

Tomasz MIROWSKI*, Adam SZURLEJ*, Grzegorz WIELGOSZ**

Kierunki energetycznego wykorzystania biomasy w Polsce

STRESZCZENIE. W artykule przedstawiono sytuację sektora wytwarzania energii w Polsce oraz kierunki wykorzystania biomasy na cele energetyczne w formie: stałej (drewno, słomę, wierzba energetyczna), ciekłej (produkcja biopaliw na bazie rzepaku), gazowej (gazu wysypiskowego). W Polsce energetyka odnawialna wchodzi obecnie w okres dynamicznego rozwoju.

Rozwój technologii pozyskiwania energii z odnawialnych źródeł jest podyktowany polityką UE w zakresie wspierania produkcji energii elektrycznej z tych źródeł. W Polsce biomasa zajmuje dominującą pozycję wśród odnawialnych źródeł energii (OZE). Jej udział w strukturze zużycia energii pierwotnej jest największy spośród OZE.

W ostatnich latach przeprowadzono szereg badań i prób zmierzających do wykorzystania na szerszą skalę biomasy w elektrowniach i elektrociepłowniach. Przewiduje się, że dzięki współspalaniu biomasy z węglem będzie produkowane w Polsce najwięcej zielonej energii elektrycznej (produkowanej na bazie OZE).

Szersze wykorzystanie biomasy w sektorze paliwowo-energetycznym Polski pomoże w dużym stopniu wywiązać się naszemu krajowi z rygorystycznych umów międzynarodowych, dyrektyw UE i rozporządzeń krajowych związanych z ochroną środowiska.

SŁOWA KLUCZOWE: OZE, wytwarzanie energii elektrycznej, produkcja ciepła, współspalanie, biopaliwa, biogaz

* Mgr inż. — Wydział Paliw i Energii AGH, Kraków.

** Mgr inż. — Energokrak, Kraków

Recenzent: prof. dr hab. inż. Eugeniusz MOKRZYCKI

Wprowadzenie

Polska w wyniku negocjacji z Unią Europejską zobowiązała się do osiągnięcia poziomu 7,5% krajowego zużycia energii elektrycznej brutto z odnawialnych źródeł energii do roku 2010. Raport określający udział energii elektrycznej wytwarzanej z odnawialnych źródeł energii (Raport... 2005) przewiduje, że największy potencjał do wykorzystania będzie w zakresie trzech rodzajów zasobów odnawialnych, z których wytworzona energia elektryczna w stosunku do krajowego zużycia w 2010 r. powinna wynieść:

- ✧ 4% z biomasy,
- ✧ 2,3% z energii wiatru,
- ✧ 1,2% hydroenergii.

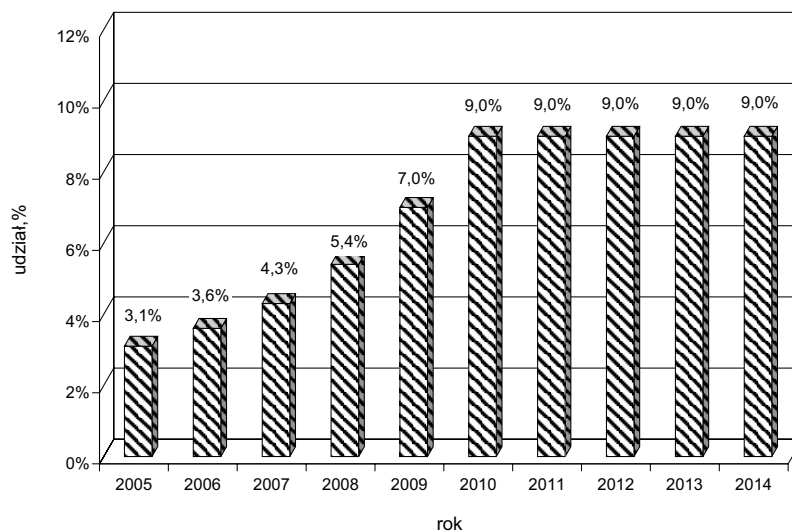
Według obowiązującego od 1 stycznia 2005 r. Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 9 grudnia 2004 r. „w sprawie szczegółowego zakresu obowiązku zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii” (Dz.U. nr 267, poz. 2656) do energii wytwarzanej z odnawialnych źródeł energii zalicza się — niezależnie od mocy tego źródła — energię elektryczną lub energię cieplną pochodzące z:

- ✧ elektrowni wodnych oraz wiatrowych,
- ✧ źródeł wytwarzających energię z biomasy oraz biogazu,
- ✧ słonecznych ogniw fotowoltaicznych,
- ✧ kolektorów do produkcji ciepła,
- ✧ źródeł geotermalnych.

Zgodnie z tym rozporządzeniem przedsiębiorstwa energetyczne zajmujące się wytwarzaniem energii elektrycznej (elektrownie, elektrociepłownie) zobowiązane są do uzyskania i przedstawienia do umorzenia Prezesowi URE świadectwa pochodzenia tzw. zielonej energii, a więc energii elektrycznej wytworzonej z odnawialnego źródła energii. Obowiązek ten jest spełniony, gdy przedsiębiorstwo wytworzy z własnych źródeł, bądź zakupi odpowiednią ilość energii elektrycznej, nie mniejszą niż udział ilościowy przedstawiony na rysunku 1, w wykonanej całkowitej rocznej sprzedaży energii elektrycznej, a później sprzeda odbiorcy dokonującemu zakupu na własne potrzeby.

W przypadku wytwarzania energii cieplnej spełnienie obowiązku następuje wtedy, gdy oferowane do sprzedaży ciepło wytworzone z OZE zakupiono w ilości w jakiej je oferowano lub równej zapotrzebowaniu odbiorców przedsiębiorstwa energetycznego realizującego ten obowiązek.

W 2005 roku spółki obrotu energią elektryczną zobowiązane są do zakupu energii produkowanej z OZE w ilościach: 3,1% „energii zielonej” oraz 15% „energii czerwonej”, czyli wytworzonej w skojarzeniu. Należy podkreślić, że obowiązek zakupu energii elektrycznej (w odpowiednim wolumenie: 2001 r. — 2,4%, 2002 r. — 2,5%, 2003 — 2,65%) ze źródeł odnawialnych, który został nałożony na wszystkie przedsiębiorstwa zajmujące się obrotem energią elektryczną, nie został spełniony w ostatnich latach 2001—2003 (Giermek, Włodarczyk 2005). Jednak w 2004 r. te relacje zmieniły się i sprzedaż energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł odnawialnych przez spółki dystrybucyjne osiągnęła



Rys. 1. Minimalne ilościowe udziały energii elektrycznej wytworzonej z OZE („zielona energia”) w stosunku do całkowitej rocznej sprzedaży bądź zakupu energii elektrycznej przez przedsiębiorstwo energetyczne
Źródło: opracowanie własne na podstawie (Dz.U. nr 267, poz. 2656, par. 10)

Fig. 1. The minimum quantitative shares of electricity from renewable energy sources (green energy)

wartość 3,378 TW·h (w porównaniu do 2003 r. zwiększyła się prawie o 70%). W 2005 r. podaż energii elektrycznej wyprodukowanej w odnawialnych źródłach energii była większa niż przewidziany na ten rok udział 3,1%.

W artykule przedstawiono obecny stan wykorzystania biomasy do celów energetycznych, a więc biomasy, którą można podzielić na dwie kategorie (Kowalik 2003):

- ✧ energetyczne surowce pierwotne (drewno, zrębki, słoma, osady ściekowe),
- ✧ energetyczne surowce przetworzone (biogaz, metanol, etanol, estry oleju rzepakowego, słonecznikowego i innych, makulatura).

Zmiany legislacyjne dotyczące biopaliw płynnych w Polsce, które mają zostać wprowadzone w lutym 2006 roku, zapowiadają wzrost produkcji zarówno surowców do produkcji biopaliw, jak również szersze ich wykorzystanie.

Aby można było wypełnić te zobowiązania, konieczne są inwestycje w celu pozyskania odpowiednich zasobów energii odnawialnej, jak również budowy instalacji umożliwiających jej energetyczne wykorzystanie.

Szczegółowe warunki udzielania pomocy publicznej na inwestycje związane z OZE zawiera Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 27 kwietnia 2004 r. (Dz.U. nr 98, poz. 996). Określa ono następujące inwestycje polegające w szczególności na:

- ✧ budowie lub modernizacji elektrowni wodnych, z wyjątkiem obiektów piętrzących dla elektrowni wodnych o mocy powyżej 10 MW_e,
- ✧ budowie elektrowni wiatrowych,
- ✧ budowie lub modernizacji instalacji wytwarzania energii elektrycznej i ciepła z wykorzystaniem biomasy lub związane ze współspalaniem,

- ✧ budowie lub modernizacji instalacji wytwarzania energii elektrycznej i ciepła z wykorzystaniem biogazu uzyskiwanego w procesie fermentacji metanowej, osadów ściekowych oraz odpadów komunalnych na składowiskach,
- ✧ budowie lub modernizacji infrastruktury przyłączeniowej, niezbędnej do odbioru i przesyłu energii elektrycznej oraz ciepła ze źródeł odnawialnych oraz urządzeń związanych z automatyką tych systemów,
- ✧ budowie lub modernizacji instalacji pozyskiwania wód termalnych,
- ✧ budowie kolektorów słonecznych i ogniw fotowoltaicznych,
- ✧ budowie nowych lub przystosowaniu istniejących instalacji energetycznych do wykorzystywania metanu pochodzącego z odmetanowania kopalń węgla kamiennego i szybów wydobywczych ropy naftowej.

Zgodnie z Ustawą o podatku akcyzowym z dnia 23 stycznia 2004 r. (Dz.U. nr 29, poz. 257) energia elektryczna wyprodukowana z odnawialnych źródeł energii jest zwolniona z podatku akcyzowego. Także biokomponenty przeznaczone do paliw ciekłych i biopaliw ciekłych, w rozumieniu Ustawy z dnia 2 października 2003 r. o biokomponentach stosowanych w paliwach ciekłych i biopaliwach ciekłych (Dz.U. nr 199, poz. 1934 oraz z 2004 r. nr 34, poz. 293), wyprodukowanych z surowców rolniczych, produktów ubocznych i odpadów zwolnione są z podatku akcyzowego. Paliwa ciekłe z zawartością biokomponentów zwolnione są jedynie z części opłaty akcyzowej, w zależności od procentowego udziału biokomponentu, co szczegółowo reguluje ustawa (Dz.U. nr 97, poz. 966).

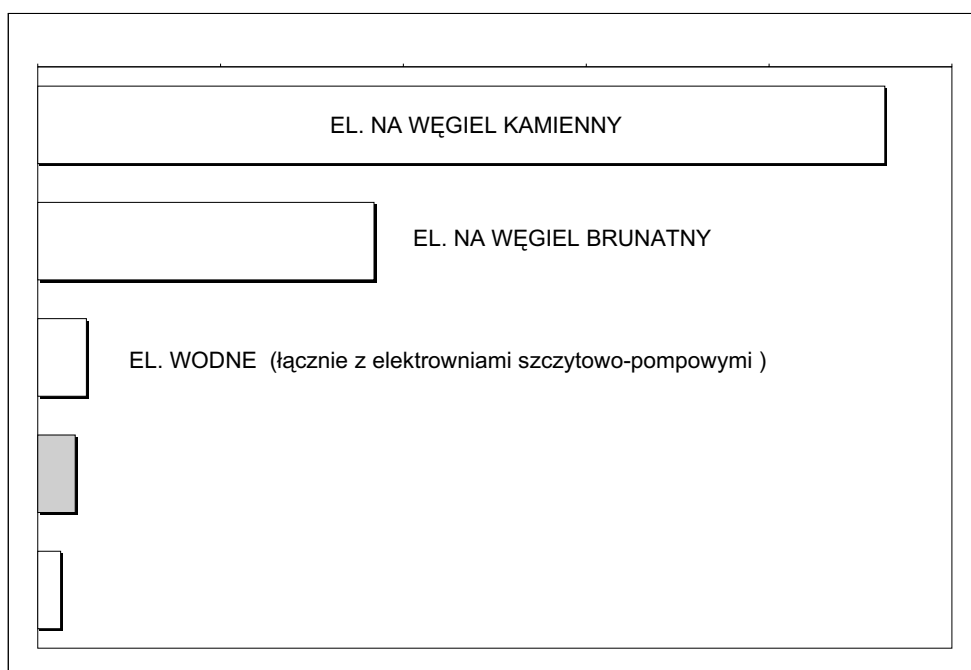
1. Odnawialne źródła energii w krajowej strukturze produkcji energii

Grupy technologii, które wykorzystują odnawialne zasoby energii w celu wytworzenia energii to (EC BREC 2000):

1. Kotły na drewno:
 - ✧ obsługiwane ręcznie, małej mocy,
 - ✧ ciepłownie automatyczne, większej mocy.
2. Kotły na słomę:
 - ✧ obsługiwane ręcznie, małej mocy,
 - ✧ ciepłownie automatyczne, większej mocy.
3. Biogazownie rolnicze (surowiec w postaci gnojowicy).
4. Biogazownie komunalne (surowiec w postaci osadu ściekowego) produkujące ciepło i energię elektryczną.
5. Instalacje wykorzystania gazu wysypiskowego:
 - ✧ do produkcji energii elektrycznej,
 - ✧ do produkcji energii cieplnej i elektrycznej w skojarzeniu.

6. Kolektory słoneczne:
 - ✧ do podgrzewania wody użytkowej,
 - ✧ do podgrzewania powietrza.
7. Systemy fotowoltaiczne.
8. Elektrownie wiatrowe sieciowe:
 - ✧ małej i średniej mocy,
 - ✧ dużej mocy.
9. Małe elektrownie wodne:
 - ✧ odbudowywane na istniejącym jazie,
 - ✧ budowane od podstaw.
10. Ciepłownie geotermalne.

Największy udział w strukturze mocy zainstalowanej w Polsce posiadają elektrownie na węgiel kamienny (56,5%), następnie na węgiel brunatny (26%), hydroenergetyka łącznie z elektrowniami szczytowo-pompowymi (3,8%), OZE (2,9%), CHP oraz elektrownie na inne paliwa (1,8%). Moc zainstalowana w instalacjach OZE została przedstawiona na rysunku 2. Instalacje wykorzystujące biomasę stanowią zaledwie 5,06% całkowitej mocy zainstalowanej OZE, jednakże produkcja energii elektrycznej z biomasy zajmuje drugie miejsce pod względem ilości wytworzonych GWh.



Rys. 2. Moc zainstalowana na koniec 2004 roku
Źródło: Wójcik 2005

Fig. 2. Installed capacity at the end of 2004

Produkcja energii elektrycznej brutto w 2004 r. kształtowała się na poziomie 154 102 GW·h i była większa o 1,6% w porównaniu do 2003 r.; w tym:

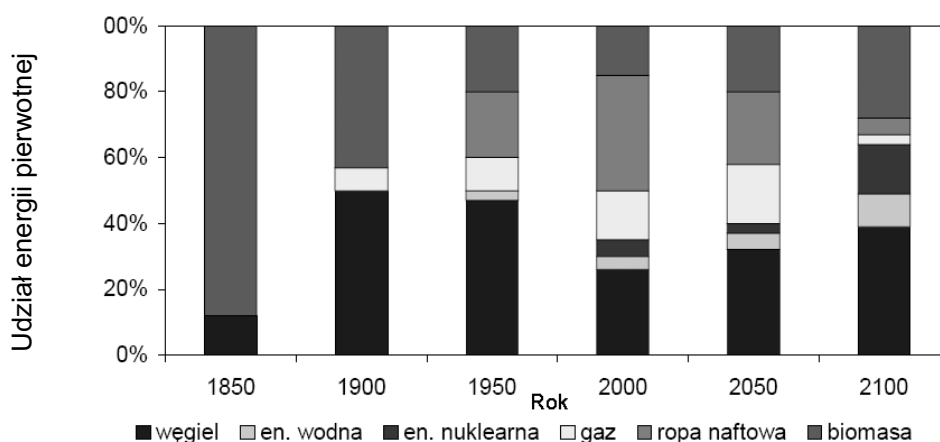
- ❖ przedsiębiorstwa wytwórcze energetyki zawodowej wyprodukowały 145 612 GW·h, tj. o 1,6% więcej niż w 2003 r.,
- ❖ elektrownie przemysłowe wyprodukowały 8052 GW·h, tj. o 1,4% więcej niż w 2003 r.,
- ❖ pozostałe elektrownie niezależne (źródła odnawialne) wyprodukowały 438 GW·h, tj. o 21,1% więcej niż w 2003 r.

2. Zasoby i struktura pozyskania biomasy

Spalanie biomasy jest najstarszym i zarazem najprostszym sposobem konwersji energii. Ponad 150 lat temu biomasa była głównym nośnikiem energii pierwotnej wykorzystywanym przez ludzi. Była ona pierwotnym nośnikiem energii nie będącym przedmiotem handlu. W perspektywie długoterminowej przewiduje się wzrost znaczenia biomasy w strukturze pierwotnych nośników energii na świecie (rys. 3 i 4).

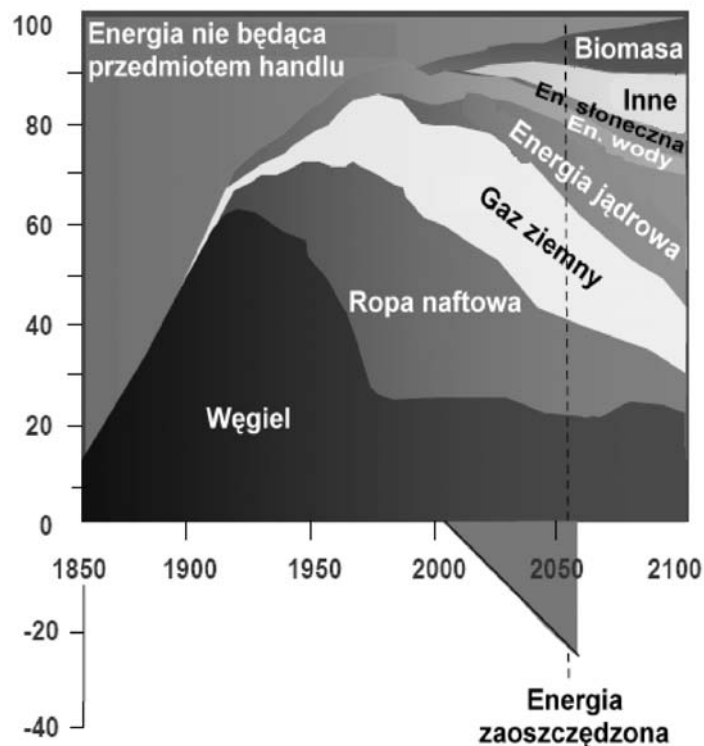
Dyrektywa 2001/77/WE — której przedmiotem są zasady promocji i wsparcia dla energii elektrycznej wytwarzanej z odnawialnych źródeł — definiuje biomasę jako podatne na rozkład biologiczny frakcje produktów, odpady i pozostałości z przemysłu rolnego (łącznie z substancjami roślinnymi i zwierzęcymi), leśnictwa i związanych z nim gałęzi gospodarki, jak również podatne na rozkład biologiczny frakcje odpadów przemysłowych i miejskich. Tak szeroka definicja jest również przyjęta w polskim ustawodawstwie.

Do surowców biomasy wykorzystywanych do bezpośredniego spalania zalicza się drewno z upraw energetycznych (wierzba, topola), słomę oraz biomasę z traw wieloletnich



Rys. 3. Struktura pierwotnych nośników energii w świecie
Źródło: Kubica 2004

Fig. 3. Structure of primary energy in the world



Rys. 4. Udział pierwotnych nośników energii w świecie według World Energy Council
 Źródło: opracowanie własne na podstawie (Yeager 2004)

Fig. 4. The structure of primary energy in the world according to World Energy Council

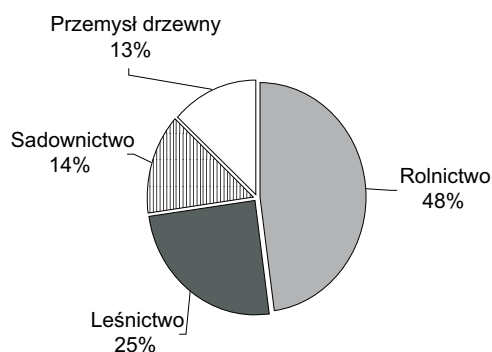
(np. miskant olbrzymi). Drugorzędne znaczenie mają mozga i kosodrzewa trzciniowate, topinambur, ślázowiec pensylwański, a także porost z trwałych użytków zielonych i trzcina pospolita (Roszkowski 2004).

Głównymi źródłami pozyskania biomasy są (rys. 5):

- ❖ leśnictwo,
- ❖ rolnictwo (uprawy roślin skrobiowych, cukrowych, zboża, kukurydza, rośliny oleiste, odpady i półprodukty z produkcji rolnej),
- ❖ przemysł drzewny, papierniczy, spożywczy,
- ❖ odpady z gospodarki komunalnej, osady ściekowe.

Roczna produkcja słomy w Polsce w ostatnich latach wynosiła około 30 mln ton, z czego gospodarstwa rolne wykorzystują około 20 mln ton, natomiast około 10 mln ton to słoma zbędna, która może być wykorzystywana energetycznie. Gdyby przyjąć, że cała ta nadwyżka słomy jest wykorzystywana energetycznie, źródło to stanowiłoby około 8% zapotrzebowania na energię pierwotną w Polsce.

W przyszłości wydaje się, że wzrośnie areał upraw roślin energetycznych (wierzby energetycznej, róży bezkolcowej). Stymulować ten rozwój będzie między innymi zmiana ustawy, która przewiduje, że producenci wierzby i róży bezkolcowej będą mogli otrzymać



Rys. 5. Struktura pozyskania biomasy w Polsce
Źródło: Rogulska 2002

Fig. 5. The structure of biomass sources in Poland

dopłaty do produkcji. Wysokość tych dopłat to ponad 55 euro do każdego hektara upraw. Obecnie powierzchnia upraw roślin energetycznych w Polsce wynosi 1000—1500 ha. Dla porównania, w Szwecji — największy europejski producent wierzby wiciowej dla celów energetycznych — powierzchnia plantacji wierzby przekroczyła 16 000 ha. Do największych plantacji wierzby energetycznej w Polsce zalicza się Gospodarstwo Rolne Marzęcin w województwie lubuskim. Wierzba w tym gospodarstwie jest uprawiana na powierzchni ponad 150 ha, a rolnicy w sąsiedztwie gospodarstwa uprawiają dalsze 400 ha. Wysoki poziom wody gruntowej, temperatura powietrza, nasłonecznienie, rozkład opadów oraz wysoka wilgotność powietrza są korzystne dla wzrostu wierzby. Uzyskiwane na tym obszarze plony dorównują lub przewyższają wielkości plonów publikowanych w literaturze światowej. Wierzba pozyskana z plantacji roślin energetycznych może być wykorzystana jako paliwo stałe (zrębki, pelety) lub można ją przetworzyć na wtórne nośniki energii: paliwo gazowe (gaz pirolityczny) i płynne (metanol). Wierzba może zostać także użyta do produkcji płyt drogowych i płyt wiórowych oraz ekranów akustycznych.

Wiele wskazuje na to, że w pierwszej połowie XXI wieku jednym z głównych czynników wpływających na rozwój rolnictwa w Polsce będzie produkcja biomasy dla potrzeb energetycznych. Wydaje się, że ta funkcja rolnictwa jako producenta surowców energetycznych (biomasy) będzie równie ważna jak ta podstawowa funkcja — produkcja żywności.

Szacuje się, że z polskich lasów można rocznie pozyskiwać około 1,8 mln m³ drewna odpadowego, nadającego się do celów energetycznych.

Ocenia się, że światowy potencjał energetyczny zawarty w biomase to 3·10¹⁵ MJ/rok. Natomiast stopień wykorzystania biomasy jest znacznie niższy — około 7%.

W Polsce szacowanie potencjału energetycznego biomasy sprawia wiele trudności ze względu na różnorodność kryteriów oceny, jakimi posługiwali się poszczególni autorzy analiz. Wielkość potencjału technicznego energii możliwa do pozyskania z biomasy w ciągu roku w Polsce jest szacowana na poziomie (Ministerstwo Środowiska 2000):

- ✧ 895 PJ — ekspertyza EC BREC (*EC Baltic Renewable Energy Centre*),
- ✧ 128 PJ — strategia redukcji gazów cieplarnianych,
- ✧ 810 PJ — raport przygotowany na potrzeby Banku Światowego.

Polska — pomimo rozbieżności poszczególnych ekspertyz — w porównaniu z wybranymi krajami UE ma znaczący potencjał biomasy. Wynosi on 895 PJ/rok, w porównaniu z Danią (216 PJ/rok) oraz Szwecją, której potencjał techniczny wynosi 638 PJ/rok.

3. Wykorzystanie biomasy w ciepłownictwie

W Polsce najczęściej biomasy używa się do produkcji energii cieplnej — zdecydowanie najczęściej jest kotłów przystosowanych do spalania drewna — małej i średniej mocy (około 110 000 sztuk). Szacuje się, że łączna moc tych kotłów to 5500 MW, a roczna produkcja ciepła to 88 308 TJ. Na wysoką popularność drewna jako nośnika energii wpływa jego dostępność oraz konkurencyjna cena w porównaniu do konwencjonalnych nośników energii (węglu kamiennego, gazu ziemnego, koksu, oleju opałowego). W kraju jest ciepłowni na drewno dużej mocy (powyżej 0,5 MW) około 180 — szacunkowa ich moc to 450 MW, a roczna produkcja ciepła to 6750 TJ. W Polsce jest także wykorzystywana na cele energetyczne słoma — około 65 ciepłowni dużej mocy (powyżej 0,5 MW) oraz około 150 instalacji małej i średniej mocy. Łączna szacunkowa moc instalacji na słomę to około 215 MW, a roczna produkcja ciepła to 1150,5 TJ (EC BREC 2005).

W tabeli 1 przedstawiono wybrane większe ekologiczne kotłownie na biomasę w Polsce, które powstały w ostatnich latach.

Pierwsza duża kotłownia na słomę została uruchomiona w 1996 r. w miejscowości Szropy koło Malborka (województwo pomorskie). Moc kotłowni to 1 MW ($2 \times 0,5$ MW). W kotłowni pracują dwa duńskie kotły DANSTOKER. Słoma będąca paliwem dla tego obiektu posiada wartość opałową około 15 MJ/kg. Kotłownia dostarcza ciepło dla ponad 450 gospodarstw domowych. Warto zaznaczyć, że koszt produkcji energii cieplnej ze słomy w porównaniu z węglem okazał się niższy dwukrotnie.

Obecnie największą kotłownią w Polsce wykorzystującą słomę jako paliwo jest kotłownia w Lubaniu Śl. (województwo dolnośląskie). Zainstalowana moc kotłów na słomę wynosi 8 MW ($2 \times 3,5$ MW i 1×1 MW). Nominalna sprawność kotłowni na słomę to 84% (w przypadku słomy o bardzo dobrej jakości sprawność sięga nawet 90%). Wielkość produkcji energii cieplnej ze słomy w ciągu sezonu to 53 000 GJ. Ze słomy w ciągu roku produkuje się 40% ciepła — resztę z węgla. W ciągu roku zużycie słomy wynosi 5300 ton. W pobliżu kotłowni znajdują się dwa magazyny słomy, w których można zmagazynować około 1200 ton — stanowi to około miesięczny zapas paliwa. Szacuje się, że dostępne zasoby słomy w promieniu 30 km od Lubania Śląskiego to około 10—12 tys. Mg/rok. Koszt realizacji kotłowni to 1 492 378 euro — wskaźnik kosztów inwestycyjnych wyniósł 186 547 euro/MW. Środki na inwestycje zostały pozyskane z następujących źródeł:

- ✧ EkoFundusz — 43%,
- ✧ WFOŚiGW — 19%,
- ✧ środki własne — 38%.

TABELA 1. Wykaz wybranych instalacji na biomase

TABLE 1. Some biomass installations

L.p.	Lokalizacja	Moc obiektu [MW]	Rodzaj paliwa	L.p.	Lokalizacja	Moc obiektu [MW]	Rodzaj paliwa
1.	Barlinek	37,6	drewno	17.	Czernin	5	słoma
2.	Pisz (PEC)	21	drewno	18.	Szczytno	5	drewno
3.	Czarna Białostocka	14	drewno	19.	Włoszczowa	5	drewno
4.	Maków Mazowiecki	13	drewno	20.	Ełk	4,7	drewno
5.	Trzcianka	10	drewno	21.	Przechlewo	4,5	słoma
6.	Nowa Dęba	8,5	drewno	22.	Sieradz	4,5	drewno
7.	Lubań Śl.	8	słoma	23.	Chociwel	4	drewno
8.	Pisz (Sklejka-Pisz S.A.)	8	drewno	24.	Konewka	4	drewno
9.	Ziębice	8	drewno	25.	Łapy	4	drewno
10.	Frombork	6,5	słoma	26.	Witnica	4	drewno
11.	Sępólno Krajeńskie	6	słoma	27.	Waplewo	3	słoma
12.	Wielbark*	6	drewno	28.	Skwierzyna	2	słoma
13.	Białystok	5,3	drewno	29.	Kisielice	2	słoma
14.	Goleniów	5	drewno	30.	Stary Targ	2	słoma
15.	Nowe	5	drewno	31.	Krzyżowice	2	słoma
16.	Orzechów	5	drewno	32.	Watkowice	0,8	słoma

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z EkoFunduszu, Polytechnik Polska Sp. Z o. o., i innych

* W trakcie budowy.

Ocenia się, że eksploatacja tego obiektu powoduje redukcję CO₂ na poziomie 10 573 ton w ciągu roku.

Warto zaznaczyć, że tradycyjne spalanie biomasy nie zawsze pozwala na uzyskiwanie zadowalających efektów energetycznych i ekologicznych. Dlatego w przypadku biomasy o niskich parametrach (np. drewno o wilgotności do 60%) korzystniejszym rozwiązaniem wydaje się być zgazowanie. Zaletą takiego rozwiązania jest wysoka sprawność procesu — około 90%. W tym rozwiązaniu produkcja ciepła z biomasy odbywa się w dwóch fazach: najpierw przebiega zgazowanie biomasy w generatorze, a następnie wytworzony gaz spalany jest w palniku kotła wodnego lub parowego. Gaz pirolityczny może być także — po uprzednim przygotowaniu — wykorzystany do napędu silnika tłokowego generatora prądu oraz jako półprodukt do wytwarzania metanolu. Szacuje się, że z 1 tony suchego drewna

można wyprodukować 2000 m³ gazu. Zgazowarki pirolityczne są produkowane przez Zakład Mechaniczny Zamer (Kraszewo, woj. warmińsko-mazurskie). Zgazowarki takie są eksploatowane między innymi w Czersku, Lesznie Górnym oraz Słubicach. Moc ich to 2—4 MW. Są wykorzystywane do produkcji ciepła oraz pary.

W ostatnich latach powstało wiele kotłowni wykorzystujących drewno. Jedną z największych to kotłownia w Piszcu — 21 MW (północno-wschodnia część kraju). Paliwem dla tej kotłowni są odpady drzewne i wierzba energetyczna (średnia wartość opałowa mieszanki paliwowej wynosi 12,6 MJ/kg, a minimalna 10,4 MJ/kg). Szacuje się, że maksymalne dobowe zapotrzebowanie na paliwo to 360 m³ zrębków (średnie zużycie paliwa w ciągu dnia to 93 m³). W skali roku zapotrzebowanie jest na poziomie 36 tys. m³ (30 tys. Mg). Przed rozpoczęciem eksploatacji ekologicznej kotłowni w przestarzałych 12 kotłowniach węglowych spalano rocznie około 11 500 ton węgla i mialu oraz około 2260 ton drewna (jako dodatku paliwowego). Szacuje się, że oparcie systemu ciepłowniczego miasta na biomase w sposób znaczący przyczyni się do ograniczenia zanieczyszczeń do powietrza (redukcja emisji CO₂ o około 24,2 tys. Mg rocznie, a także redukcja emisji pyłów i SO₂ o ponad 90% oraz NO_x o około 50%). Są plany, aby w przyszłości w tym regionie wytwarzać także energię elektryczną na bazie biomasy.

W Czarnej Białostockiej także od 2001 r. działa jedna z większych w kraju ekologicznych kotłowni — paliwem są zrębki drewna. Koszty inwestycyjne wyniosły 9,6 mln zł (50% kosztów pokryta została z dotacji Fundacji EkoFunduszu). Powstanie kotłowni o mocy 14 MW wyeliminowało spalanie węgla w ilości około 6600 Mg w ciągu roku. Szacuje się, że dzięki tej inwestycji ograniczona zostanie emisja CO₂ o około 14 600 Mg na rok (EkoFundusz 2005).

Największa moc cieplna na biomase (37,6 MW) jest zainstalowana w Grupie Barlinek — producent naturalnych podłóg drewnianych. Warto dodać, że firma ta jest aktualnie największym producentem biomasowego paliwa w formie pelet w kraju.

Także w Europie Zachodniej w ostatnich latach można zaobserwować zwiększone zainteresowanie energetycznym wykorzystaniem biomasy i odpadów (najszybciej rozwija się tam energetyka wiatrowa). Przykładem może być oddanie do eksploatacji w Wielkiej Brytanii (hrabstwo Cambridge) elektrowni opalanej słomą (jeden z największych obiektów tego typu). Koszty inwestycyjne zamknęły się kwotą 60 mln funtów. Jej moc to 36 MW, a roczne zapotrzebowanie na słomę to 200 000 Mg (sprasowana słoma jest dostarczana z gospodarstw w promieniu 50 km). Jest to elektrownia multipaliwowa — dostosowana także do innych rodzajów biomasy oraz dodatkowo do spalania gazu ziemnego (udział do 10%) (Olszowiec 2002).

4. Wykorzystanie biomasy do produkcji energii elektrycznej

Wykorzystanie biomasy do produkcji energii elektrycznej spotyka się w Polsce z coraz większym zainteresowaniem, szczególnie wśród wielkich wytwórców energii (elektrownie,

elektrociepłownie), ze względu na obowiązek wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych, o którym wspomniano na wstępie tego artykułu.

Współspalanie biomasy z węglem może być realizowane w konwencjonalnych kotłach grzewczych stosowanych w ogrzewnictwie indywidualnym i komunalnym, jak i w energetyce zawodowej, w kotłach rusztowych, fluidalnych i pyłowych. Te ostatnie stanowiły w 2000 r. 95% mocy elektrycznej zainstalowanej w krajowej energetyce, kotły fluidalne zaledwie 4,2%.

Tak więc udział dodatku biomasy do spalanego węgla może być zaledwie do 5% w kotłach rusztowych, a do 20% w kotłach fluidalnych.

Zainstalowana moc elektryczna z kotłami rusztowymi stanowi wielkość marginalną (0,8%) z tendencją spadkową w prognozie PSE S.A. (tab. 2).

TABELA 2. Zmiany wielkości i struktury zainstalowanej mocy elektrycznej opartej na węglu w latach 2000—2010

TABLE 2. The changes of values and structures installed capacity base on coal in 2000—2010

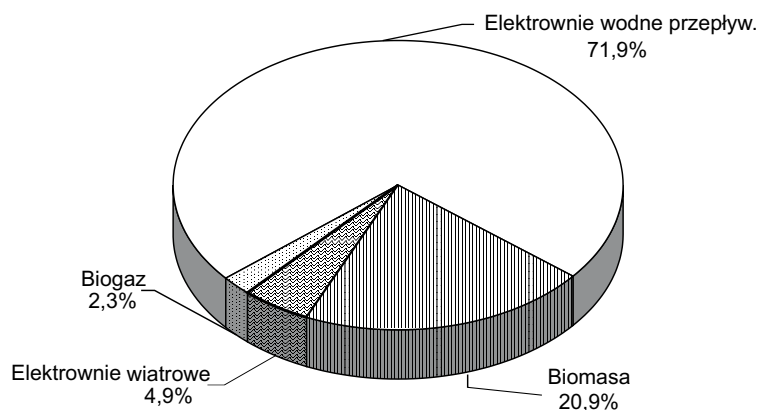
Wyszczególnienie	Rok					
	2000			2011		
	kotły pyłowe	kotły fluidalne	kotły rusztowe	kotły pyłowe	kotły fluidalne	kotły rusztowe
	MW _e					
Elektrownie	23 678,0	880,0	—	21 458,0	1 900,0	—
Elektrociepłownie	4 249,2	333,0	244,8	3 665,2	798,0	159,0
Razem	27 927,2	1 213,0	244,8	25 123,2	2 698,0	159,0
Ogółem	29 385,0			27 980,2		
Struktura [%]	95,0	4,2	0,8	89,8	9,5	0,6

Źródło: Mirowski 2004

Spalanie biomasy w kotłach fluidalnych lub w kotłach z ruchomym rusztem (np. do spalania słomy) jest dość rozpowszechnione. Takie rozwiązania do produkcji energii elektrycznej w sposób tradycyjny z wykorzystaniem pary do napędu turbiny parowej są możliwe w przypadku dużych instalacji o mocy cieplnej powyżej 10 MW_t (Gamrat i in. 2005). Stąd najprostszą, a zarazem najtańszą metodą uzyskania w krótkim okresie czasu odpowiednich wymaganych ilości tej energii w krajowym bilansie energii, wydaje się być współspalanie biomasy z węglem w dużych kotłach energetycznych.

W wielu elektrowniach i elektrociepłowniach zostały podejmowane próby współspalania biomasy z węglem, które w przeważającej liczbie przypadków (21 obiektów) zakończyły się wprowadzeniem zastosowanej technologii i produkcją „zielonej energii”, po uprzednim procesie uwierzytelnienia tejże instalacji.

Produkcja energii z odnawialnych źródeł energii w 2004 r. w przeważającej części pochodziła z elektrowni wodnych przepływowych (2081,4 GWh), natomiast z biomasy 603,8 GWh. Struktura produkcji w OZE została przedstawiona na rysunku 6. Zakładając, że produkcja energii elektrycznej z biomasy wyniesie w kolejnych kwartałach 2005 r. tyle co w pierwszym, to roczna produkcja wyniosłaby około 950 MWh (tab. 3).



Rys. 6. Struktura produkcji energii elektrycznej z OZE w 2004 roku
Źródło: Wójcik 2005

Fig. 6. The structure of electricity generation from Renewable Energy Sources in 2004

TABELA 3. Wielkość produkcji energii elektrycznej z biomasy (I kw. 2005 r.)

TABLE 3. The value of electricity generation from biomass (first quarter 2005)

Przedsiębiorstwo	Energia w [MWh]	Technologia
Elektrownia Opole S.A.	3,252	WS
Zespół Elektrowni Dolna Odra S.A.	22,123	WS
Elektrownia Połaniec S.A. — Grupa Electrabel	64,998	WS
Elektrownia „Stalowa Wola” S.A.	3,666	WS
Południowy Koncern Energetyczny S.A.	4,007	WS
Mondi Świecie kocioł fluidalny	36,451	WS
Mondi Świecie kocioł sodowy	37,183	BM
International Paper — Kwidzyn S.A.	45,653	BM
Zespół Elektrowni Ostrołęka S.A.	18,985	BM
„Waster” s.c. Piotr Wawro, Ilona Wawro	0,260	BM
SUMA	236,578	

Źródło: Wójcik 2005

WS — współspalanie, BM — el. na biomase.

Polska energetyka zawodowa dysponuje znacznymi rezerwami mocy i z tego powodu najatrakcyjniejsze pod względem ekonomicznym jest obecnie współspalanie biomasy z węglem. Efekty ekologiczne również są pozytywne. Jest to jednak rozwiązanie na krótki okres czasu. Struktura wiekowa źródeł wytwarzania energii elektrycznej — przedstawiona na rysunku 3 — wskazuje na brak możliwości produkcji „zielonej energii” w tych źródłach w sposób efektywny.

5. Biopaliwa

Biopaliwa — tematyka ta, popularna od kilku lat w naszym kraju, ma bardzo długą historię. Właściwie historia biopaliw sięga narodzin przemysłu motoryzacyjnego, bowiem już ponad wiek temu Rudolf Diesel do napędu prototypów swoich silników wykorzystywał olej z orzeszków ziemnych. Także alkohol etylowy był stosowany jako paliwo do napędu silników samochodowych już w 1920 r. przez H. Forda (Krajowa Izba Biopaliw 2005).

Należy zaznaczyć, że termin biopaliwa określa wyłącznie substancje palne nie o kopalnym, lecz biologicznym pochodzeniu. Termin ten bardzo często jest stosowany (nieprawidłowo) w odniesieniu do mieszanki paliw zawierającej zarówno paliwa kopalne (z ropy naftowej), jak i biokomponenty. Dla takiej mieszanki powinno używać się określenia eko-paliwa. Ustawa z dnia 2 października (o biokomponentach stosowanych w paliwach ciekłych i biopaliwach ciekłych) definiuje biokomponenty jako ester lub bioetanol, w tym bioetanol zawarty w eterze etylo-tert-butylowym lub eterze etylo-tert-amylowym oraz estry stanowiące samoistne paliwa silnikowe (Dz.U. 2004 nr 2 poz. 16).

Polska (i sześć innych państw Unii Europejskiej: Dania, Irlandia, Finlandia, Wielka Brytania, Węgry i Grecja) nie wywiązała się z dyrektywy unijnej dotyczącej udziału biopaliw w ogólnej ilości sprzedawanych paliw płynnych na 2005 r. Dyrektywa ta przewiduje, że udział biopaliw w ogólnej ilości sprzedawanych paliw płynnych na rok 2005 powinien być nie mniejszy niż 2%, a w roku 2010 powinien przekroczyć 5% (tab. 4).

TABELA 4. Minimalny udział biopaliw i innych paliw odnawialnych w ogólnym zużyciu paliw ciekłych [%]

TABLE 4. The minimum share of biofuels and others renewable fuels in total consumption of liquid fuel

Wyszczególnienie	Rok						Według wartości
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
Ustalenia dyrektyw							
Udział biokomponentów	2,00	2,75	3,50	4,25	5,00	5,75	energetycznej
Bioetanol	3,20	4,41	5,61	6,81	8,01	9,21	objętościowej
EETB (w przelicz. na bioetanol)	6,82	9,37	11,93	14,49	17,04	19,60	objętościowej
Ester	2,12	2,92	3,71	4,51	5,30	6,10	objętościowej

Źródło: Kasperowicz 2004

Polski rząd natomiast ustalił limit w tym roku na poziomie 0,5%. W najbliższym czasie (luty 2006 r.) zostaną wydane niezbędne rozporządzenia, które umożliwią wprowadzenie biopaliw do obrotu. Gdyby jednak przyjąć, że w 2005 r. Polska wypełniła zalecenia wynikające z Dyrektywy 2003/30/WE, to szacunkowa powierzchnia gruntu przeznaczona pod produkcję rzepaku powinna wynosić 130 tys. ha. Gdyby natomiast przyjąć, że w 2010 r. będzie istnieć obowiązek dodawania około 5% estrów do olejów napędowych wprowadzanych do obrotu, to w tym czasie niezbędna będzie produkcja estrów na poziomie około 400 tys. na rok. Ten fakt pociąga za sobą konieczność zwiększenia zbiorów rzepaku o około 1—1,2 mln ton, co wymaga wzrostu areału zasiewu o około 400—500 tys. ha.

W tabeli 5 przedstawiono stan wykorzystania bioetanolu w benzynach silnikowych w ostatnich latach. Zużycie benzyn podano w tys. m³ (przeliczono wielkości podawane przez GUS przyjmując gęstość benzyny 0,76 kg/dm³).

Od 5 lipca 2005 r. rozpoczęto sprzedaż detaliczną oleju napędowego z dodatkiem biokomponentów (20% udział) na stacji paliw — w Trzebini (Małopolska). We wrześniu także rozpoczęto sprzedaż na Warmii i Mazurach (biodiesel sprzedawany jest w oznaczonych dystrybutorach w Olsztynie, Giętrwałdzie, Uzdowie i Przemyśle). Sprzedawany biodiesel zawiera 17% domieszki estrów (jest on tańszy od zwykłego oleju napędowego średnio o 20 gr). Jedynym producentem biodiesla na skale przemysłową w Polsce jest Rafineria Trzebinia — instalacja do produkcji biodiesla została uruchomiona w 2004 r. —

TABELA 5. Wykorzystanie bioetanolu w benzynach silnikowych w latach 1994—2003 oraz 2004 (wielkość szacunkowa)

TABLE 5. The utilization of bioethanol in petrol in 1994—2003

Rok	Zużycie [tys. m ³]		Udział objętościowy bioetanolu [%]
	benzyn	w tym bioetanolu	
1994	7 325	27,0	0,37
1995	8 332	63,0	0,76
1996	6 174	100,9	1,63
1997	6 691	110,6	1,65
1998	6 672	99,8	1,50
1999	7 770	83,2	1,07
2000	6 808	51,4	0,75
2001	6 233	66,4	1,07
2002	5 645	82,8	1,47
2003	5 453	76,2	1,40
2004	5 150	48,5	0,94

Źródło: Raport... 2005

jej wydajność to 100 tys. ton estrów metylowych wyższych kwasów tłuszczowych. Produkcja biodiesla opiera się na bazie oleju rzepakowego (surowiec roślinny — rzepak pochodzi wyłącznie z polskich upraw) — 60% wsadu oraz zużytych olejów roślinnych. Większość produkcji estrów metylowych wyższych kwasów tłuszczowych jest kierowana na eksport w czystej postaci, a 20% mieszanka z olejem napędowym jest sprzedawana w kraju. Względy ekonomiczne sprawiają, że bardziej opłacalny jest eksport estrów do Niemiec (Dąbrowski 2005).

Oprócz Rafinerii Trzebinia także inne firmy w ostatnim czasie przymierzają się do produkcji biopaliw, np.: Kompania Spirytusowa Wratislavia Polmos we Wrocławiu oraz Elstar Oils. Firma z Wrocławia buduje instalacje do produkcji estrów oleju rzepakowego. Koszty inwestycyjne wyniosą około 100 mln zł, według przewidywań produkcja estrów rozpocznie się w czwartym kwartale 2006 r. Aktualnie Kompania Spirytusowa Wratislavia Polmos jest największym w kraju producentem bioetanolu stosowanego jako dodatek do paliw silnikowych (produkcja na skalę przemysłową rozpoczęła się już w 1992 r.) (PAP 2005a). Firma Elstar Oils S.A. (producent rafinowanych olejów i tłuszczów dla przemysłu spożywczego) przygotowuje się do budowy nowych zakładów do produkcji biopaliw w południowej części kraju — województwo dolnośląskie i lubelskie. Spółka posiada już obecnie jeden zakład produkcyjny w Czerninie koło Sztumu (woj. pomorskie), gdzie dobiegają końca prace związane z rozbudową mocy przerobowych — około 150 tys. ton rzepaku rocznie. W czerwcu 2005 r. firma powołała spółkę zależną Biopaliwa S.A., która w Malborku rozpocznie produkcję biopaliw. W pierwszym etapie zdolności produkcyjne instalacji będą wynosić 50 tys. estrów na rok, a docelowo instalacja będzie produkować dwa razy więcej. Planowane jest zakończenie budowy instalacji w II kwartale 2006 r. (ElstarOils 2005).

Grupa Lotos — drugi co do wielkości uczestnik rynku paliw w kraju — także rozważa budowę instalacji do produkcji estrów. W związku z likwidacją tzw. ulg transportowych Grupa Lotos zamierza przekształcić profil produkcyjny rafinerii południowych. Przewiduje się w związku z tym, że w 2006 r. rozpocznie się budowa instalacji do produkcji estrów metylowych w Rafinerii Czechowice-Dziedzice.

Wydaje się, że produkcja biopaliw w Polsce będzie się rozwijać dynamicznie w najbliższych latach. Na wzrost produkcji biopaliw wpływać będą zobowiązania unijne w tej dziedzinie, a także wysoka cena ropy naftowej na giełdach światowych (ok. 60—70 USD/bbl), która przekłada się na ceny paliw w Polsce (ceny rekordowo wysokie w 2005 r. — około 4 zł/l). Ponadto Polska posiada odpowiednie warunki rolnicze dla upraw roślin niezbędnych do produkcji biopaliw. Należy także zaznaczyć, że wykorzystywanie biopaliw to także ważny element dywersyfikacji dostaw ropy naftowej (zmniejsza się przez to wielkość importu ropy naftowej — aktualnie udział importowanej ropy naftowej w stosunku do zużycia w kraju to około 95%). Rozwój produkcji biopaliw pozytywnie wpływa na rozwój gospodarki krajowej — tworzone są nowe miejsca pracy.

Jak wskazują doświadczenia państw, w których stosuje się biokomponenty, niezbędna jest pomoc ze strony państwa dla rozwoju wykorzystania biododatków. W Polsce także jest system ulg i zwolnień podatkowych dla wspierania stosowania biokomponentów. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Finansów z dnia 18 listopada 2004 r. obowiązują zwolnienia

z podatku akcyzowego za wprowadzenie określonego poziomu biokomponentów do paliw ciekłych (Raport... 2005):

- ❖ paliwa ciekłe zawierające od 2,0 do 5% biokomponentów w wysokości 1,5 zł od każdego litra biokomponentów dodanych do tych paliw,
- ❖ biopaliwa ciekłe z zawartością 5 do 10% biokomponentów, w kwocie 1,8 zł od każdego litra biokomponentów dodanych do tych paliw,
- ❖ biopaliwa ciekłe z zawartością powyżej 10% biokomponentów dodanych do tych paliw w wysokości 2,2 zł od każdego litra dodanych biokomponentów.

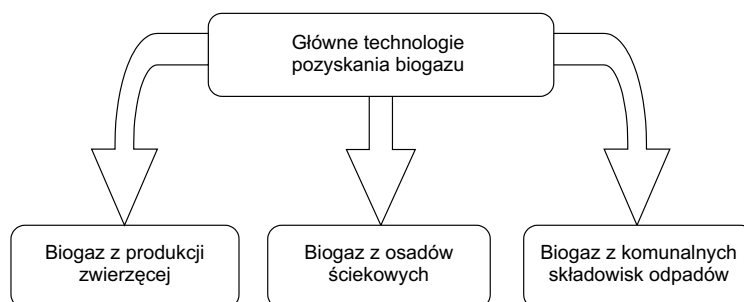
Dla zdecydowanego rozwoju produkcji biopaliw w Polsce niezbędne są stabilne uregulowania prawne gwarantujące opłacalność inwestycji. Według Krajowego Zrzeszenia Producentów Rzepaków zbiory rzepaku w 2005 r. były na poziomie około 1,25—1,3 mln ton i były niższe od zbiorów w 2004 r. (1,65 mln ton). Jednak przy założeniu rozwoju produkcji biopaliw polskie rolnictwo jest w stanie dostarczać 2 mln ton rzepaku, w tym 1 mln z przeznaczeniem na biopaliwa (PAP 2005).

Ważnym argumentem przemawiającym za rozwijaniem wykorzystania biopaliw są ekologiczne aspekty ich stosowania. Oto wybrane zalety ich używania (Mokrzycki, Mirowski 2002):

- ❖ bardzo niska zawartość siarki w biodieslu — około 0,001%,
- ❖ wyższa liczba cetanowa niż ON,
- ❖ w 93% ulega biodegradacji po 21 dniach.

6. Biogaz

Biogaz jest to mieszanina gazów powstająca w procesie beztlenowej fermentacji różnego rodzaju materii organicznej. W skład biogazu wchodzi przede wszystkim metan (40—70%) i dwutlenek węgla (30—60%), a także azot i siarkowodór. Na rysunku 7 pokazano główne technologie pozyskania biogazu.



Rys. 7. Główne technologie pozyskania biogazu
Źródło: Mokrzycki 2005

Fig. 7. The main technologies of biogas generation

Potencjał biogazu pochodzącego z odchodów zwierząt jest szacowany na 3310 mln m³. Jednak w praktyce instalacje tego typu mogą powstać tylko przy dużych gospodarstwach rolnych i tak też się dzieje — w czerwcu 2005 r. powstała w PawłóWKu (gmina Przechlewo) pierwsza w Polsce biogazownia. Obiekt ten wykorzystuje biogaz otrzymywany z gnojowicy i odpadów z ubojni świń. Z biogazu (zawartość metanu około 65%) produkowana jest energia elektryczna (moc — 0,23 MW) oraz energia cieplna (0,38 MW). Są plany, że będą powstawać kolejne obiekty tego typu w Polsce. Uzysk biogazu z 1 m³ płynnych odchodów wynosi średnio 20 m³, a z 1 m³ obornika — 30 m³. Wartość energetyczna takiego biogazu to około 23 MJ/m³ (Serwis... 2005).

Szacuje się, że w kraju jest bardzo wysoki potencjał energetyczny biogazu z oczyszczalni ścieków. W Polsce jest 1759 przemysłowych i 1471 komunalnych oczyszczalni ścieków i liczba ta wzrasta. Przyjmuje się, że z 1 m³ osadów ściekowych uzysk biogazu to około 10—20 m³. W 2002 r. liczba biogazowni komunalnych to 32 (łączna moc — 61,5 MW) (EC BREC 2005).

W Polsce jest zarejestrowanych około 700 czynnych składowisk odpadów. Ich szacunkowa roczna produkcja metanu to ponad 600 mln m³, przy czym praktyczne do pozyskania zasoby gazu wysypiskowego nie przekraczają 30—45% całkowitego potencjału. W 2002 r. w kraju było 25 biogazowni na gaz wysypiskowy (ich łączna moc to 15,4 MW).

Podsumowanie

Według Polityki Energetycznej Polski do 2025 r. celem strategicznym państwa jest wspieranie rozwoju odnawialnych źródeł, tak aby w 2010 r. możliwe było uzyskanie 7,5% udziału energii, pochodzącej z tych źródeł, w bilansie energii pierwotnej. W dokumencie tym jest mowa, że biomasa (i energetyka wiatrowa) stanowią największy potencjał do wykorzystania spośród odnawialnych źródeł energii w Polsce przy obecnych cenach energii i warunkach pomocy publicznej. Podkreślono także, że w Polsce technologie wykorzystujące biomasę stanowią będą podstawowy kierunek rozwoju wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Wzrost energetycznego wykorzystania biomasy do celów energetycznych nie może powodować niedoborów drewna dla potrzeb przemysłu drzewnego, celulozowo-papierniczego. Dokument przewiduje, że rozwój wykorzystania biomasy do celów energetycznych wpłynie pozytywnie na rozwój gospodarki rolnej i leśnej (rozwijać się będą uprawy roślin energetycznych).

Spełnienie warunku minimalnego ilościowego udziału energii elektrycznej wytworzonej z OZE na poziomie 9% w 2010 r. jest głównym czynnikiem wzrostu wykorzystania biomasy w energetyce. Wyniki przedstawione w artykule świadczą, że dzięki zakwalifikowaniu współspalania jako metody produkcji „zielonej energii” wymagane limity (ilościowe) zostały spełnione (2005 r.). Jednak bez dodatkowych inwestycji oraz nowych źródeł wytwarzania „zielonej energii” trudno będzie w perspektywie czasowej do 2010 r. prawie trzykrotnie zwiększyć ten udział.

W ramach protokołu z Kyoto Polska zobowiązała się do redukcji gazów cieplarnianych w latach 2008—2012 o 6% w stosunku do roku bazowego (dla Polski jest to 1988 r.). Wspieranie rozwoju odnawialnych źródeł energii — w tym szczególnie biomasy — w sposób znaczący przyczyni się do spełnienia postanowień przyjętych w Protokole z Kyoto, jak również innych zobowiązań (dyrektyw europejskich — 2001/77/EC, 2003/30/EC). Także zwiększenie wykorzystania biomasy na cele energetyczne przyczyni się do zmniejszenia emisji zanieczyszczeń gazowych i wpłynie pozytywnie na rozwój lokalnej gospodarki.

Literatura

- DĄBROWSKI T., 2005 — Biopaliwa — niechciana dywersyfikacja. Sektor nafty i gazu w Polsce. Raport Roczny 2004. Nafta & Gaz Polska.
- Directive 2003/30/EC on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport.
- Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market.
- GAMRAT J., ALEKSANDROW J., KROCHMAŁSKI R., 2005 — Energetyczne wykorzystanie biomasy. Biuletyn Miesięczny. Nr 3 (165) marzec.
- GIERMEK K., WŁODARCZYK W. — Rozwój odnawialnych źródeł energii w latach 1999—2004 — ocena mechanizmów wspierania. Biuletyn URE 1/2005.
- KASPEROWICZ A., 2004 — Pierwsze wytwórnie ruszą w tym roku. Rzepak, czerwiec, s. 54—58.
- LEWANDOWSKI W.M., 2002: Proekologiczne źródła energii odnawialnej. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa.
- Ministerstwo Gospodarki i Pracy, Zespół do spraw Polityki Energetycznej — Polityka Energetyczna Polski do 2025 roku, dokument przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 4 stycznia 2005 roku. Warszawa.
- Ministerstwo Środowiska, 2000 — Strategia rozwoju energetyki odnawialnej. Warszawa, wrzesień.
- MIROWSKI T., WIELGOSZ G., 2004 — Rola biomasy jako paliwa w energetyce zawodowej. Paliwa i energia XXI wieku. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, s. 29—32.
- MOKRZYCKI E., MIROWSKI T., 2002 — Perspektywy rozwoju produkcji biopaliw w Polsce w świetle krajowych regulacji prawnych oraz dyrektyw UE. XVI Konferencja z cyklu „Zagadnienia surowców energetycznych w gospodarce krajowej”. Zakopane, 6—9 października 2002. Sympozja i Konferencje. Wyd. Instytut GSMiE PAN. Kraków, nr 57, s. 425—435.
- OLSZOWIE P., 2002 — Albion dostrzegł biomasę i odpady. Słomiany ogień słomiany... prąd. Gigawat Energia nr 9.
- Polska Agencja Prasaowa SA (PAP), 2005a — KS Wratlavia Polmos buduje instalację estrów za 100 mln zł. Informacja z dnia 7 listopada 2005 r.
- Polska Agencja Prasaowa SA (PAP), 2005b — Zbiory rzepaku były niższe niż przed rokiem. Informacja z dnia 22 sierpnia 2005 r.
- Praca zbiorowa pod redakcją E. Mokrzyckiego, 2005 — Podstawy gospodarki surowcami energetycznymi. Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków.

- Raport dla Komisji Europejskiej wynikający z art. 4(1) dyrektywy 2003/30/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie wspierania użycia w transporcie biopaliw lub innych paliw odnawialnych za 2004 r. Opracowano w Ministerstwie Rolnictwa i Rozwoju Wsi we współpracy z Ministerstwem Gospodarki i Pracy, Ministerstwem Finansów, Ministerstwem Nauki i Informatyzacji, Ministerstwem Środowiska i Ministerstwem Infrastruktury Polska, kwiecień 2005 r.
- Raport określający cele w zakresie udziału energii elektrycznej wytwarzanej w odnawialnych źródłach energii znajdujących się na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, w krajowym zużyciu energii elektrycznej w latach 2005—2014. Monitor Polski Nr 53, Poz. 731. Warszawa 2005.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 9 grudnia 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązku zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii (Dz.U. nr 267, poz. 2656).
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 stycznia 2004 r. w sprawie minimalnej ilości biokomponentów wprowadzanych do obrotu w paliwach ciekłych lub biopaliwach ciekłych w 2004 r. (Dz.U. 2004 nr 2 poz. 16).
- ŚLAK G., 2005 — Perspektywy rozwoju rynku biopaliw na świecie oraz w polskich realiach. Miesięcznik Naukowo-Techniczny Chemik nr 5, s. 223—226.
- YEAGER K. 2004 — Electricity and the Human Prospect: A Vision. Electricity and the Human Prospect Conference. CESP Conference. Institute for International Studies. Stanford University.

Źródła internetowe:

- EC BREC 2000 — Ekonomiczne i prawne aspekty wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce (streszczenie). Ministerstwo Środowiska. Warszawa. www.mos.gov.pl
- EC BREC, 2005 — Struktura produkcji energii odnawialnej w Polsce w roku 2002, www.ecbrec.pl
- Fundacja EkoFundusz 2005; www.ekofundusz.org.pl/pl/index.htm
- KUBICA K., ŚCIAŻKO M., RAIŃCZAK J., 2004 — Współspalanie biomasy z węglem. Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla. Zabrze. www.ichpw.zabrze.pl
- Krajowa Izba Biopaliw 2005; www.kib.pl
- Serwis poświęcony energetycznemu wykorzystaniu biomasy, 2005. www.biomasa.org
- WÓJCIK W., 2005 — Odnawialne Źródła Energii na gospodarczej mapie Polski. Urząd Regulacji Energetyki. Warszawa, czerwiec. www.tge.pl

Tomasz MIROWSKI, Adam SZURLEJ, Grzegorz WIELGOSZ

Energetic utilization of biomass in Poland

Abstract

The paper presents the Polish generation sector and the directions of biomass utilization for energetic purposes. Biomass is used as: solid (e.g. wood, straw, *Salix Viminalis*), liquid (biofuels

production on the basis of rapeseed), gas (biogas). In Poland renewable energy utilization growth ratio is increasing. Development of renewable energy utilization technologies is supported by European Union policy within framework of program of electric energy production support from such sources.

Biomass occupies dominant position among renewable energy sources in Poland. The share of biomass is the greatest among renewable energy sources in the structure of primary energy consumption. Poland is numbered among the top European countries with the biggest biomass resources.

Recently there have been lot of experiments and tests aiming at taking advantage of biomass in power plant and heat and power plant for big scale.

It is planned that on the basis of co — combustion of biomass and coal there will be the biggest quantity of green electricity generation based on renewable energy sources in Poland. The greater scale of using biomass in fuel and energy sector in Poland will help our country to cope with strict international deals, European Union and Polish directives connected with environmental protection acts.

KEY WORDS: RES, electricity generation, heat generation, co-combustion, liquid biofuels, biogas