

Biopaliwa jako alternatywne nośniki energii w silnikach spalinowych, klasyfikacja i perspektywy rozwoju

KRZYSZTOF BAJDOR, KRZYSZTOF BIERNAT

Przemysłowy Instytut Motoryzacji

W artykule przedstawiono przegląd perspektywicznych technologii otrzymywania biopaliw. Zaprezentowano przyszłościowe ścieżki technologiczne uwzględniające procesy wykorzystywania ditlenku węgla jako surowca. Omówiono obowiązujące strategie badawcze zgodne z polityką UE w zakresie rozwoju przyszłościowych biopaliw. Przedstawiono obszary zastosowań biopaliw oraz procesy badawcze realizowane w Przemysłowym Instytucie Motoryzacji.

1. Wprowadzenie

W Europie oraz w USA biopaliwa płynne definiowane są jako ciekłe i gazowe paliwa do silników spalinowych, otrzymywane z biomasy. Zgodnie z obowiązującą dyrektywą europejską (2009/28/WE), biomasa oznacza „ulegającą biodegradacji część produktów, odpadów lub pozostałości pochodzenia biologicznego z rolnictwa (łącznie z substancjami roślinnymi i zwierzęcymi), leśnictwa i związanych działów przemysłu, w tym rybołówstwa i akwakultury, a także ulegającą biodegradacji część odpadów przemysłowych i miejskich”.

Dyrektywa 2009/28/WE definiuje biopaliwa, nie wyszczególniając poszczególnych gatunków tych paliw. Wynika to zarówno z rozwoju technologii przetwarzania biomasy (procesy BtL), jak i też poszukiwań nowych surowców do otrzymywania biopaliw i paliw alternatywnych (procesy WtL). Obydwie te grupy procesów mają zapewniać mniejszą emisyjność procesową i eksploatacyjną (LCA i analiza WtW). Stąd też, uwzględniając zapisy zawarte w dyrektywie oraz własne doświadczenia wynikające z realizowanych badań, proponuje się przyjąć następującą definicję biopaliw: „Biopaliwa stanowią ciekłe lub gazowe paliwa dla transportu otrzymywane z biomasy oraz substancji odpadowych, a także z pośrednich lub bezpośrednich procesów polegających na wykorzystaniu odpadowego ditlenku węgla pochodzenia naturalnego lub/i przemysłowego”.

Ze względu na rozwój technologii wytwarzania biopaliw oraz promowanie rozwoju biopaliw drugiej i wyższych generacji (tak zwanych biopaliw przyszłości-

wych), w działaniach na rzecz wdrażania biopaliw do eksploatacji należałoby określić surowce i technologie pozwalające zaliczyć tak otrzymywane biopaliwa do grupy nośników energii wnoszących swój wkład w Narodowy Cel Wskaźnikowy (NCW) w stosunku do pozostałych biopaliw. Perspektywiczne technologie zostały już określone i przyjęte w Europejskiej Strategicznej Agencji Badawczej w zakresie Biopaliw, a także będą zdefiniowane w „Mapie drogowej biopaliw dla transportu”, opracowywanej przez Międzynarodową Agencję Energii.

2. Podział i klasyfikacje biopaliw

Przyjmując biomasę jako podstawowe źródło surowcowe do otrzymywania biopaliw, w definicji europejskiej uwzględnione zostały dwie podstawowe ścieżki surowcowe oraz odpowiadające im technologie przetwarzania, a mianowicie procesy BtL („*biomass to liquid*”), alternatywnie BtG („*biomass to gas*”) i WtL („*waste to liquid*”), alternatywnie WtG („*waste to gas*”).

Powyzsza dyrektywa wprowadziła także pojęcie „*bioliquids*” – biocieczy, jako ciekłych biopaliw wykorzystywanych do celów energetycznych innych niż w transporcie, w tym do wytwarzania energii elektrycznej oraz energii ciepła i chłodu, produkowanych z biomasy. W oficjalnej polskiej wersji powyższej dyrektywy niepoprawnie przetłumaczono słowo „*bioliquids*” na „biopłynny”, ponieważ terminem „płyn”, w języku angielskim jest słowo „*fluid*”, a „*bioliquids*” nie obejmują gazowych nośników energii do zastosowań stacjonarnych, a jedynie ciekłe („*liquid*”). A zatem procesy prowadzące do otrzymania biocieczy, z zdefiniowanej biomasy jako surowca mieszczą się w grupach BtE („*biomass to energy*”) oraz WtE („*waste to energy*”).

Podstawowym podziałem biopaliw jest zatem ich podział ze względu na stan skupienia. Zgodnie z aneksem nr 1 Komunikatu Komisji Europejskiej nr 34 z 2006 roku, COM(2006)34 final podzielono biopaliwa na ciekłe, gazowe oraz inne, wprowadzając po raz pierwszy w tym komunikacie pojęcia pierwszej i drugiej generacji biopaliw. Niezależnie od tego zdefiniowano pojęcie „syntetyczne biopaliwa”, określając je jako syntetyczne węglowodory lub ich mieszaniny otrzymywane z biomasy, np. SynGaz produkowany w procesach gazyfikacji biomasy leśnej lub SynDiesel.

W klasyfikacji europejskiej, ze względu na stan skupienia wydzielono następujące biopaliwa:

1. Biopaliwa ciekłe:

- bioetanol otrzymywany z biomasy i/lub z biodegradowalnych frakcji odpadowych, możliwy do zastosowania jako biopaliwo E5, zawierające 5% etanolu i 95% benzyny silnikowej oraz jako E85, zawierające 85% etanolu i 15% benzyny;
- biodiesel zawierający estry metylowe (PME, RME, FAME) otrzymane z olejów pochodzenia roślinnego i zwierzęcego lub odpadowych (np. po-

smażalniczych) tłuszczów i olejów, spełniające wymagania odpowiednich norm na oleje napędowe B5, zawierający 5% estrów i 95% naftowego oleju napędowego, B30, odpowiednio 30% i 70% oraz B100, stanowiący czyste estry o właściwościach zgodnych z odpowiednią normą;

- biometanol jako paliwo lub komponent paliwowy otrzymywany z biomasy;
 - bio-ETBE, eter etylo *tert*-butylowy otrzymywany z bioetanolu, jako dodatek przeciwstukowy do benzyn podwyższający ich liczbę oktanową, stosowany w ilości 47%;
 - bio-MTBE, eter metylo *tert*-butylowy otrzymywany z biometanolu, o tym samym przeznaczeniu jak Bio-ETBE, stosowany w ilości 36%;
 - BtL, jako ciekłe frakcje i ich mieszaniny otrzymywane z biomasy, mogące stanowić biopaliwa lub komponenty paliwowe;
 - czyste oleje roślinne, otrzymywane z procesów tłoczenia, ekstrakcji podobnych procesów, łącznie z rafinacją, z wyłączeniem modyfikacji ich składu metodami chemicznymi, mogące stanowić biopaliwa spełniające wymogi ochrony środowiska, do odpowiednich typów silników.
2. Biopaliwa gazowe:
- bio-DME, eter dimetylowy otrzymywany z biomasy do bezpośredniego stosowania jako biopaliwo do silników o zapłonie samoczynnym;
 - biogaz, jako biopaliwo otrzymywane z biomasy i/lub biodegradowalnych frakcji odpadowych, odpowiednio oczyszczony tak, aby odpowiadał jakością gazowi naturalnemu;
 - biowodór, jako biopaliwo otrzymywane z biomasy lub biodegradowalnych frakcji odpadowych.
3. Inne paliwa z odnawialnych źródeł energii, jako nie wymienione powyżej biopaliwa, otrzymywane ze źródeł definiowanych Dyrektywą 2001/77/EC, które mogą być zastosowane do napędu w środkach transportu.

Jak już wspomniano, w tym samym komunikacie określono założenia podziału biopaliw na biopaliwa generacji pierwszej oraz drugiej. Podział ten wynikał z omówionych powyżej uwarunkowań, a przede wszystkim z oceny przydatności paliw we współczesnej technice silnikowej i dostępności surowców oraz ich wpływu na środowisko. Formalny podział biopaliw na odpowiednie generacje został opublikowany w raporcie „Biofuels in the European Vision, a Vision 2030 and Beyond”, który podzielił biopaliwa na biopaliwa pierwszej generacji, tak zwane „konwencjonalne” oraz na biopaliwa drugiej generacji, tak zwane „przyszłościowe”.

Do biopaliw pierwszej generacji („konwencjonalnych”) zaliczone zostały:

- bioetanol (BioEtOH, BioEt) rozumiany jako konwencjonalny etanol otrzymywany z procesów hydrolizy i fermentacji z takich surowców, jak: zboża, buraki cukrowe itp.;

- czyste oleje roślinne (PVO-pure vegetable oils), otrzymywane z procesów tłoczenia na zimno i ekstrakcji ziaren roślin oleistych;
- biodiesel stanowiący estry metylowe oleju rzepakowego (RME) lub estry metylowe (FAME) i etylowe (FAEE) wyższych kwasów tłuszczowych innych roślin oleistych, otrzymywane w wyniku procesów tłoczenia na zimno, ekstrakcji i transestryfikacji ;
- biodiesel, stanowiący estry metylowe i etylowe, otrzymywany w wyniku transestryfikacji posmażalniczych odpadów olejowych;
- biogaz otrzymywany w wyniku procesów oczyszczania zawilgoconego biogazu składowiskowego bądź rolniczego;
- bio-ETBE, otrzymywany z przeróbki chemicznej bioetanolu.

Do biopaliw drugiej generacji („przyszłościowych”) zostały sklasyfikowane:

- bioetanól, biobutanól i mieszaniny wyższych alkoholi oraz ich pochodne otrzymywane w wyniku zaawansowanych procesów hydrolizy fermentacji lignocelulozy pochodzącej z biomasy (z wyłączeniem surowców o przeznaczeniu spożywczym);
- syntetyczne biopaliwa stanowiące produkty przetwarzania biomasy poprzez zgazowanie i odpowiednią syntezę na ciekłe komponenty paliwowe w procesach BtL oraz powstałe w wyniku przetwarzania biodegradowalnych odpadów pochodzenia przemysłowego komunalnego, w tym ditlenku węgla w procesach WtL;
- paliwa do silników o zapłonie samoczynnym pochodzące z przetwarzania lignocelulozy z biomasy w procesach Fischer-Tropscha, w tym biodiesel syntetyczny pochodzący z kompozycji produktów lignocelulozowych;
- biometanol otrzymywany w wyniku procesów przekształcania lignocelulozy, w tym syntezy Fisher-Tropscha, a także z wykorzystaniem odpadowego ditlenku węgla;
- biodimetyloeter (bioDME) otrzymywany w termochemicznych procesach przetwarzania biomasy, w tym biometanolu, biogazu gazów syntezowych stanowiących pochodne procesów przekształcania biomasy;
- biodiesel, jako biopaliwo lub komponent paliwowy do silników o zapłonie samoczynnym otrzymywany w wyniku rafinacji wodorem (hydrogenizacji) olejów roślinnych i tłuszczów zwierzęcych;
- biodimetylofuran (bioDMF) pochodzący z procesów przetwarzania cukrów, w tym celulozy w procesach termo- i biochemicznych;
- biogaz jako syntetycznie otrzymywany gaz ziemny - biometan (SNG), otrzymywany w wyniku procesów zgazowania lignocelulozy odpowiedniej syntezy oraz w wyniku procesów oczyszczania biogazu rolniczego, wysypiskowego i z osadów ściekowych;
- biowodór otrzymywany w wyniku zgazowania lignocelulozy i syntezy produktów zgazowania lub w wyniku procesów biochemicznych.

Z powyższej klasyfikacji wynika, że nie można zaliczać do biopaliw drugiej generacji przetworzonych biopaliw pierwszej generacji, co oznacza, że dalsza przeróbka estrów, na przykład poprzez rafinację wodorem, nie powoduje otrzymania biopaliwa drugiej generacji i jest nieracjonalna technicznie oraz ekonomicznie. W zasadzie koncepcja rozwoju biopaliw drugiej generacji opiera się na założeniu, że surowcem do ich wytwarzania powinna być zarówno biomasa, i jak odpadowe oleje roślinne i tłuszcze zwierzęce oraz wszelkie odpadowe substancje pochodzenia organicznego, nieprzydatne w przemyśle spożywczym czy też leśnym.

W latach ubiegłych Dyrekcja Generalna Transportu i Energetyki Komisji Europejskiej zaproponowała wydzielenie biopaliw trzeciej generacji jako tych, dla których opracowanie technologii powszechnego otrzymywania i wdrożenia ich do eksploatacji może być szacowane na lata 2030 i powyżej. Do tych paliw zakwalifikowano wstępnie biowodór i biometanol.

Ze względu na najbardziej istotny czynnik wymuszający upowszechnienie stosowania biopaliw, a mianowicie: ograniczenie emisji gazów cieplarnianych (GHG), w tym głównie ditlenku węgla (niepoprawnie określanego w oficjalnych polskich dokumentach „dwutlenkiem węgla”), uściślono pojęcia biopaliw trzeciej generacji i zaproponowano wprowadzenie biopaliw czwartej generacji. Obydwie te grupy zaliczane są do grupy biopaliw przyszłościowych („*advanced biofuels*”). Biopaliwa trzeciej generacji mogą być otrzymywane podobnymi metodami, jak paliwa drugiej generacji, ale ze zmodyfikowanego na etapie uprawy surowca (biomasy) za pomocą molekularnych technik biologicznych. Celem tych modyfikacji jest udoskonalenie procesu konwersji biomasy do biopaliw (biowodór, biometanol, biobutanol) poprzez np. uprawy drzew o niskiej zawartości ligniny, rozwój upraw z wbudowanymi odpowiednio enzymami itp.

Propozycja wydzielenia nowej czwartej generacji biopaliw powstała ze względu na konieczność zamknięcia bilansu ditlenku węgla lub eliminacji jego oddziaływania na środowisko. A zatem technologie wytwarzania biopaliw czwartej generacji powinny uwzględniać procesy CCS („*Carbon Capture and Storage*”), czyli wychwyty i składowania węgla na etapie surowców i technologii wytwarzania tych biopaliw. Surowcami do ich produkcji mają być rośliny o zwiększonej, nawet genetycznie, asymilacji CO₂ w czasie uprawy, a stosowane technologie muszą uwzględniać wychwyty ditlenku węgla w odpowiednich formacjach geologicznych poprzez doprowadzenie do stadium węglanowego lub składowanie w wyrobiskach ropy naftowej i gazu.

W USA nie występuje kategoryzacja biopaliw. Według analizy NREL (Narodowe Laboratorium Energii Odnawialnej) przewidywane jest stopniowe opracowywanie i wdrażanie technologii otrzymywania biopaliw w czasie.

Według danych NREL, aktualnie wdrażane są technologie następujących biopaliw:

- etanol jako komponentu biopaliwowego, którego surowce stanowią ziarna zbóż oraz celuloza pochodząca z rolnictwa i leśnictwa;
- biodiesel stanowiący mieszaninę estrów wyższych kwasów tłuszczowych z procesów transtryfikacji olejów roślinnych i naftowego oleju napędowego;

W perspektywie czasowej przewidywane jest wdrażanie technologii kolejnych biopaliw:

- „Green Diesel and Jet Fuel”, tak zwany „zielony diesel” i uniwersalne paliwo do silników turbinowych (głównie jako paliwo dla potrzeb wojskowych), otrzymywane z tłuszczów, olejów odpadowych i czystych olejów roślinnych, rafinowanych w naftowych rafineriach do bardzo niskiego poziomu zawartości siarki;
- inne produkty procesów fermentacyjnych biomasy, takie jak: butanol, octany (etaniany) i mleczały (2-hydroksypropaniany) i tym podobne;
- ciecze popirolityczne z procesów pirolizy biomasy jako alternatywny surowiec do rafinerii naftowych lub procesów zgazowania;
- gaz syntezowy otrzymywany z biomasy metodą Fischer-Tropscha, jako surowiec do wytwarzania metanolu, eteru dimetylowego lub mieszanin alkoholi;
- „Algae-derived Fuels”, paliwa pochodzące z biomasy z alg morskich, jako źródła triglicerydów do otrzymywania biodiesla, „zielonego diesla” i paliwa lotniczego „Jet” oraz jako surowce do otrzymywania węglowodorów;
- biopaliwa otrzymywane z takich surowców, jak: jatrofa, halofity, Inicznik („*Camelina sativa*”) z przeznaczeniem na oleje napędowe i paliwa typu Jet;
- paliwa węglowodorowe jako biopaliwa dalekiej przyszłości, pochodzące z procesów biologicznych lub uwodornienia biomasy, w tym paliwa z procesów xTL.

Ta ostatnia grupa biopaliw nabiera coraz bardziej istotnego znaczenia, ponieważ ze względu na konieczność coraz bardziej znacznego ograniczenia emisji ditlenku węgla, stwierdzono, że należy poszukiwać nowych dróg zamykania bilansu tego gazu poprzez poszukiwanie nowych surowców oraz dróg ich przetwarzania.

3. Perspektywiczne (przyszłościowe) technologie wytwarzania biopaliw

Ze względu na szacowany potencjał biomasy oraz konieczność radykalnego obniżania emisji ditlenku węgla, opracowywane są nowe, perspektywiczne technologie w USA i Europie, w zakresie:

- technologii produkcji biopaliwa, w tym typu Jet, poprzez bezsłoneczną hodowlę glonów ze szlamów pochodzenia rolniczego, traw i substancji odpadowych, z wykorzystaniem ditlenku węgla (technologia „SOLAZYME”);
- technologii plazmowej gazyfikacji odpadowej biomasy oraz odpadów komunalnych i przemysłowych (procesy BtG i WtG), a następnie przetworzenie otrzymanych gazów na biopaliwa płynne (oleje napędowe i paliwa typu Jet) w procesie GtL (technologia „SOLENA” wdrażana w Wielkiej Brytanii i we Włoszech);
- technologii wykorzystywania ditlenku węgla w procesach produkcji nośników energii;
- kompleksowych technologii biorafineryjnych.

Uwzględniając dotychczasowe doświadczenia i rozwój technologii wytwarzania biopaliw, a dokładniej paliw alternatywnych, pochodzących z surowców biologicznie i cywilizacyjnie odpadowych (procesy xTL), dąży się przede wszystkim do ograniczenia emisji CO₂ lub też optymalnego jego zbilansowania w procesach wytwarzania i spalania paliw. W planowanej perspektywie produkcji i stosowania biopaliw (paliw alternatywnych) przyjmuje się, że te paliwa powinny:

- występować w dostatecznie dużych ilościach;
- cechować się technicznymi i energetycznymi właściwościami determinującymi ich przydatność do zasilania silników lub urządzeń grzewczych;
- być tanie w produkcji i sprzedaży;
- stanowić mniejsze zagrożenia dla środowiska, niż paliwa dotychczas stosowania poprzez mniejszą emisyjność związków toksycznych i gazów cieplarnianych w procesie ich spalania;
- zapewnić możliwe do przyjęcia wskaźniki ekonomiczne silników lub kotłów i bezpieczeństwo ich użytkowania, a także umożliwić niższe koszty eksploatacji tych urządzeń;
- zwiększać niezależność energetyczną.

Uwzględniając powyższe uwarunkowania, Europejska Platforma Technologiczna Biopaliw opracowała na początku 2010 roku korektę do Strategicznej Agendy Badawczej w Zakresie Biopaliw, w której uwzględniono postęp technologiczny oraz konieczność zintensyfikowania działań w zakresie ograniczania emisji gazów cieplarnianych. Niezależnie od tego Międzynarodowa Agencja Energii (IEA) opracowuje Mapę Drogową Biopaliw w transporcie, w której także uwzględnia się konieczność zrównoważonego rozwoju oraz ograniczania emisji GHG poprzez m. in. wykorzystanie ditlenku węgla. Także dyrektywa europejska w preambule zaleca, aby „...podjąć odpowiednie działania, obejmujące wsparcie zrównoważonego rozwoju w odniesieniu do biopaliw oraz rozwój biopaliw drugiej i trzeciej generacji we Wspólnocie i na całym świecie...”.

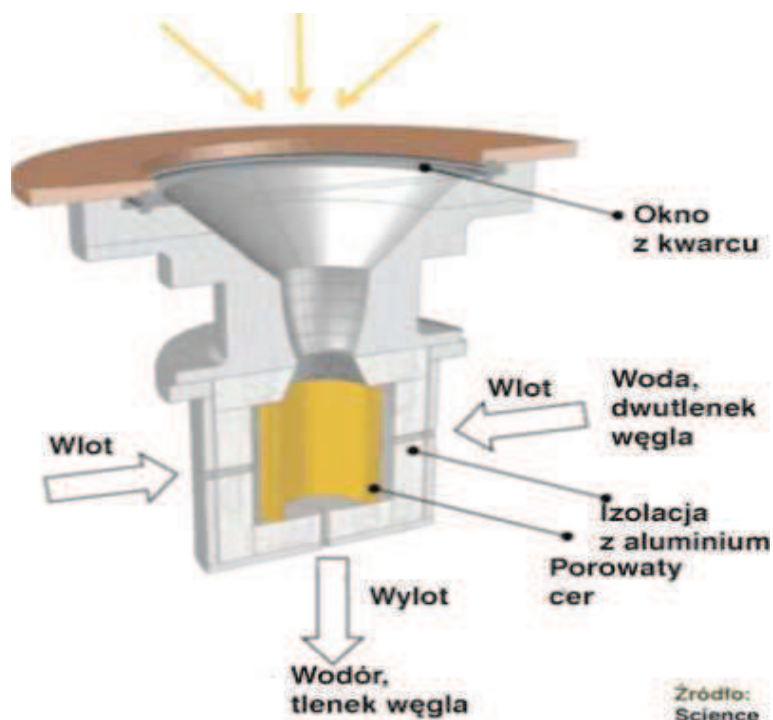
- paliwa syntetyczne / węglowodory z gazyfikacji biomasy (zastosowanie: paliwa transportowe z OZE do silników lotniczych i silników o zapłonie samoczynnym);
- biometan i inne gazowe paliwa z gazyfikacji biomasy (substytuty gazu ziemnego i innych paliw gazowych) (zastosowanie: paliwa silnikowe oraz wysoko efektywna produkcja energii);
- biopaliwa (biociecze) z biomasy otrzymywane przez inne procesy termochemiczne, jak piroliza (zastosowanie: paliwa grzewcze, wytwarzanie energii lub pośrednio poprzez procesy xTL do paliw transportowych);
- etanol i wyższe alkohole z cukrów zawierające biomasę (zastosowanie: paliwa transportowe z OZE lub jako komponenty benzynowe, E85);

- węglowodory z biomasy, otrzymywane z cukrów, wytworzone w procesach biologicznych i/lub chemicznych (zastosowania: odnawialne paliwa transportowe do silników lotniczych i silników o zapłonie samoczynnym);
- biopaliwa otrzymywane w wyniku wykorzystywania ditlenku węgla do produkcji mikroorganizmów lub z bezpośredniej syntezy ditlenku węgla, naturalnego pochodzenia, w procesach termo- i biochemicznych (zastosowania: paliwa transportowe z OZE i dla lotnictwa).

Powyższe definicje obejmują więc wytwarzanie już zdefiniowanych co do rodzaju biopaliw, takich jak bioDME, bioDMF i inne pochodne furanowe, FT-diesel, HTU-diesel, paliwa z uwodornienia odpadowych olejów roślinnych i tłuszczów zwierzęcych nieprzydatnych w przemyśle spożywczym.

Ze względu na zasadniczy cel wprowadzania biopaliw jako paliw samoistnych, bądź jako komponentów paliwowych, który wynika z konieczności obniżania emisji ditlenku węgla, zasadnym jest uwzględnienie jako potencjalnych biopaliw także paliw powstających w wyniku syntezy bądź wykorzystywania odpadowego ditlenku węgla w procesach wytwarzania nośników energii dla celów transportowych. Przykładem prac prowadzonych w tym zakresie mogą być badania prowadzone w USA, polegające na otrzymywaniu gazu syntezowego z ditlenku węgla i pary wodnej, w oparciu o katalizowany proces z wykorzystaniem energii słonecznej, przedstawiony na rysunku 1.

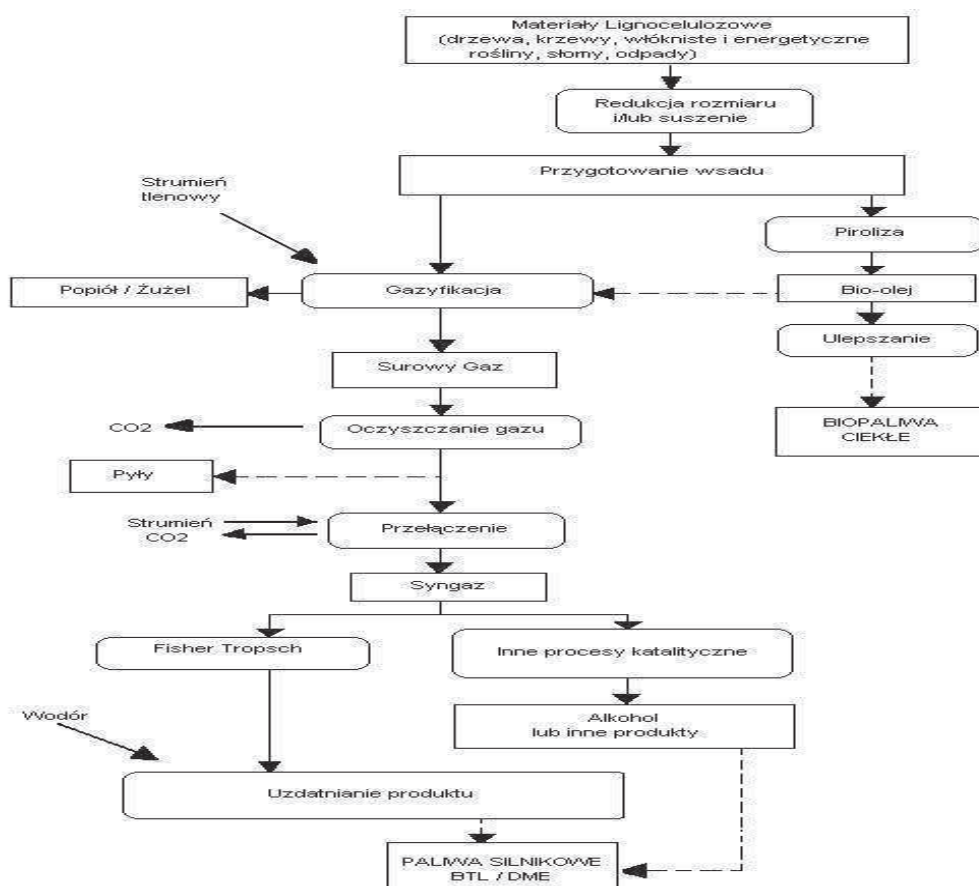
Zaliczenie tak otrzymanych biopaliw (biokomponentów) do biopaliw drugiej i wyższych generacji („*advanced biofuels*”) mieści się w pełni w zaleceniach dyrektywy 2009/28/WE, ponieważ ditlenek węgla jest także odpadem pochodzenia naturalnego typu „bio”.



Rys.1. Schemat technologii solarnej otrzymywania gazu syntezowego (technologia Sosina-Haile)

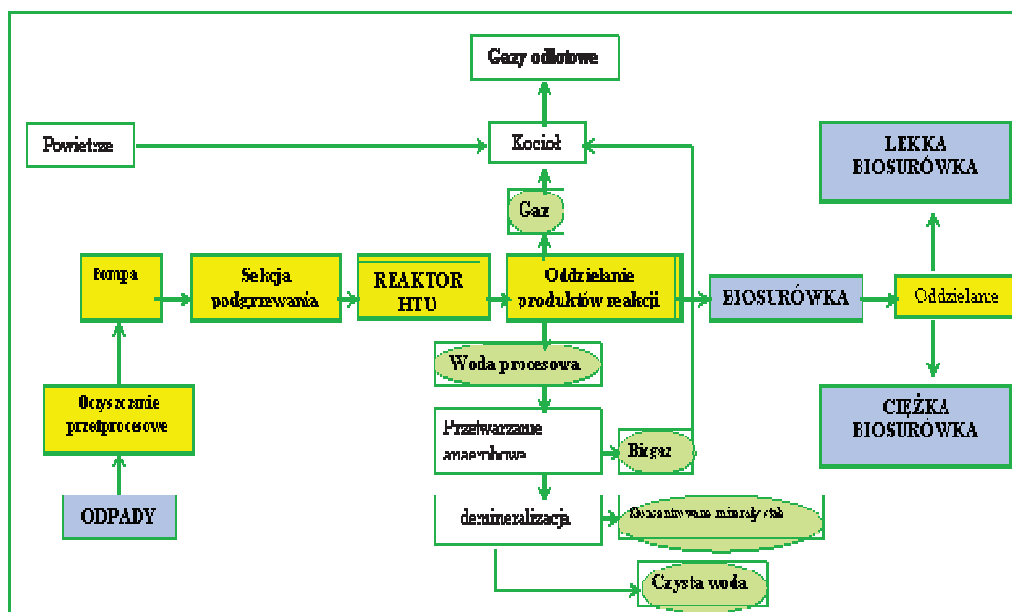
Uwzględniając dotychczasowe doświadczenia i wyniki badań, w najbliższej perspektywie powinno się dążyć do otrzymywania biopaliw jako kompozycji węglowodorowych pozyskiwanych według określonych ścieżek technologicznych. Ścieżki te umożliwią otrzymanie paliw alternatywnych do silników spalinowych, przy jednoczesnym domykaniu cyklu CO₂. Stąd też przyszłościowe biopaliwa powinny stanowić:

- paliwa syntetyczne, jako kompozycje węglowodorów pochodzących z procesów gazyfikacji i pirolizy biomasy (rys.2);



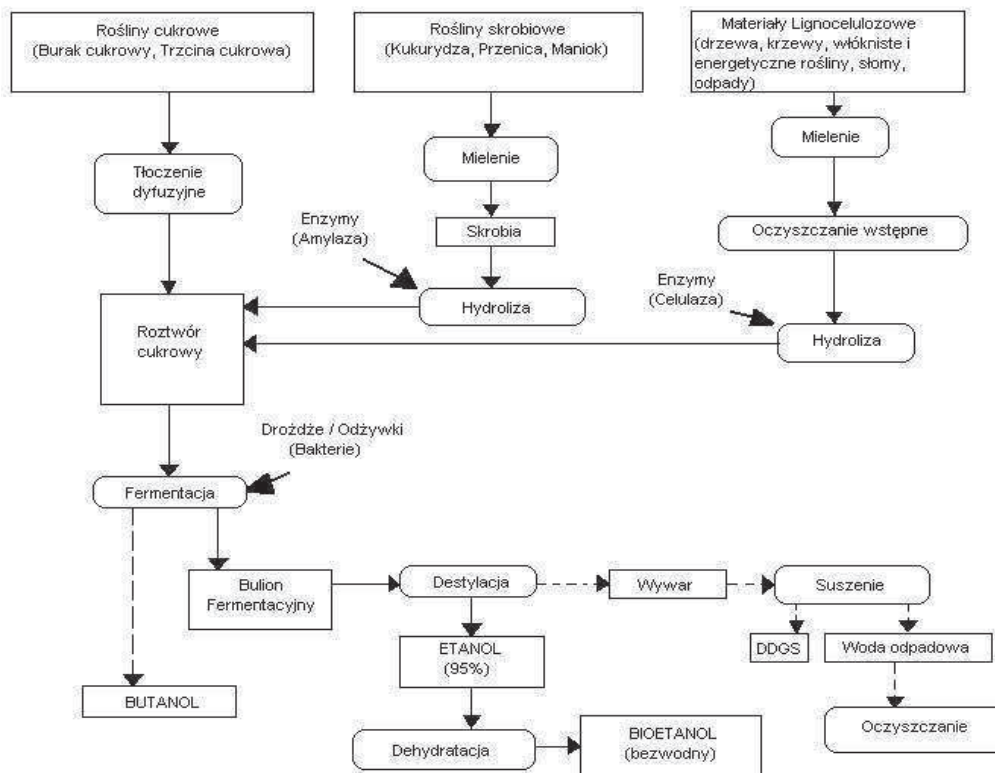
Rys.2. Schemat procesu gazyfikacji i pirolizy biomasy

- biopaliwa z biomasy otrzymywane przez inne procesy termochemiczne, jak piroliza, procesy depolimeryzacji i uwodornienia produktów rozkładu biomasy (procesy HTU, rys. 3);



Rys. 3. Schemat procesu HTU

- kompozycje paliwowe zestawione z węglowodorów otrzymywanych z biomasy, spełniające wymagania jakościowe dla paliw silnikowych, w tym otrzymywane pośrednio i bezpośrednio z cukrów w procesach biologicznych i/lub chemicznych;
- biopaliwa stanowiące inne pochodne cukrów, w tym celulozy spełniające wymagania paliw silnikowych;
- biometan i inne gazowe paliwa pochodzące z procesów gazyfikacji biomasy i/lub z procesów oczyszczania biogazu rolniczego, składowiskowego i z osadów ściekowych (substytuty gazu ziemnego i innych paliw gazowych);
- bioetanol i wyższe alkohole (biobutanol) oraz ich pochodne, otrzymywane z biomasy w procesach biochemicznych i/lub katalizowanych procesach termochemicznych (rys. 4);



Rys. 4. Schemat biochemicznych procesów przekształcania biomasy

- biopaliwa otrzymywane w wyniku wykorzystywania ditlenku węgla do produkcji mikroorganizmów lub z pośredniej i/lub bezpośredniej syntezy ditlenku węgla, naturalnego pochodzenia, w procesach termo- i biochemicznych;
- biopaliwa otrzymywane z gazu syntezowego otrzymywanego w wyniku przekształcania bezpośredniego lub pośredniego (poprzez metanol) biomasy i/lub GHG;
- biopaliwa (HVO), otrzymywane z procesów uwodornienia odpadowych tłuszczów pochodzenia roślinnego i zwierzęcego.

4. Badania w zakresie biopaliw realizowane w PIMOT

W Przemysłowym Instytucie Motoryzacji prowadzone są badania naukowe i prace rozwojowe m.in. w obszarze biopaliw i innych odnawialnych źródeł energii. Zadania realizowane w formie projektów badawczych, rozwojowych oraz tematów działalności statutowej pozwolą m.in. dostosować technologie produkcji biokomponentów

i biopaliw pierwszej i drugiej generacji do potencjału surowcowego Polski i istniejącego zaplecza przemysłowego oraz ocenić możliwości podwyższenia krajowego potencjału energetycznego przy wykorzystaniu surowców do wytwarzania paliw alternatywnych, a także opracować zasady dystrybucji i magazynowania biokomponentów oraz biopaliw pierwszej i drugiej generacji.

Obecnie realizowane przez PIMOT projekty dotyczą następujących zagadnień związanych z tematyką biopaliw:

- rozwój technologii produkcji biopaliw drugiej generacji otrzymywanych w procesie termicznego krakingu surowców uzyskiwanych z odnawialnych źródeł energii i odpadów organicznych do celów transportu i zastosowań energetycznych (w ramach projektu rozwojowego),
- opracowanie krajowej technologii produkcji i stosowania biopaliw bioetanolowych do silników spalinowych (w ramach projektu rozwojowego),
- opracowanie systemu ciągłej kontroli stopnia i tempa procesu starzenia paliw płynnych w trakcie magazynowania (w ramach PO IG),
- opracowanie i wdrożenie dwupaliwowego systemu zasilania silników o zapłonie samoczynnym biogazem rolniczym z pilotującą dawką paliwa ciekłego (w ramach inicjatywy Eureka),
- opracowanie zintegrowanych technologii wytwarzania paliw z biomasy, odpadów rolniczych i innych (w ramach projektu strategicznego),
- badanie procesów hydrokonwersji olejów i tłuszczów naturalnych do węglowodórów (w ramach działalności statutowej)

Ponadto PIMOT jest koordynatorem Polskiej Platformy Technologicznej Biopaliw i Biokomponentów zrzeszającej podmioty gospodarcze, jednostki naukowe i instytucje z otoczenia biznesu.

Prowadzone w PIMOT prace pozwolą na opracowanie długofalowej strategii dywersyfikacji i rejonizacji produkcji poszczególnych rodzajów surowców do wytwarzania biopaliw i wykorzystania istniejącej infrastruktury przemysłowej do wdrażania biotechnologii. Możliwe będzie również opracowanie technicznych podstaw dla utworzenia flot pojazdów przystosowanych do zasilania biopaliwami I i II generacji oraz przystosowania systemów zasilania układów energetycznych do stosowania biopaliw. Należy spodziewać się wzrostu wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych (OZE), w tym biopaliw, i podwyższenia sprawności wytwarzania, przesyłania i dystrybucji energii, co spowoduje wzrost efektywności energetycznej w procesie użytkowania energii i zmniejszenie negatywnego oddziaływania sektora energetyki na środowisko. Prowadzone działania przyczynią się również do rozwoju przemysłu produkującego urządzenia do produkcji paliw i energii ze źródeł odnawialnych.

Literatura

1. Boerriger H. „Green diesel production with Fischer-Tropsch synthesis”, BusinessMeeting Bioenergy, 13 September 2002.
2. Jęczmionek Ł, Oleksiak S., Skręt I. [i in.], Biopaliwa drugiej generacji, ITN, Kraków, 2006.
3. Biernat K. „Prognoza rozwoju paliw”, „Studia Ecologiae et Bioethicae” nr 3/2005.

4. Namber J.E. and Goudriaan F., *HTU®-Diesel from biomass*, Waszyngton DC, 31 Sierpnia 2005.
5. Biernat K., „Kierunki rozwoju układów zasilania i spalania oraz źródeł energii we współczesnych silnikach spalinowych”, „Przemysł Chemiczny”, grudzień 2006.
6. Biernat K. „Biopaliwa drugiej generacji”, Krajowa Konferencja Biopaliw i Biokomponentów, Gdańsk, 18.10.2006.
7. Biernat K., Mielczarska-Rogulska M., „Implementation and Properties of Biofuels and Biocomponents”, Materiały konferencji “European Transport in FP 7”, Warszawa, 1-2. 03. 2007.
8. Maniatis K. “Biofuels EU policy and recent developments”, Materiały drugiego spotkania Mirror Group ETPB, Bruksela, luty 2007.
9. L.J.Sitnik „Ekopaliwa silnikowe”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław, 2004.
10. Kampman B.E., den Boer L.C., Croezen H.J., “Biofuels under development”, Publication CE No 05.4894.11, Netherlands Petroleum Industry Association, Delft, May. 2005.
16. Van Ree R., Annevelink E., *Status Report Biorefinery 2007*, www.biorefinery.nl, November 2007.
17. Zwart, R.W.R.: *Biorefinery - The worldwide status at the beginning of 2006*, BioRef 0603, www.biorefinery.nl, July 2006.
18. Soetaert W., *Defining biorefineries and different concepts*, BioreFuture 2009, Biorefinery Euroview BIOPOL, Brussels, 30 March 2009.
19. Fagnäs L., Solantausta Y., *Lignocellulosic Biorefinery*, BioreFuture 2009, Biorefinery Euroview BIOPOL, Brussels, 30 March 2009.
20. Söderholm P., Lundmark R., *The Development of Forest-based Biorefineries: Implication for Market Behavior and Policy*, Forest product journal, no. 1/2 (vol. 59), 2009, pp. 6-16.
21. Fernando S., Adhikari S., Chandrapal C., [et al.], *Biorefineries: Current status, Challenges and Future Direction*, Energy Fuels, 2006, 20 (4), pp. 1727-1737.
22. Wilén C., Kurkela E., *Gasification of Biomass for energy production – State of technology in Finland and global market perspectives*, Technical Research Centre of Finland, ESPOO 1997.
23. R. Sims, M. Taylor, *From first to second generation biofuels technologies – An overview of current industry and RD&D activities*, International Energy Agency IEA Bioenergy, November 2008.
24. Biernat K. „Techniczne i środowiskowe uwarunkowania wykorzystania biomasy do celów energetycznych” VII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Obieg Pierwiastków w Przyrodzie – Bioakumulacja, Toksyczność, Przeciwdziałanie, Integracja Europejska”, Warszawa, 27-28.09.2007r
25. Dziołak P., Biernat K., „Badania nad technicznymi i technologicznymi możliwościami kompleksów biorafineryjnych w Polsce”, Warsztaty Naukowe IEiB UKSW, Warszawa, 27 maja 2009.
26. K. Biernat „Demonstrative project of biorafinery using existing infrastructure of conventional oil refinery”, Workshop: “Biorafinery Joint Call”, Bruksela 16.09.2008.
27. K.Biernat „Perspektywy rozwoju biopaliw i paliw alternatywnych”, „Paliwa ze źródeł odnawialnych i alternatywnych”, Warsztaty i szkolenie PIPP, Warszawa, 27.11.2007.
28. European Biofuels Technology Platform „Strategic Research Agenda Update 2010” Innovation Driving Sustainable Biofuels, Brussels 2010.
29. European Energy and Transport, “Trends to 2030 – Update 2007” European Commission, Directorate-General for Energy and Transport, Luxembourg, Office for Publications of the European Communities, 2008.
30. Institut für Energetik und Umwelt gGmbH: “Biogaz – Produkcja, Wykorzystywanie” Leipzig 2005.
31. Aeobiom: „A Biogas Road Map for Europe, Brussels, 2010.
32. Sivasamy A., Foransiero P., Zinoviev S., [et al.] BIO-FUELS, Technologies Status and Future Trend, Feedstock and Product Valorisation, Assessment of Technologies and DST, Triest, Leipzig, 2007.

33. Compedium of Best Practics: "Sharing Local and State Successes in Energy Efficiency on Renewable Energy from the US", REEP, Alliance to Save Energy, Acore, Vienna, Washington 2010.
34. IEA, Enerfy Efficiency Series: "Transport Energy Efficiency, Implementation of IEA Recommendations Since 2009 and Next Step", Vienna 2010.
35. The Solena Group: Toward Clean Skies, LOT Polish Airlines, Warsaw 2010.
36. Sossina M., Haile,^{1*} Aldo Steinfeld^{2,3*} William C. Chueh,¹ Christoph Falter,² Mandy Abbott,¹ Danien Scipio,¹ Philipp Furler,² "High-Flux Solar-Driven Thermochemical Dissociation of CO₂ and H₂O Using Nonstoichiometric Ceria" "Science" 330, 1797, 2010.
37. www.acore.org; (strona internetowa American Council of Renewable Energy).
38. www.biofuelstp.eu; (strona internetowa European Biofuels Technology Platform).
39. www.biofuels-platform.ch; (strona internetowa Swiss Biofuels Platform).