

Bioenergetyka polska – blaski i cienie

Autor: Janusz Buchoski

(„Rynek Energii“ – kwiecień 2004)

Słowa kluczowe: biopaliwa, bioenergetyka

Streszczenie. Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii jest tematem dyskusji od wielu lat. Największą uwagę w tej dyskusji poświęca się temu co i jak spalać oraz wpływowi tego spalania na środowisko. Rzadko autorzy piszą o realnych możliwościach pozyskania biosurowców i ujemnych skutkach dla środowiska jakie może przynieść biopolityka w energetyce. Niniejszy artykuł jest próbą przedstawienia rozwijających się form zasilania i funkcjonowania bioenergetyki.

1. WSTĘP

Wzrastające zainteresowanie odnawialnymi źródłami energii uwarunkowane jest między innymi:

- wyczerpywaniem się paliw kopalnych i poszukiwaniem nowych źródeł energii,
- ograniczeniem zanieczyszczenia środowiska,
- polityką energetyczną państwa.

Do źródeł tych zalicza się: biomasę, energię wód, energię wiatru, energię słońca i energię geotermalną. Wśród nich, oprócz energii wód, najbardziej realna do wykorzystania na skalę masową jest biomasa. Stanowi ona ponad 95% zasobów energii odnawialnej w kraju [2].

Biomasa jest to substancja organiczna powstająca w wyniku przetwarzania energii promieniowania słonecznego w procesie fotosyntezy. Można pokusić się o stwierdzenie, że jest to zakumulowana w roślinach energia słoneczna. Do biomasy zaliczyć można:

- odpady powstające przy produkcji i przetwarzaniu produktów roślinnych,
- odpady z produkcji rolnej,
- olej rzepakowy (przetworzony i nie),
- alkohole stosowane do uszlachetniania benzyn,
- szybko rosnące rośliny (uprawiane w celach energetycznych),
- odpady komunalne,
- odchody zwierzęce z ferm hodowlanych.

Część energetyki wykorzystująca te surowce, w postaci bezpośredniej bądź przetworzonej, do produkcji energii można określić jako bioenergetykę. Mówiąc o bioenergetyce należy również zdaniem autora zwrócić uwagę na tę część produkcji i usług potrzebnych do funkcjonowania bioenergetyki, a mianowicie: plantacje energetyczne, transport paliw, zakłady przygotowujące paliwa, a także instytucje wspierające wszelkie działania związane z rozwojem i promocją energii odnawialnej.

W większości publikacji zwykło się pisać o korzyściach płynących z bioenergetyki, do których można zaliczyć między innymi: wykorzystanie większości odpadów, co bezpośrednio i pośrednio zmniejsza zanieczyszczenie środowiska, zagospodarowanie nieużytków, powstające nowe miejsca pracy, rozwój gospodarki kraju. Jednak nasuwa się pytanie czy bioenergia niesie ze sobą same korzyści, czy jest to tylko trend proekologiczny wywołany przez media i UE.

2. BIOPALIWA

Biopaliwem określić można nie tylko przetworzone i nieprzetworzone oleje rzepakowe, alkohole i paliwa konwencjonalne z dodatkami tych pierwszych, a także wszystkie paliwa powstałe z substancji organicznych, które można podzielić na substancje stałe, płynne i gazowe.

2.1. Stałe

Do biopaliw stałych najczęściej zaliczane są odpady roślinne, głównie zrębki drzewne oraz nadwyżki słomy i siana, jak i rośliny energetyczne hodowane specjalnie do celów energetycznych (wierzba energetyczna, malwa pensylwańska, itp.). Mogą one być spalane bezpośrednio w kotłach bądź zgazowane. Szacunkowy potencjał energetyczny biopaliw stałych w Polsce przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Potencjał energetyczny biopaliw stałych w Polsce wg [10]

Rodzaj	Całkowita ilość, mln t	Ilość możliwa do wykorzysta	Potencjał techniczny, PJ
Słoma i	43	11,8	195
Drewno i jego odpady	27,5	8,8	57,6

Pod względem energetycznym dwie tony biomasy równoważne są jednej tonie węgla kamiennego.

W Danii na cele energetyczne przeznacza się około 50% zasobów słomy - zapewne można i tak zrobić w Polsce - przecież część słomy się marnuje, ale czy jest tak naprawdę? Odpowiedzi można udzielić na wiele sposobów i każda w znacznym stopniu będzie prawdziwa. Według autora nie można pochopnie kopiować modeli sprawdzonych w Europie, gdyż żyjemy w innych warunkach klimatycznych, mamy inne gleby np. niż Duńczycy. Kolejnym argumentem przemawiającym za niespalaniem słomy jest fakt iż w znacznym stopniu przeznaczana jest ona na ściółkę i paszę, a hodowla bezściółkowa jest nieprzyjazna dla zwierząt. Czy więc spalanie słomy jest proekologiczne - zmniejszenie emisji gazów będzie skutkowało ubożeniem ziemi w próchnicę i jej degradację?

Naturalnym kierunkiem rozwoju wykorzystania tych paliw jest produkcja ciepła zarówno w instalacjach indywidualnych jak i zbiorowych. W dłuższej perspektywie można się spodziewać rozproszonych układów kogeneracyjnych pracujących na odnawialnych paliwach.

Pod względem ekologicznym można powiedzieć, że biomasa jest lepsza od węgla, gdyż w czasie spalania emituje do atmosfery mniej SO₂, a bilans emisji dwutlenku węgla można przyjąć za zerowy jeśli uwzględniony zostanie tylko proces spalania, a pominięte zostaną procesy produkcji, obróbki i transportu biomasy do kotłowni. Sam proces przygotowania l ha ziemi i produkcji na nim dowolnej rośliny wymaga około 20 litrów oleju napędowego, nie wliczając w to paliwa potrzebnego na dojazd do pola. Zbiór z tego areálu pochłonie kolejne 30 litrów paliwa, a transport na odległość 100 km, w zależności od środka trans-

portu, od 1,4 do 5 litrów na tonę. Podczas spalania do atmosfery oddawane jest tyle CO₂ ile pobrały rośliny w czasie wzrostu. Chemiczny skład biomasy i jej spalin w porównaniu z węglem przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 2. Chemiczny skład biomasy i produktów jej spalania wg [3. 5, 7]

Biomasa, %			
Substancj	Stoma	Drewno	Węgiel
Wilgotność	10-15	30-40	2,8-12
Węgiel	42-47	35-48	60-70
Tlen	37-40	43-45	7-11
Wodór	4,5-5,2	4-5,7	3,5-5,6
Chlor	0,2-0,75	0,1	0,08-0,1
Siarka	0,11-0,16	0,05-0,1	0,8-0,9
Azot	0,3-0,8	0,1-0,13	1-1,28
Popiół	3-6	0,3-1	8-12
Produkty spalania, g/GJ			
Substancj	Słoma	Drewno	Węgiel
CO ₂	0	0	95000
SO ₂	11	12	420
NO _x	70	80	137
CO	38	42	990

2.2. Płynne

Płynne biopaliwa są to substancje pochodzenia organicznego powstałe w wyniku przetwarzania roślin. Zalicza się do nich oleje rzepakowe i alkohole wyprodukowane z ziemniaków i zbóż. Po przetworzeniu jako estry mogą być one wykorzystywane zarówno do produkcji energii w siłowniach, jak i jako paliwo do silników spalinowych.

Nadprodukcja rolnicza, poszukiwanie nowych źródeł energii, wysokie opodatkowanie paliw kopalnych, spowodował wzrost zainteresowania biopaliwami. Jednak najgłośniejszym i najczęściej wymienianym argumentem przemawiającym za tym rodzajem paliwa jest ograniczenie globalnego i lokalnego zanieczyszczenia środowiska. Nie bez znaczenia jest też fakt konieczności budowy rafinerii i innych zakładów przetwarzających produkty roślinne na paliwa co da nowe miejsca pracy a jednocześnie niebagatelne zyski dla właścicieli przedsiębiorstw.

W powszechnej opinii biopaliwa mają przewagę w ocenie ekologicznej nad tradycyjnymi paliwami pozyskiwanymi z ropy naftowej. Podkreśla się niższe emisje w czasie jego spalania w stosunku do tradycyjnych paliw i często określa mianem ekopaliwa. W porównaniu z olejem napędowym spalanie biodiesla powoduje tylko 12% emisji SO₂, 50% sadzy, i 15% CO₂, rozkłada się biologicznie prawie całkowicie (99,6%) po 21 dniach, gdy olej napędowy w tym samym czasie tylko w 70%. Spaliny zawierają mniej cząstek stałych, ale cząstki te są mniejsze i łatwiej wnikają do płuc i nie wiadomo czy są rakotwórcze. Statystyczna ocena jest trudna gdyż wyniki badań różnią się dla biodiesla o 50% w obie strony a dla oleju napędowego o 20%. Biodiesel ma także przewagę jeśli chodzi o wycieki do wód pod warunkiem, że nie zawiera żadnych dodatków uszlachetniających. Należy zwrócić także uwagę na mniejszą kaloryczność ekodiesla, gdyż trzeba go o około 10% więcej niż paliwa naftowego by uzyskać taką samą moc z silnika.

Już dziś można stwierdzić, że oleje roślinne jako substytut ropy naftowej nie będą wykorzystywane na masową skalę do produkcji energii, a jedynie w transporcie i rolnictwie. Taka sytuacja wynika między innymi z ograniczonych możliwości produkcji zarówno olejów jak i alkoholi, mniejszej kaloryczności biopaliw, kosztami produkcji, a w szczególności estyfikacji oleju rzepakowego.

2.3. Biogaz

Do celów energetycznych można stosować biogaz powstały z fermentacji:

- odchodów zwierzęcych powstałych w biogazowniach rolniczych,
- osadu ściekowego w oczyszczalniach ścieków,
- odpadów organicznych na komunalnych wysypiskach śmieci.

Wydajność biogazu z wybranych materiałów przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Wydajność biogazu z wybranych materiałów wg [9]

Materiał	Wydajność biogazu, m ³ /kg sm	Czas fermentacji, dni
Słoma	0,367	78
Trawa	0,557	25
Ścieki	0,3	30
Wysypisko	0,28	60

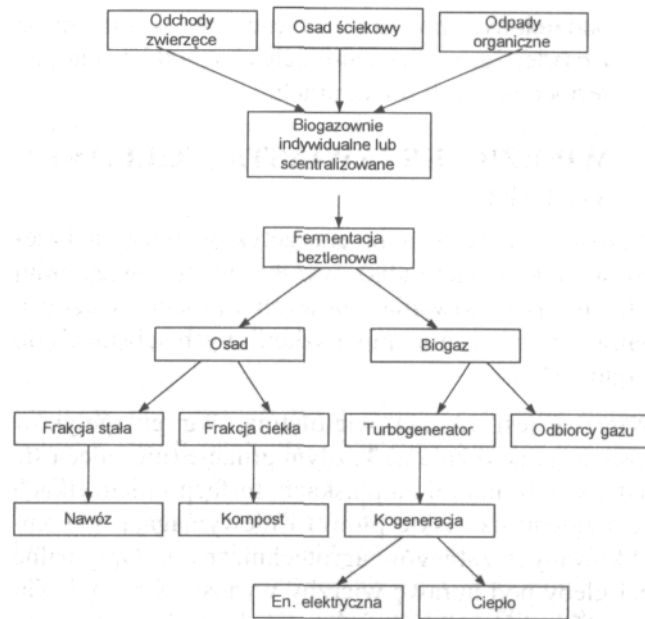
Fermentacja beztlenowa jest złożonym procesem biochemicznym zachodzącym bez dostępu tlenu. Substancje organiczne rozkładane są na związki proste -głównie metan i dwutlenek węgla. W czasie procesu fermentacji beztlenowej około 60% substancji organicznych zostaje przetworzonych na biogaz. Głównym składnikiem biogazu jest metan CH₄ (55-70%), dwutlenek węgla CO₂ (32-37%), azot N₂ (0,2-0,4%) oraz około 6g/100m H₂S przed wykonaniem zabiegu odsiarczania, a po jego wykonaniu zawartość H₂S kształtuje się poniżej 0,01 g/100 m³ biogazu. Szybkość rozkładu zależy głównie od charakterystyki i masy surowca, temperatury a także od czasu procesu. Temperatura procesu w zależności od rodzaju bakterii prowadzących rozkład wynosi dla bakterii mezofilnych 30-35 °C i 50-60 °C dla bakterii termofilnych [10]. Dla utrzymania tych temperatur biogazownia zużywa około 20-50 % wytworzonego gazu.

Wysokometanowy biogaz, czyli zawierający powyżej 40 % CH₄ można wykorzystać głównie do celów energetycznych, bądź innych procesów technologicznych, np.:

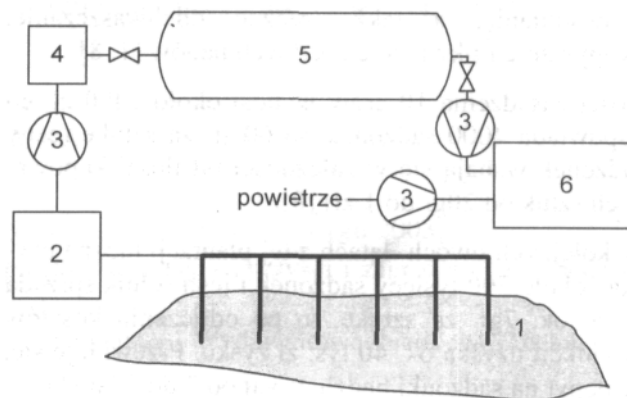
- produkcji ciepła,
- produkcji energii elektrycznej w silnikach tłokowych bądź turbinach,
- produkcji energii elektrycznej i ciepła w skojarzeniu,
- dostarczania gazu do sieci gazowej, wykorzystania gazu do produkcji metanolu.

Osady pofermentacyjne są wykorzystane do nawożenia upraw roślinnych np. zboża, warzywa, wierzba energetyczna.

Biogaz można również pozyskiwać z wysypisk komunalnych wyposażonych w odpowiednią instalację odprowadzającą i zbierającą powstający gaz, a następnie przetwarzać go na miejscu w energię elektryczną i ciepło w gazogeneratorach, co przedstawiono na rys. 2.



Rys. 1. Pozyskanie i wykorzystanie biogazu wg [10]



Rys. 2. Instalacja odgazowywania wysypiska śmieci wg [4]; 1- instalacja zbierająca gaz z wysypiska, 2- separator CO₂, 3 - sprężarki. 4 - filtr, 5 - zbiornik gazu, 6 - turbogenerator

Do sprawdzonych i najbardziej rozpowszechnionych technologii odzysku gazu z odpadów komunalnych zalicza się [4]:

- BTA - z nieprzesortowanych odpadów ługuje się w podwyższonej temperaturze substancje organiczne i powstały odciek poddaje fermentacji,
- Dranco sucha fermentacja odpadów w temperaturze 55 °C,
- Rottweil -- fermentacji poddawane są odpady gastronomiczne, kuchenne i ogrodnicze, pozostałość po fermentacji stanowi nawóz do produkcji warzyw,
- SWECO fermentacja przeprowadzana jest w pryzmach energetycznych ze szczelnym dnem i ścianami przykrytych warstwą gliny,
- WABIO śmieci oczyszczone z odpadów wielkogabarytowych są mielone i mieszane z gorącą wodą; osad nieaktywny biologicznie zostaje oddzielony, pozostała część po wymieszaniu z osadem z oczyszczalni ścieków poddawana jest fermentacji w bioreaktorach

3. WIERZBA KRZEWIASTA - ZIELONY WĘGIEL

Wzrost zainteresowania energetyków wierzbą krzewiastą (*salix viminalis*) wynika przede wszystkim z faktu poszukiwania nowych proekologicznych paliw (zmniejszenie emisji szkodliwych substancji do środowiska).

Wierzba jest rośliną wieloletnią, wg energetyków rosnącą praktycznie na każdym gruncie (nie zaleca się jednak sadzenia jej na piaskach, torfach i nieużytkach ze względu na niskie plony) i niewymagającą skomplikowanych zabiegów agrotechnicznych. Optymalne pH gleby pod uprawę wierzby wynosi od 5 do 7. Zanim plantacja zacznie przynosić dochody należy wysadzić ręcznie na 1 ha od 15 do 30 tys. sadzonek i w pierwszych latach wykonać nawożenie azotowe i nawadnianie, a także ręczne odchwaszczanie, okopywanie i likwidację zbędnych pędów [1, 8].

Koszt zasadzenia 10 arów wynosi około 2400 zł, co odpowiada 4000 sadzonek po 60 gr. za sztukę (ceny sadzonek wahają się w zależności od ilości kupowanych sztuk od 20gr do 1 zł) [8].

W kolejnych dwóch latach z tej plantacji można uzyskać około 700 tysięcy sadzonek i jeśli rolnik sprzeda je po ok. 7gr. za sztukę, to po odliczeniu kosztów produkcji uzyska ok. 40 tys. zł zysku. Przewiduje się, że popyt na sadzonki będzie trwał od 2 do 5 lat [1].

Pełną zdolność produkcyjną plantacja wierzbową uzyskuje po 3 latach, a plon można zbierać przez około ćwierć wieku. Średni coroczny zbiór, na gruntach ornych klasy III i IV, wynosi od 30 do 40 ton z hektara (można go wykonywać za pomocą maszyn do zbioru kukurydzy). Za tonę świeżej nie przetworzonej zrębki o wilgotności około 40% (zbieranej na przełomie listopada i grudnia po opadnięciu liści) można uzyskać ok. 60 zł, a za tonę suchej masy prawie dwa razy tyle. Po odliczeniu poniesionych kosztów zysk netto z hektara plantacji wierzby energetycznej wyniesie ok. 2 tys. zł, co odpowiada dochodowi z produkcji zboża na tym samym areale.

Tabela 4. Przykładowe koszty uzyskania paliwa z wierzby wg [5]

Paliwo	Koszt wytworzenia, zł/GJ	Wartość opałowa, GJ/t	Cena dla kotłowni, zł/t
Wierzba, wilgotność 40%	11,54	10,4	120
Brykiety	18,21	16,5	300
Pelety	22,22	18,0	400

Zrębki wierzby mogą być spalane bezpośrednio w kotle, bądź poddane obróbce - zamianie na brykiety lub tzw. pelety - zmieleniu i sprasowaniu dzięki czemu uzyskuje się zagęszczenie substancji w jednostce masy, przez co zwiększa się wartość opałowa. Przykładowe koszty wytworzenia i wartości opałowe przetworzonej i nieprzetworzonej wierzby przedstawiono w tabeli 4.

4. PODSUMOWANIE

Na podstawie przeglądu dostępnej literatury i obserwacji własnych autora referatu można stwierdzić, że wykorzystanie wierzby na skalę przemysłową będzie możliwe dopiero w przyszłości, co najprawdopodobniej umożliwi rozwój rozproszonej energetyki odnawialnej.

Taka sytuacja zostanie wymuszona przez członkostwo Polski w UE i odpowiednie zapisy w Prawie energetycznym. Już dziś prawo nakłada na spółki energetyczne obowiązek zakupu energii ze źródeł odnawialnych w wysokości 2,7% wolumenu zakupywanej energii, a do roku 2010 ma on wzrosnąć do 7,5%. Założenia unijne przewidują udział energetyki odnawialnej w bilansie energetycznym krajów UE do 22% [2].

Należy również nadmienić, że plantacje energetyczne i wszelkie działania związane z rozwojem bioenergetyki są objęte programami pomocowymi, wśród których są: Program SAPARD, Fundusz PHARE, a także dopłaty np. 75% z Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej [1].

Pomimo tak korzystnych warunków i dużej promocji OZE zainteresowanie produkcją wierzby wśród rolników jest niewielkie. Wynika to ze świadomości rolników, że wieloletnia uprawa jednej rośliny na tym samym gruncie powoduje silne wyjałowienie gleb. Obecnie nie możliwe jest ocenienie efektu wielohektarowych monokultur uprawianych na cele energetyczne, a także oszacowanie strat przez nie wyrządzonych dla środowiska naturalnego. Czy z czasem w ich miejscu nie powstaną pustynie na skutek wyjałowienia gleb bądź ich zasolenia będącego wynikiem nawadniania - co będzie konieczne podczas długotrwałych suszy dla uzyskania planowanych wydajności. Nasuwa się jeszcze pytanie jaki będzie los 30 letnich wyeksploatowanych plantacji i czy zostaną one w jakiś sposób zagospodarowane? Istnieje również potrzeba utworzenia na wsi przedsiębiorstw zajmujących się zbiorem, przerobem i dostawami pozyskanej biomasy dla energetyki rozproszonej.

Wykorzystanie biopaliw i biomasy oprócz elementu substytucji paliw kopalnych oraz podkreślanych zalet dla środowiska, zaktywizuje środowiska agrarne -zagospodarowane zostaną wieloletnie odłogi oraz zaistnieje możliwość rozwoju małej przedsiębiorczości na terenach wiejskich. W takiej sytuacji trudno jest ocenić co ma większy wpływ na rozwój bioenergetyki - ochrona środowiska, polityka energetyczna czy po prostu szansa rozwoju biznesu w nowopowstałych sektorach.

W dostępnych publikacjach można przeczytać o rozwoju gospodarczym kraju - jednak obecna sytuacja nie sprzyja polskim producentom i przetwórcom, gdyż obserwuje się silną ekspansję firm i technologii zachodnich. Dlaczego tak jest? Odpowiedzi na to pytanie powinien sobie udzielić każdy zainteresowany tym zagadnieniem. Plusem są nowopowstające miejsca pracy w sektorze pozyskiwania i przygotowania paliw, a także możliwość pracy dla rolników w swoim zawodzie wobec nakładanych przez UE limitów produkcyjnych na żywność (uprawy energetyczne nie są limitowane).

Ponadto z literatury wynika, że stosowanie biomasy nie niesie ze sobą odpadów - nie ma większego błędu gdyż nie istnieje technologia bezodpadowa. To stwierdzenie można wyjaśnić w bardzo prosty sposób, a mianowicie: każda przemiana jednej formy energii w inną niesie ze sobą zmianę entropii środowiska. Eliminując odpady stałe, płynne, gazowe nie można wyeliminować wzrostu nieuporządkowania środowiska wraz z każdą przemianą.

Wykorzystanie biosurowców w energetyce teoretycznie zmniejsza zanieczyszczenie środowiska, gdyż paliwa powstałe na ich bazie zawierają mniej substancji szkodliwych niż paliwa konwencjonalne stosowane w energetyce. Taka sytuacja ma miejsce tylko wówczas gdy, rośliny nie rosły na terenach skażonych, w przeciwnym razie zanieczyszczenie emitowanych spalin może być znacznie większe niż przy stosowaniu paliw tradycyjnych.

Pozytywnym przejawem rozwoju bioenergetyki będzie najprawdopodobniej rozwój generacji rozproszonej, przez co zostanie zwiększone bezpieczeństwo energetyczne kraju. Plusem dla energetyki jest także zmniejszenie opłat za korzystanie ze środowiska przy produkcji energii ze źródeł odnawialnych, a także gwarancja sprzedaży tej energii wynikająca z uregulowań prawnych.

LITERATURA

- [1] Ekspansja wierzby (red.). Farmer 2003, nr 16.
- [2] Kamrat W.: Energetyka odnawialna w bilansie energetycznym Polski. Rynek Energii 2003, nr 2.
- [3] Kruczek H., Miller R., Tatarek A.: Spalanie i współspalanie biomasy - korzyści i zagrożenia. Gospodarka paliwami i energią 2003, nr 3.
- [4] Lewandowski W.M.: Proekologiczne źródła energii odnawialnej. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2002.
- [5] Maciocha M., Bilich J.: Praktyczne aspekty zakładania i użytkowania plantacji wierzb krzewiastych. Czysta Energia. 2004, styczeń.
- [6] Nazimek D.: Ewolucja materii ewolucja środowiska. Wydawnictwo UMCS, Lublin 2001.
- [7] Wichrowski R.: Biomasa jako alternatywne źródło energii dla celów grzewczych. Rynek Energii 1997, nr 3.
- [8] Wierzba ratunkiem dla polskiego rolnictwa (red.). Nowy Plon 2003, nr 34.
- [9] <http://www.ekologika.com>.
- [10] <http://www.imber.waw.pl>.