

## BIOMASA JAKO SUROWIEC ENERGETYCZNY

### Wstęp

Zapotrzebowanie na energię jest bezpośrednią pochodną rozwoju gospodarczego, stąd też w ciągu najbliższych kilkunastu lat przewidywany jest dalszy znaczny wzrost jej konsumpcji. We wszystkich rozpatrywanych scenariuszach przewiduje się, że po 2020 roku następować będzie zmniejszanie udziału paliw konwencjonalnych: ropy naftowej, gazu ziemnego i węgla, stosownie do wyczerpywania się zasobów i związanego z tym wzrostu cen energii. Ich miejsce zajmować będą odnawialne źródła energii (OZE). W Polsce wśród OZE największe znaczenie ma biomasa, która może być używana na cele energetyczne w procesach bezpośredniego spalania (np. drewno, słoma, osady ściekowe), przetwarzana na paliwa ciekłe (np. estry oleju rzepakowego, alkohol) bądź gazowe (np. biogaz rolniczy, biogaz z oczyszczalni ścieków, gaz wysypiskowy). Powszechne jej wykorzystanie na cele energetyczne może stymulować rozwój wsi i rolnictwa. Wypełnienie tylko zobowiązań wynikających z czterech Dyrektyw Unii Europejskiej (2001/77/WE, 2003/30/WE, 2003/54/WE, 2003/96/WE) do 2010 roku może skutkować popytem na surowce rolnicze z powierzchni około 1 mln ha gruntów rolnych, a w 2020 roku zapotrzebowanie to co najmniej ulegnie podwojeniu. Tworzy to szansę nie tylko na dodatkowe dochody z produkcji rolniczej, ale także nowe miejsca pracy i czystsze środowisko.

Biomasa stanowi trzecie, co do wielkości na świecie, naturalne źródło energii. Według definicji Unii Europejskiej biomasa oznacza podatne na rozkład biologiczny produkty oraz ich frakcje, odpady i pozostałości 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 (Dyrektywa 2001/77/WE). Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 9 grudnia 2004 r. biomasa to stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej, leśnej oraz przemysłu przetwarzającego ich produkty, a także części pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji [Dz. U. Nr 267, poz. 2656].

Rola odnawialnych źródeł energii w Polsce, po przyjęciu proekologicznych dokumentów politycznych i rozwiązań prawnych, stale wzrasta i jest zamierzona głównie na wykorzystanie biomasy. Głównymi przesłankami aktywnego rozwoju odnawialnych źródeł energii są:

- wzrost bezpieczeństwa energetycznego (zmniejszenie zależności od importu energii),
- redukcja emisji CO<sub>2</sub> z sektora energetycznego,
- tworzenie nowych miejsc pracy,
- rozwój regionalny, mający na celu osiągnięcie większej społecznej i ekonomicznej spójności pomiędzy poszczególnymi regionami Unii Europejskiej,
- wzrost konkurencyjności gospodarki europejskiej na rynkach trzecich.

Udział ilościowy energii elektrycznej w Polsce ze źródeł odnawialnych w całkowitej sprzedaży w latach 2001-2010 ma wynosić nie mniej niż:

2,40%	w 2001 r.;	3,60%	w 2006 r.;
2,50%	w 2002 r.;	4,20%	w 2007 r.;
2,65%	w 2003 r.;	5,00%	w 2008 r.;
2,85%	w 2004 r.;	6,00%	w 2009 r.;
3,10%	w 2005 r.;	7,50%	w 2010 r.



Już w pierwszych latach obowiązywania tych norm, wystąpiły problemy z ich spełnieniem. Przeprowadzone kontrole (nadzór nad przestrzeganiem tego obowiązku powierzono Prezesowi Urzędu Regulacji Energetyki) wykazały, że w 2001 r. znacząca część przedsiębiorstw zajmujących się obrotem energią elektryczną nie wypełniła tego obowiązku. Główną przyczyną była niewystarczająca ilość takiej energii na rynku, która zapewniłaby wszystkim zobowiązanym przedsiębiorstwom możliwość jej zakupu w wymaganej rozporządzeniem ilości. W kolejnych latach realizacja tego obowiązku może być jeszcze trudniejsza, z uwagi na rosnący popyt oraz konieczność dostosowania polskiego prawa do rygorystycznych Dyrektyw (2001/77/WE i 2003/54/WE).  
Możliwości energetycznego wykorzystania biomasy przedstawiono w tabeli 1, są one uzależnione od metody konwersji i obejmują postać stałą, gazową i ciekłą.

Tabela 1. Możliwości energetycznego wykorzystania biomasy [Wojciechowski 2004]

<b>BIOMASA</b>		
<b>BIOPALIWA STAŁE</b>	<b>BIOPALIWA GAZOWE</b>	<b>BIOPALIWA CIEKŁE</b>
- pozostałości z rolnictwa: słoma zbóż, rzepaku, siano, łąty, - drewno opałowe: ścinki, kora, wióry, zrębki, trociny, - odpady z produkcji zwierzęcej, - osady ściekowe odwodnione, - rośliny energetyczne drzewiaste i trawiaste,	- biogaz rolniczy z fermentacji gnojowicy i odpadów rolniczych, - gaz drzewny, - gaz wysypiskowy z fermentacji odpadów komunalnych, - biogaz z fermentacji osadów ściekowych, - biogaz z fermentacji odpadów przetwórstwa spożywczego,	- biodiesel - olej rzepakowy: - etanol, - metanol - biooleje, - oleje po smażeniu z placówek żywienia zbiorowego,

Najważniejsze jej źródła to:

- drewno pochodzące z lasów, przesiek, sadów, specjalnych upraw oraz odpadowe z przemysłu drzewnego (drewno kawałkowe, trociny, wióry, zrębki, kora),
- nasiona roślin oleistych przetwarzane na estryfikowane oleje stanowiące materiał pędny,
- ziemniaki i zboża przetwarzane na alkohol etylowy dodawany do benzyn,
- słoma i inne pozostałości roślinne, stanowiące materiał odpadowy przy produkcji rolniczej,
- odpady powstające w przemyśle rolno-spożywczym,
- gnojowica lub obornik wykorzystywane do fermentacji metanowej,
- organiczne odpady komunalne,
- organiczne odpady przemysłowe, np. w przemyśle papierniczo-celulozowym.

Szacuje się, że obecny udział energii pozyskiwanej z odnawialnych źródeł w bilansie energetycznym Polski wynosi ok. 2,5%, czyli 104 PJ, przy całkowitym zużyciu energii pierwotnej w 1998 r. wynoszącym ok. 4 000 PJ. Udział odnawialnych źródeł energii w światowym bilansie energetycznym wynosi ok. 18%. Światowa Komisja Rady Energetycznej przewiduje do roku 2020 wzrost udziału energii odnawialnej do 21,3% (scenariusz pesymistyczny) lub nawet do 29,6% (scenariusz optymistyczny). Unia Europejska do roku 2010 planuje zwiększenie udziału OZE w bilansie energetycznym krajów członkowskich do 12%. Tak wysoki udział nośników odnawialnych w bilansie energetycznym wymaga uruchomienia i stosowaniu mechanizmów wspierających rozwój odnawialnych źródeł energii.

Strategia Rozwoju Energetyki Odnawialnej zakłada zwiększenie udziału energii ze źródeł odnawialnych w bilansie paliwowo-energetycznym kraju do 7,5% w 2010 r. i do 14% w 2020 r. w strukturze zużycia nośników pierwotnych. W Polsce najważniejszym



odnawialnym źródłem energii jest biomasa. Ma ona 98% udział w rynku energii odnawialnej [EC BREC, 2000] i ocenia się, że jej wykorzystanie będzie stale wzrastać.

Głównymi zaletami wdrażania odnawialnych źródeł energii są: decentralizacja krajowego sektora energetycznego, zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego kraju, stworzenie szansy rozwoju lokalnych społeczności na utrzymanie niezależności energetycznej, rozwoju regionalnego i stworzenie nowych miejsc pracy, a także przyczynienie się do poprawy stanu środowiska. Szacuje się, że emisja gazów cieplarnianych zostanie zredukowana o ok. 18 mln ton oraz zostanie stworzonych ok. 30-40 tys. miejsc pracy [www.biomasa.org].

### Zasoby oraz możliwości pozyskiwania i przetwarzania biomasy

Znaczenie biomasy w bilansie energetycznym Polski wyraźnie wzrosło po wstąpieniu do UE, kiedy poszukując możliwości realizacji polskich zobowiązań odnośnie udziału energii pozyskiwanej z odnawialnych źródeł, zwrócono szczególną uwagę na biomasę. Zasoby biomasy w Polsce są zbliżone do potencjału Unii Europejskiej, ale wykorzystanie jest różne. W krajach Unii Europejskiej wykorzystanie biomasy jest szacowane na ok. 16%, podczas gdy w Polsce wynosi on zaledwie 4%-8% i wynika głównie z energetycznego wykorzystania słomy, drewna i odpadów drzewnych.

Potencjalne zasoby biomasy można podzielić na dwie grupy:

- plantacje roślin uprawnych z przeznaczeniem na cele energetyczne,
  - rośliny drzewiaste szybko rosnące (np. wierzbą, topola),
  - wieloletnie byliny dwuliścienne (np. topinambur, ślazier pensylwański, rdesty), trawy wieloletnie (np. trzcina pospolita, miskanty),
- organiczne pozostałości i odpady, a w tym pozostałości roślin uprawnych.

Biomasę stałą pozyskuje się z odpadów: leśnych, rolniczych, przemysłu drzewnego, zieleni miejskiej oraz niewielkie ilości z segregowanych organicznych odpadów komunalnych.

Potencjał techniczny biopaliw stałych oszacowano na ok. 407,5 PJ w skali roku. Składają się na niego nadwyżki biomasy pozyskanej w rolnictwie (ok. 195 PJ), w leśnictwie (101 PJ), w sadownictwie (57,6 PJ) oraz odpady drzewne z przemysłu drzewnego (53,9 PJ). Ponad 11% drewna pozyskiwanego z Lasów Państwowych wykorzystywane jest do wytwarzania energii, jednak możliwy jest wzrost potencjału drzewnego w lasach (tabela 2).

Tabela 2. Zasoby drewna leśnego na cele energetyczne [Grzybek 2004]

Sortyment	Zużycie [mln m <sup>3</sup> ]	
	obecne	możliwości wzrostu
Papierówka	0,8	0,4-1,5
Drewno opałowe	1,4	0-0,2
Drewno małowymiarowe	0,9	0,5-1
Pozostałości zrębowe:		
- drobnica gałęziowa	0	0,2
- chrust	0	0,5
- drewno pniakowe	0	1,3
<b>Razem</b>	<b>3,1</b>	<b>1,1-2,9</b>

Zasoby biomasy rolniczej możliwej do wykorzystania na cele energetyczne zależne są od upraw zbóż i rzepaku. Podaje się, że z 1 ha uprawy różnych zbóż można zebrać od 10 do 14 t·ha<sup>-1</sup> s.m. słomy. Średnie plony suchej masy siana z łąk wynoszą ponad 12-15 t·ha<sup>-1</sup>, a w dobrych warunkach nawet więcej. Z traw rodzimych najlepiej plonuje trzcina pospolita, bowiem jej plony wycenia się na 12-30 t·ha<sup>-1</sup>. Należy nadmienić, że przytoczone wartości



stanowią nadwyżkę traw zbędnych jako pasza lub specjalnie uprawianych do celów energetycznych [Grzybek 2004].

W przyszłości uzupełnieniem bilansu podaży biomasy na rynku energetycznym może być jej pozyskiwanie z plantacji wieloletnich roślin rodzimych, takich jak wierzba krzewiasta (*Salix* spp.), jak również z gatunków aklimatyzowanych w Polsce, np.: ślazuwca pensylwańskiego (*Sida hermafrodita* Rusby), czy też miskanta (*Miscanthus* spp.). Obecnie obserwuje się duże zainteresowanie tymi gatunkami w wielu krajach Europy. Wymienione gatunki zalicza się do wysoko produktywnych roślin wytwarzających lignino-celulozową biomasę o potencjalnym plonie suchej masy  $30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Produkcja biomasy tych roślin i jej przetwarzanie stwarza możliwość wykorzystania części gruntów rolniczych [Szczukowski, Tworkowski 2006].

Szacuje się, że powierzchnia użytków rolnych odłogowanych lub mało intensywnie wykorzystanych rolniczo w Polsce wynosi ok. 1,6-1,8 mln ha. Pomimo iż w znacznej części są to gleby mało urodzajne, to jednak połowa z nich nadaje się pod uprawę roślin energetycznych, które przy prawidłowej agrotechnice i nawożeniu, mogą zapewnić zadawalające plony biomasy. Aby uzyskać powierzchnie upraw energetycznych ok. 600-800 tys. ha konieczne jest wdrożenie mechanizmów spierających plantatorów roślin energetycznych, głównie w zakresie finansowego wsparcia zakładania plantacji, a przede wszystkim właściwego zorganizowania „rynku biomasy”.

Aktualnie w Polsce powierzchnie wieloletnich roślin energetycznych szacuje się na ok. 4 tys. ha, w tym połowę areалу stanowią plantacje wierzby energetycznej. Potencjalną podaż biomasy z plantacji roślin energetycznych określa się na poziomie ok. 50 mln ton o wartości energetycznej ok. 400 mln GJ, co jest równoważne energetycznie 20% węgla zużywanego aktualnie w krajowej energetyce ( $1.900 \text{ mln GJ} \cdot 0,2 = 380 \text{ mln GJ}$ ). Pozyskanie takiej ilości biomasy wiązałoby się z przeznaczeniem na ten cel od 1,3 do 1,5 mln hektarów użytków rolnych. Bazą do zakładania potencjalnych plantacji roślin energetycznych mógłby być ciągle rosnący obszar odłogowanych użytków rolnych, oraz część ekstensywnie wykorzystywanych użytków zielonych [Szczukowski, Tworkowski 2006]. Także warunki klimatyczne w Polsce o charakterze przejściowym, z dostateczną liczbą opadów 500-700 mm w okresie wegetacji są sprzyjające do uprawy roślin energetycznych [Dubas 2005].

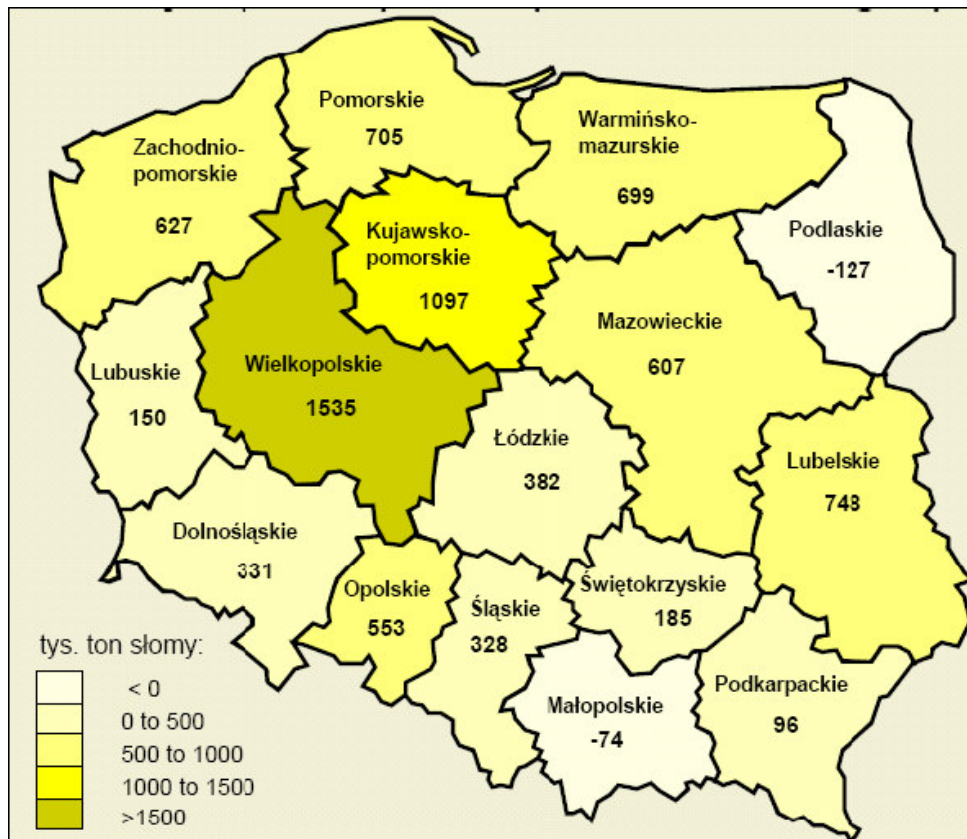
Podstawowe źródła biomasy w Polsce (rys. 1-3) wskazują na znaczny potencjał biomasy z różnych źródeł [Gaj 2004].

### **Zapotrzebowanie na biomasę przez energetykę zawodową**

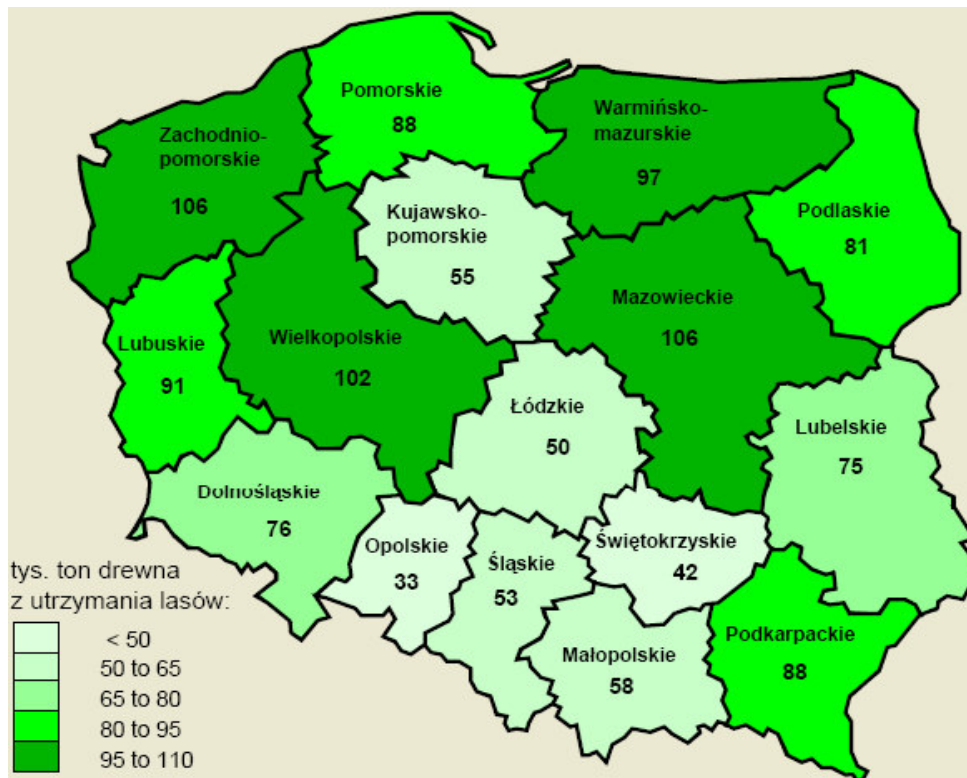
Realizacja zobowiązań Polski odnośnie spełnienia udziału 7,5% energii z odnawialnych źródeł w bilansie energetycznym Polski, oprócz działań o charakterze promocyjnym i wspierającym, wymaga także działań w zakresie monitoringu i bilansowania zużycia przez rozproszonych, indywidualnych użytkowników odnawialnych nośników energii. Wskazuje na to ciągły brak jednolitego systemu bilansowania zużycia biomasy słomy i drewna przez indywidualnych użytkowników kotłowni do spalania słomy i drewna.

Jednakże spełnienie zobowiązań Polski odnośnie udziału odnawialnych źródeł energii w bilansie energetycznym Polski wymaga niewątpliwie włączenia do tych działań elektrowni i elektrociepłowni tzw. energetyki zawodowej. Rozporządzenia Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 30 maja 2003 roku w sprawie szczególnego zakresu obowiązku zakupu energii elektrycznej i ciepła z odnawialnych źródeł energii, pokazało prawdziwy obraz rynku biomasy w Polsce, a właściwie jego brak [Grzybek 2006].



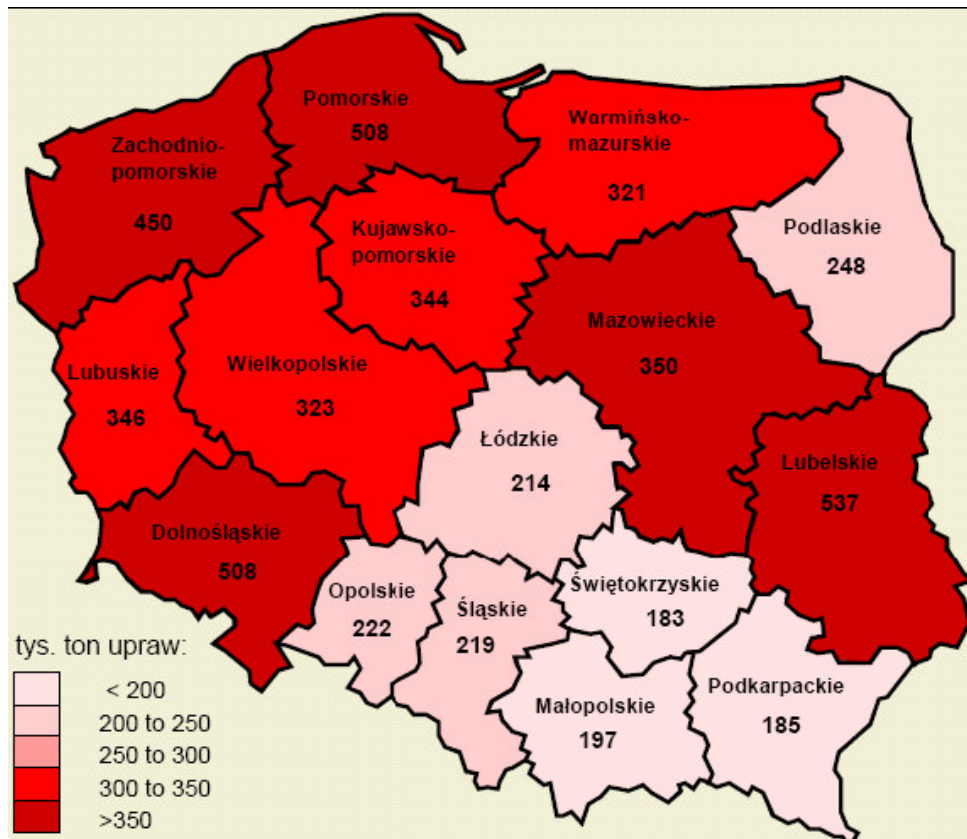


Rys. 1. Zasoby słomy na cele energetyczne [Gaj 2004]



Rys. 2. Zasoby biomasy pozyskiwanej z lasów [Gaj 2004]





Rys. 3. Zasoby biomasy z upraw energetycznych [Gaj 2004]

Decydującą rolę na tym rynku odgrywało jedynie drewno opałowe uzyskiwane z wyřębu lasu, z zasobów Lasów Państwowych. Realizacja Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 19 grudnia 2005 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej oraz zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych z odnawialnych źródeł energii – wskazuje na całkowity brak przygotowania rynku biomasy, który przede wszystkim powinien być zorganizowany wokół dużych jednostek energetycznych. Rozwój rynku biomasy jest uzależniony od powierzchni plantacji, uzyskiwanych plonów oraz opłacalności produkcji odnoszonej do cen podstawowych płodów rolnych jak zboża, buraki, rzepak.

W przypadku dużych jednostek produkcyjnych powyżej 5 MW mocy, do energii wytworzonej z odnawialnych źródeł energii zalicza się energię elektryczną lub ciepło, kiedy udział wagowy biomasy pochodzącej z upraw energetycznych lub odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz przemysłu przetwarzającego jej produkty, a także części pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji, z wyłączeniem odpadów i pozostałości z produkcji leśnej, a także przemysłu przetwarzającego jej produkty, w łącznej masie biomasy dostarczanej do procesu spalania wynosi nie mniej niż: 5% w 2008 r., 10% - 2009 r., 20% - 2010 r., 30% - 2011r., 4,0% - 2012 r., 50% - 2013 r. i 60% w 2014r. [Grzybek 2006].

W zakładzie energetyki zawodowej nastawionej na współspalanie biomasy lub biogazu z innymi paliwami, do energii wytwarzanej z odnawialnych nośników zalicza się: część energii elektrycznej lub ciepła odpowiadającą udziałowi energii chemicznej biomasy lub biogazu w energii chemicznej paliwa zużywanego do wytwarzania energii, obliczana na podstawie rzeczywistych wartości opałowych tych paliw.

Dotychczasowe zainteresowanie elektrociepłowni współspalaniem biomasy jest mało optymistyczne, głównie w aspekcie nie przygotowania rynku biomasy a także braku



wypracowanych zasad determinujących relacje pomiędzy zakładami energetycznymi a dostawcami biomasy. Występują także duże problemy tzw. bezpośredniego współspalania węgla i biomasy, gdyż w kotłach brak jest odpowiedniej instalacji zapewniających jednorodnej mieszanki węgla i biomasy. Jednorodność mieszanki jest konieczna dla zapewnienia optymalnych warunków współspalania, kiedy występuje duża zmienność wilgotności i zawartości popiołu. Pewnym rozwiązaniem może być stosowanie biomasy jednorodnej o stałych parametrach fizykochemicznych oraz o stosunkowo wąskim zakresie zmian wilgotności.

Szacuje się, że ilość biomasy zużywanej w energetyce zawodowej będzie stopniowo wzrastać, tak że w 2010 r. osiągnie wartość ok. 1000000 ton rocznie.

W ostatnich czasie wiele mówi się o wykorzystaniu paliw ciekłych uzyskiwanych z biomasy. Pozyskany alkohol metylowy i etylowy pochodzenia roślinnego w wielu krajach służy jako dodatek do paliw tradycyjnych. Idealnym surowcem do produkcji paliw roślinnych są rośliny uprawiane na terenach skażonych. Także wykorzystanie tzw. biogazu powstałego w wyniku fermentacji biomasy ma przed sobą przyszłość. Poziom rozwoju technicznego biogazowni na świecie jest zróżnicowany. Najwięcej biogazowni rolniczych jest na kontynencie azjatyckim (Chiny 6 - 7 mln, Indie ok. 1 mln, szereg działa również w Tajlandii i Wietnamie). Są to przeważnie proste technicznie biogazownie wykonane tanimi sposobami gospodarskimi w nie izolowanych podziemnych komorach fermentacyjnych. Najbardziej zaawansowane technologicznie biogazownie powstają w Europie. Obecnie uważa się, że w Niemczech i Danii są najbardziej zaawansowane technologicznie biogazownie na świecie. Biogazownie duńskie produkują obecnie ponad 260 GWh energii elektrycznej rocznie. W Niemczech obecnie działa około 1800 biogazowni rolniczych zlokalizowanych głównie na fermach indywidualnych pracujących w większości na nawóz i inne odpady organiczne. Inwestycje w tym sektorze wynoszą 10 mln euro rocznie.

Stosowanie biopaliw w warunkach polskich wymaga ciągłej promocji tego rodzaju paliwa. Nowe technologie energetyczne wykorzystujące drewno, odpady biologiczne są jeszcze na etapie badawczym. Jednakże już można powiedzieć, iż efekty środowiskowe wykorzystania biomasy na cele energetyczne to znaczne ograniczenie emisji dwutlenku węgla i tlenków siarki do atmosfery. Ponadto w obliczu nadchodzącego kryzysu energetycznego, zwłaszcza deficytu na rynku ropy naftowej, to alternatywa zapewniająca niezależność na rynku paliw.

### **Potencjał produkcyjny biopaliw płynnych w Polsce w kontekście uwarunkowań dyrektywy 2003/30/EC**

Zdolności produkcyjne sektora biopaliwowego w Polsce są sukcesywnie rozwijane, tak, że w 2006 r. w zakresie bioetanolu, potencjał produkcyjny jest szacowany na ok. 490 mln l/rok, zaś zdolności produkcyjne estrów z rzepaku są szacowane na ok. 200-700 mln l/rok. Pierwszy raz od wielu lat w 2006 r. wzrasta produkcja bioetanolu oraz liczba czynnych gorzelni rolniczych. Zgodnie z dyrektywą Komisji Europejskiej (2003/30/EC), zaakceptowaną przez Radę UE i przegłosowaną przez Parlament Europejski, udział biopaliw w strukturze zużycia paliw transportowych w krajach członkowskich UE powinien wynieść w 2005 r. nie mniej niż 2%, zaś w 2010 r. nie mniej niż 5,75% (tabela 3) [Kupczyk, Szlachta 2006].

Tabela 3. Minimalny udział biopaliw (bioetanolu i estrów) w ogólnym zużyciu paliw ciekłych, zgodnie z ustaleniami Dyrektywy 2003/30/EC [w %, E - według wartości energetycznej, O - objętościowo]

Wyszczególnienie	Rok					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ustalenia dyrektywy – udział biokomponentów [E]	2,00	2,75	3,50	4,25	5,00	5,75



Bioetanol [O]	3,20	4,41	5,61	6,81	8,01	9,21
Estry [O]	2,12	2,92	3,71	4,51	5,30	6,10

Uzyskanie wskaźnika wykorzystania biopaliw transportowych w Polsce na poziomie 0,5% za rok 2005 przy relatywnie niezłych zdolnościach produkcyjnych, wskazuje na istnienie ciągle szeregu barier natury prawnej w rozwoju sektora biopaliwowego [Kupczyk 2006]. Ważnym krokiem jest niewątpliwie wejście w życie Ustawy Paliwowej od 1.01.2007 r.

Znaczna zawilość uwarunkowań prawnych i fiskalnych, przy braku poparcia społecznego spowodowały istotne opóźnienia rozwoju rynku biopaliw i biokomponentów w Polsce.

Największych szans na energetyczne zagospodarowanie biomasy, należy upatrywać w jej wykorzystaniu w postaci paliw stałych (drewno opałowe, słoma, zrębki itp.) w lokalnych źródłach ciepła. Na wsi na obszarach o dużej lesistości powszechnie wykorzystywane jest drewno do ogrzewania domów jednorodzinnych. Potwierdzają to także coraz liczniejsze przykłady zrealizowanych w mniejszej lub większej skali inwestycji, najczęściej przez samorządy (Lubań, Frombork, Czernin, Grabowiec, Nowa Dęba). Wykorzystanie biopaliw stałych wymaga jednak zastosowania specjalnych urządzeń oraz organizacji produkcji, zbioru i dostaw. Wynika to przede wszystkim z niższej wartości energetycznej, szczególnie odniesionej do jednostki objętości, w porównaniu do konwencjonalnych nośników energii [Roszkowski, 2001]. Niskie „nasylenie” energetyczne nie pozostaje bez wpływu na koszty inwestycyjne. Przeprowadzone badania wykazały, że instalacja urządzeń umożliwiających wykorzystanie biomasy jako źródła energii, jest droższa od tradycyjnych kotłowni na węgiel czy gaz, ale częściowo rekompensowana znacznie niższymi kosztami eksploatacyjnymi [Gradziuk, 1999]. Głównym powodem zainteresowania gospodarstw domowych czy samorządów wykorzystaniem biomasy na cele energetyczne jest ograniczanie wydatków na drożące węgiel, gaz czy olej opałowy. W tab. 4 zamieszczono równoważniki energetyczne słomy, drewna oraz zrębków w odniesieniu do podstawowych paliw kopalnych. Obliczono je metodą porównawczą przyjmując następujące uśrednione wartości opałowe:

Węgiel	27,0 MJ/kg
Olej opałowy	36,0 MJ/l
Gaz LPG	25,0 MJ/l
Gaz ziemny	9,0 MJ/m <sup>3</sup>
Słoma	14,4 MJ/kg
Drewno	15,0 MJ/kg
Zrębki drzewne	10,4 MJ/kg

Tabela 4. Równoważniki energetyczne 1 tony wybranych biopaliw w odniesieniu do podstawowych paliw konwencjonalnych [Gradziuk 2004]

Wyszczególnienie	Słoma	Drewno	Zrębki
	Jednostka miary		
Węgiel [kg]	533	556	385
Olej opałowy [l]	400	416	289
Gaz LPG [l]	576	600	416
Gaz ziemny [m <sup>3</sup> ]	497	517	359

Przeprowadzona tą metodą wycena biopaliw przedstawia się bardzo korzystnie. Przedstawiona powyżej bardzo uproszczona kalkulacja wskazuje, jak ogromne środki finansowe można zatrzymać w lokalnym środowisku (gospodarstwie, wsi, gminie). Wystarczy tylko przestrzegać zasady, że „paliwa kopalne mają stanowić uzupełnienie bilansu energetycznego gospodarstwa czy gminy”.





Wykorzystanie surowców rolniczych w energetyce to nie tylko nowe rynki zbytu, wzrost przychodów w gospodarstwach rolnych, ale przede wszystkim perspektywy zwiększenia zatrudnienia nie tylko na wsi. W Polsce brak badań dotyczących zależności pomiędzy produkcją energii z odnawialnych źródeł a rynkiem pracy. W warunkach niemieckich OZE generują 4 razy więcej stanowisk pracy niż energetyka węglowa [Renner, 2000]. Prognozy dla Unii Europejskiej przygotowane w 1996 roku [TERES II, 1996], przewidują, że do 2020 roku powstanie 900 tys. nowych stanowisk pracy, w tym 515 tys. osób będzie zatrudnionych przy produkcji biopaliw. Tak, więc to jeszcze jeden istotny argument przemawiający za energetycznym wykorzystaniem surowców rolniczych.

Wszystkie akty prawne mają „zachęcać” do większego zainteresowania produkcją „zielonej energii”. Oczywiście stwarza to ogromne szanse na zbyt części płodów rolnych, uruchomienie szeregu lokalnych inicjatyw gospodarczych i generowanie dodatkowych dochodów dla rolników oraz stałe miejsca pracy. Należy jednak przypomnieć, że odnawialne źródła energii mają charakter lokalny i największe korzyści ekonomiczne i ekologiczne możemy uzyskać wykorzystując je najbliżej miejsc w których się one znajdują, np. do ogrzewania domów jednorodzinnych lub w lokalnych systemach grzewczych.

### **Podsumowanie**

Od początków dziejów ludzkości istniała potrzeba stosowania różnorodnych źródeł energii. Podstawowym źródłem energii były, są i będą paliwa, z których w wyniku procesu spalania wyzwolana jest energia cieplna. Ponieważ wykorzystanie energii stanowi podstawę rozwoju gospodarczego, społecznego i poprawy warunków życia, nieuniknionym zjawiskiem będzie dalszy wzrost zapotrzebowania na energię. Konieczność wyprodukowania olbrzymich ilości energii wiąże się z wieloma negatywnymi skutkami, z których najważniejszymi są wyczerpywanie zasobów paliw kopalnych i postępująca degradacja środowiska naturalnego.

Ograniczona wielkość zasobów naturalnych, w tym zasobów o charakterze paliw oraz ograniczona zdolność przyjmowania przez środowisko naturalne zanieczyszczeń stanowią podstawę podejmowania działań na rzecz substytucji paliw kopalnych odnawialnymi źródłami energii.

Jednocześnie w krajach najwyżej rozwiniętych gospodarczo pojawiły się nadwyżki surowców rolniczych, nastąpiło pogorszenie opłacalności i zmniejszenie dochodów rodzin gospodarujących na roli, wzrosła powierzchnia odłogów i gruntów czasowo wyłączonych z produkcji rolniczej oraz obszarów o ponadnormatywnym zanieczyszczeniu substancjami toksycznymi.

Przy ograniczonych rynkach zbytu na produkty żywnościowe, w gospodarstwach rolnych, jak i poza nimi muszą pojawić się nowe formy działalności. Rolnictwo, bowiem jest takim działem, który przechowuje całe bezrobocie utajone i co najmniej 1/3 bezrobocia rejestrowanego. Największe szanse stwarza sektor paliwowo-energetyczny, który już w 1997 roku był odbiorcą 43% produkowanego w Polsce spirytusu oraz znacznych ilości paliw stałych (głównie drewna i jego odpadów). Konwencjonalne zasoby będą coraz częściej zastępowane odnawialnymi źródłami energii, spośród których obecnie największe znaczenie przypisuje się biomasie. Powszechne jej wykorzystanie na cele energetyczne może stymulować rozwój wsi i rolnictwa. Wypełnienie tylko zobowiązań wynikających z czterech Dyrektyw Unii Europejskiej (2001/77/WE, 2003/30/WE, 2003/54/WE, 2003/96/WE) do 2010 roku może skutkować popytem na surowce rolnicze z powierzchni około 1 mln ha gruntów rolnych, a w 2020 roku zapotrzebowanie to, co najmniej ulegnie podwojeniu. Stąd też produkcja surowców energetycznych i energii to nie tylko dbałość o interesy rolnictwa, ale także bezpieczeństwo energetyczne, ochronę środowiska, miejsca pracy oraz rozwój gospodarczy.



## Literatura

- Dubas J., W. 2005: *Możliwości i ograniczenia produkcji biomasy pochodzącej z roślin energetycznych z przeznaczeniem jej na cele energetyczne*. [www.biomasa.org](http://www.biomasa.org).
- Gaj H., 2004: *Potencjały i koszty redukcji emisji CO<sub>2</sub> w technologiach produkcyjnych*. Konferencja „Handel emisjami od strony prawnej, organizacyjnej i technicznej”.
- Grzybek A. 2006. *Wykorzystanie biomasy w energetyce systemowej*. *Wiś Jutra*, 8/9(97/98), s. 5-7.
- Grzybek A., 2004: *Stan i kierunki przemian wykorzystania energii i odnawialnych zasobów energii w rolnictwie- ekspertyza*. IBMER Warszawa.
- Gradziuk P., 2004: *Uwarunkowania prawne dotyczące wykorzystania odnawialnych źródeł energii ze szczególnym uwzględnieniem biomasy*. *Roczniki Naukowe SERiA*, t. VI, z. 3, s. 83-87.
- Gradziuk P., 2003, red.: *Biopaliwa*. Wydawnictwo „Wiś Jutra” Warszawa, s. 114.
- Gradziuk P., Wojtaszek Z., 2002: *Alternatywne wykorzystanie gruntów rolniczych na cele niezwiązane z produkcją żywności*. W: *Procesy dostosowawcze produkcji roślinnej w Polsce w kontekście integracji z Unią Europejską*. Wydawnictwo „Wiś Jutra sp. z o. o.”, Warszawa, s. 213.
- Gradziuk P., 1999: *Analiza kosztów i efektywności wykorzystania słomy na cele energetyczne w gospodarstwach rolnych*. *Roczniki Nauk Rolniczych*. Seria G, t. 88-z. 1, s.159-165.
- Kupczyk A., 2006: *Zbyt słabe impulsy*. *AgroEnergetyka*, nr 2 (16): s. 7-9,
- Kupczyk A., Szlachta J., 2006: *Polski potencjał produkcyjny biopaliw płynnych w Polsce w kontekście uwarunkowań dyrektywy 2003/30/EC*. *Wiś Jutra*, 8/9 (97/98), s. 12.
- Praca zbiorowa, 2005: *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.* Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi we współpracy z Ministerstwem Gospodarki i Pracy, Ministerstwem Finansów, Ministerstwem Nauki i Informatyzacji, Ministerstwem Środowiska i Ministerstwem Infrastruktury: 1-58.
- Renner M., 2000: *Energy Alternatives and Jobs*. *Renewable Energy World 2000*, vol. 3, No 6, s. 25-32.
- Szlachta J. i in., 1999: *Niekonwencjonalne źródła energii*. Wydawnictwo AR Wrocław, s. 112-120,
- Szlachta J., Luberański A., 2005: *Energia z biomasy. Informacje dla praktyków*. Seminarium, Opole DLG-Agrofood, s.3-5,
- Szczukowski S., Tworowski J., 2006: *Zmiany w produkcji i wykorzystaniu biomasy w Polsce. Praktyczne aspekty wykorzystania odnawialnych źródeł energii*. Plan energetyczny województwa podlaskiego.
- TERES II, 1996: *The European Renewable Energy Study – The Prospects for Renewable Energy in 30 European Countries from 1995 to 2020*.
- Wojciechowski H., 2004: *Układy kogeneracyjne z organicznym obiegiem Rankinea wykorzystujące biomase*. IV europejskie dni oszczędzania energii, Wrocław.
- [www.biomasa.org](http://www.biomasa.org) Biomasa jako paliwo.

