnia 2009 roku.

Według postanowień dyrektyw 2009/28/WE i 2009/30/WE możliwe są trzy sposoby obliczania emisji GHG – użycie wartości standardowych, wykonanie własnych obliczeń na podstawie danych rzeczywistych lub wykorzystanie tych dwóch metod.

Przy porównywaniu poszczególnych ścieżek produkcji biopaliw okazuje się, że korzyści środowiskowe z ich stosowania są znacznie zróżnicowane. W przypadku biopaliw zaawansowanych już wartości typowe i standardowe gwarantują spełnienie wymogów ograniczenia emisji CO_2 na poziomie przewyższającym 50% w porównaniu z paliwami kopalnymi. Jeśli chodzi o większość biopaliw I generacji, to przekroczenie progu 50% ograniczenia emisji od 2017 roku będzie możliwe jedynie przy wykorzystaniu wartości rzeczywistych i przy ograniczeniu zużycia energii w procesie produkcji. Obecnie właśnie ograniczenie energochłonności procesu produkcji stanowi jedno z większych wyzwań dla sektora biopaliw, który opiera się na razie w większości na biopaliwach I generacji.

Istotnym aspektem środowiskowym, aczkolwiek dość kontrowersyjnym ze względu na trudności w jego oszacowaniu, jest tzw. ILUC (ang. *indirect land use change*), czyli wartości emisji związanych z pośrednią zmianą użytkowania gruntów.

ILUC definiuje się jako dodatkową emisję CO_2 spowodowaną zwiększonym popytem na surowce rolnicze, wynikającym ze wzrostu produkcji biopaliw I generacji. Według tej definicji grunty dotychczas uprawiane na cele spożywcze są przeznaczane na produkcję roślin energetycznych, a kolejne tereny, do tej pory nieprzekształcone przez człowieka, kluczowe

z punktu widzenia zachowania różnorodności biologicznej, są zamieniane na nowe obszary uprawne. Prowadzi to do uwolnienia dodatkowej emisji CO_2, zwłaszcza jeśli przekształceniu ulegnie teren zasobny w pierwiastek węgiel [8].

W rozważaniach nad wprowadzeniem ILUC do obliczeń emisji CO_2 Komisja Europejska zaproponowała przyjęcie wskaźników ILUC określonych na podstawie modelu IFPRI-MIRAGE-BioF (tabela 1).

Tabela 1

Szacowane emisje spowodowane surowcami do produkcji biopaliw, wynikające z pośredniej zmiany sposobu użytkowania gruntów [9]

Grupa surowców	Szacowane emisje wynikające z pośredniej zmiany sposobu użytkowania gruntów (gCO_2eq/MJ)
Uprawy zbóż i inne uprawy roślin wysokoskrobiowych	12
Cukry	13
Rośliny oleiste	55

Ze względu na fakt, że szacowanie wpływu ILUC na emisję GHG polega przede wszystkim na przewidywaniu jej przyszłych skutków, uzyskane wyniki charakteryzuje duża niepewność. Szacunki dotyczące wskaźników ILUC mieszczą się w szerokim przedziale wartości. Z powodu braku odpowiednich modeli i danych analiza rzeczywistych skutków pośredniej zmiany użytkowania gruntów nadal jest niemożliwa, a poziom emisyjności biopaliw związany z ILUC osiąga różne wartości w zależności od założeń przyjętych w danym modelu analitycznym [9].

W przypadku dodania proponowanych przez Komisje Europejską wartości wskaźników ILUC okazuje się, że emisja standardowa GHG z biodiesla wzrasta do 107 gCO_2eq/MJ i przewyższa emisję GHG z oleju napędowego 83,8 gCO_2eq/MJ. Taka sytuacja przy obecnym kształcie wymagań środowiskowych może praktycznie wyeliminować z rynku biopaliwa oparte na wykorzystaniu surowców olejowych. Zagadnienie rewizji podejścia do sposobu wyliczania i uwzględniania emisji związanych z ILUC stanowi jedno z istotniejszych wyzwań stojących obecnie przed sektorem biopaliw.

6. Podsumowanie

Przedstawiona analiza licznych aspektów mających wpływ na sektor biopaliw ukazuje wiele szans i zagrożeń oraz pozwala na wyciągnięcie pewnych wniosków dotyczących rozwoju branży. Największe zagrożenie dla sektora biopaliw generuje obecnie obszar prawny,

w którym mamy do czynienia z pracami nad kształtem aktualnych przepisów oraz nad tworzeniem założeń do polityki po 2020 roku. Propozycje korzystne dla branży, takie jak utrzymanie obecnego poziomu wykorzystania biopaliw I generacji, przeplatają się z niekorzystnymi, takimi jak całkowity brak wsparcia dla tych biopaliw. Istotne wyzwanie tworzą również aspekty środowiskowe, co jest związane z ograniczeniem emisji oraz rozważaniami na wprowadzeniem czynnika ILUC. Rozwój nowych technologii produkcji biopaliw kolejnych generacji powoduje, że coraz chętniej w tych biopaliwach upatruje się substytutu dla obecnie wykorzystywanych biopaliw z surowców jadalnych. Przy jednoczesnej coraz większej świadomości nieodnawialności surowców kopalnych takie otoczenie branży wytycza kierunki, w jakich należy upatrywać szansy na rozwój, którą w odczuciu autorów będzie maksymalizacja efektywności produkcji biopaliw stosowanych obecnie oraz stopniowa dywersyfikacja w kierunku biopaliw kolejnych generacji.

Bibliografia

1. Innowacje w służbie zrównoważonego wzrostu: biogospodarka dla Europy. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Komisja Europejska, Bruksela 2012.
2. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 13 sierpnia 2013 r. w sprawie Narodowych Celów Wskaźnikowych na lata 2013-2018 (DzU 2013.918).
3. http://e-czytelnia.abrys.pl/czysta-energia/2011-5-548/biopaliwa-5952/kryteria-zrownowazonego-rozwoju-w-odniesieniu-do-biopaliw-13048
4. http://www.kib.pl/index.php/biopaliwa/29-kib/wiedza/149-koszty-produkcji-biopaliw-pynnych
5. Krzemieniewski M., Dębowski, Zieliński M.: Alga as an alternative for land-growing energy crops. Czysta Energia, 9(95), 2009, s. 25-27.
6. Lewicki A., Janczak D., Czekała W.: Przegląd instalacji do przemysłowej produkcji alg na biomasę. Technika Rolnicza, Ogrodnicza, Leśna, 3, 2013, s. 1- 13.
7. http://www.fapa.com.pl/gfx/cid/Agroekspres/570_24_09.pdf
8. Jabłońska M.M.: Ocena wpływu wdrożenia koncepcji ILUC na rozwój przemysłu biopaliw. Nafta-Gaz, nr 4, 2014, s. 243-255.
9. Wniosek w sprawie Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady zmieniającej dyrektywę 98/70/WE odnoszącą się do jakości benzyny i olejów napędowych oraz zmieniającej dyrektywę 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (COM(2012)595).

Abstract

The development of the biofuel sector is associated with numerous challenges of regulatory, economic, technological, environmental and socio-demographic, and some of them are presented in this article.

Development of biofuels in the world is directed towards the development of profitable routes for their preparation, while minimizing negative impacts on the environment and ensuring availability.

Due to insufficient resources and compete with crops for food purposes, the possibility of the production of first-generation biofuels are limited.

The EU introduced specific certification schemes for biofuels, bio and confirming compliance with sustainability criteria. At the same time all over the world are working on research and development of biofuels technologies, second and third generation, which do not compete with crops for food purposes and do not reduce biodiversity, so that the negative aspects of the introduction of biofuels, despite increasing their share in the total pool of fuels can be minimized.