

Małgorzata PIASKOWSKA-SILARSKA\*

## Analiza możliwości pozyskania energii z biomasy w Polsce

**STRESZCZENIE.** W opracowaniach Głównego Urzędu Statystycznego znajduje się podział biomasy na biomasę stałą, biopaliwa i biogaz. W przedstawionym referacie pokazano pozyskanie biomasy stałej w Polsce w latach 2002–2011. W okresie tym nastąpił około 70-procentowy wzrost udziału biomasy w produkcji energii, szczególnie intensywny od roku 2008. Przedstawiono tu również pozyskanie gazu składowiskowego i biogazu z oczyszczalni ścieków w Polsce w latach 2002–2011. W 2011 r. udział całkowitego biogazu wzrósł ponad czterokrotnie w odniesieniu do roku bazowego 2002. Trzecią rozpatrywaną grupę stanowią biopaliwa. W 2011 r. pozyskanie bioetanolu było tylko o 14,5% wyższe niż w 2002 r., podczas gdy udział biodiesla w bilansie nośników energii w tym samym czasie wzrósł czterokrotnie. Większe wykorzystanie biomasy do celów energetycznych wynika przede wszystkim z jej niskiej ceny. Na składowiskach odpadów powstaje z kolei biogaz, który zgodnie z zaleceniami Unii Europejskiej powinien być ujmowany i najlepiej wykorzystywany energetycznie. Szacuje się, że w zależności od jego ilości i wartości opałowej, sposobu zagospodarowania i zastosowanej technologii a także cen rynkowych pozyskanego ciepła i energii elektrycznej, czas zwrotu poniesionych nakładów na instalację odgazowania wynosi od 2 do 10 lat. Przedstawiony w referacie wzrost wykorzystania biopaliw wynika natomiast z faktu, że stanowią one coraz większy dodatek do paliw sprzedawanych na polskim rynku (7,1% od 2013 r.). Na niektórych stacjach jest już możliwość zakupu czystego biodiesla, którego cena jest niższa w porównaniu z ceną oleju napędowego.

**SŁOWA KLUCZOWE:** biomasa stała, biopaliwa, biogaz

---

\* Dr inż. – Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie.

## Wprowadzenie

Główny Urząd Statystyczny w opracowaniach dotyczących wykorzystania odnawialnych źródeł energii stosuje wyraźny podział biomasy na biomasę stałą, biopaliwa i biogaz. Biomasa stała definiowana jest jako substancja organiczna, niekopalna o pochodzeniu biologicznym, która może być wykorzystywana w charakterze paliwa do produkcji ciepła lub wytwarzania energii elektrycznej. Podstawowym paliwem stałym z biomasy jest biomasa leśna (drewno opałowe), występująca w postaci polan, okrągłaków, zrębków, brykietów, peletów oraz odpady z leśnictwa w postaci drewna niewymiarowego: gałęzi, żerdzi, przecinek, krzewów, chrustu, karp, a także odpady z przemysłu drzewnego (wióry, trociny) i papierniczego (ług czarny). Odrębną grupę stanowią paliwa z biomasy rolniczej pochodzące z plantacji przeznaczonych na cele energetyczne (drzewa szybko rosnące, byliny dwuliścienne, trawy wieloletnie, zboża uprawiane w celach energetycznych) oraz pozostałości organiczne z rolnictwa i ogrodnictwa (np. odpady z produkcji ogrodniczej, odchody zwierzęce, słoma). Według opracowania GUS biopaliwa są to produkty wytwarzane z surowców pochodzenia organicznego (z biomasy lub biodegradowalnych frakcji odpadów), mogą to być bioetanol, biodiesel, biometanol, biodimetyloeter, bio-ETBE (etylowy trzeciorzędny eter butylu wyprodukowany na bazie bioetanolu), bio-MTBE (metylowy trzeciorzędny eter butylu wyprodukowany na bazie biometanolu). Jako biopaliwa (biopłynny) stosuje się również wykorzystywane naturalne oleje roślinne. Wszystkie wymienione produkty są zazwyczaj stosowane jako biokomponenty dodawane do paliw silnikowych wytwarzanych z ropy naftowej. Dodatkami najczęściej stosowanymi są: bioetanol (dodatek do benzyn silnikowych) i biodiesel (dodatek do olejów napędowych) (GUS 2011).

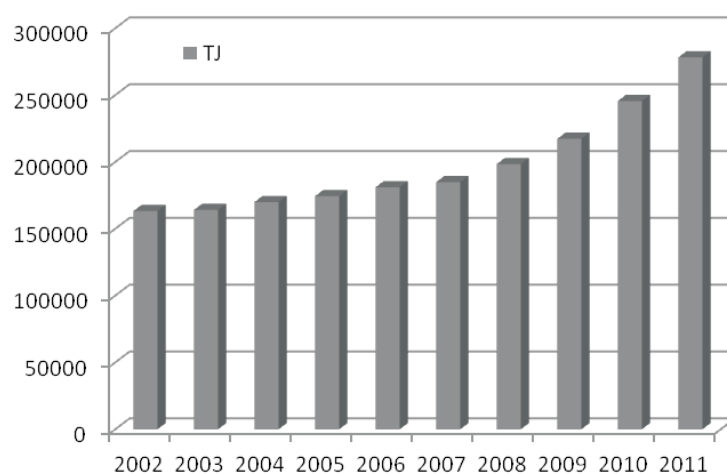
Według dyrektywy Unii Europejskiej biomasa oznacza podatne na rozkład biologiczne produkty oraz ich frakcje, odpady i pozostałości przemysłu rolnego (łącznie z substancjami roślinnymi i zwierzęcymi), leśnictwa i związanych z nim gałęzi gospodarki, jak również podatne na rozkład biologiczny frakcje odpadów przemysłowych i miejskich (Dyrektywa 2001/77/WE 2001).

Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 roku o biokomponentach i biopaliwach ciekłych definiuje biomasę jako substancję pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, która ulega biodegradacji, pochodzi z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej lub leśnej, a także z przemysłu przetwarzającego ich produkty oraz inne części odpadów, które ulegają biodegradacji (Dz. U. Nr 169 2006).

Z definicji przedstawionej we wspomnianej ustawie skorzystano przy sporządzaniu Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 23 lutego 2010 roku dodając, iż biomasa to ponadto ziarna zbóż niespełniające wymagań jakościowych dla zbóż w zakupie interwencyjnym określonych w art. 4 rozporządzenia Komisji Wspólnoty Europejskiej nr 687/2008 z dnia 18 lipca 2008 r. ustanawiającego procedury przejęcia zbóż przez agencje płatnicze lub agencje interwencyjne oraz metody analizy do oznaczania jakości zbóż i ziarna zbóż, które nie podlegają zakupowi interwencyjnemu (Dz. U. Nr 34 2010).

## 1. Analiza możliwości pozyskania energii z biomasy w Polsce

Na rysunku 1 przedstawiono pozyskanie biomasy stałej w Polsce w latach 2002–2011. Można tu zaobserwować ciągły wzrost udziału biomasy w produkcji energii, szczególnie intensywny od roku 2008. Najwięcej biomasy pozyskano w 2011 r., tj. o 13,3% więcej w porównaniu z rokiem poprzednim i o 70,4% w odniesieniu do roku 2002.



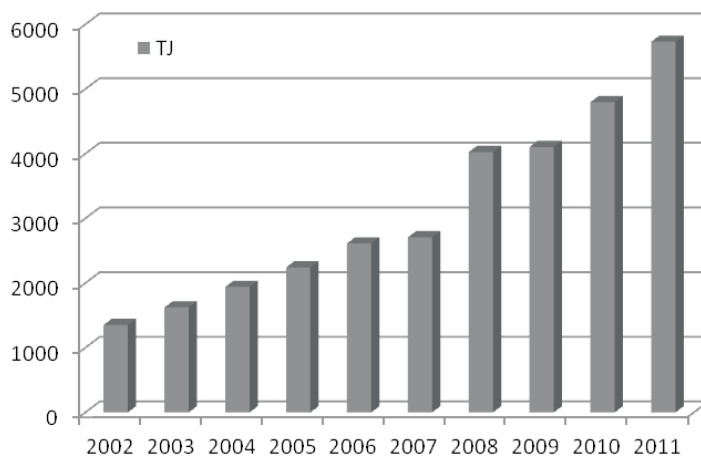
Rys. 1. Pozyskanie biomasy stałej w Polsce w latach 2002–2011 [TJ] (GUS 2012)

Fig. 1. The consumption of solid biomass in Poland for the years 2002–2011 [TJ] (GUS 2012)

Rysunek 2 pokazuje pozyskanie biogazu w Polsce w latach 2002–2011. Podobnie jak w przypadku biomasy jego udział w bilansie energii z roku na rok wzrasta. Największy wzrost wykorzystania biogazu miał miejsce w roku 2008 – o prawie 49% w porównaniu z rokiem poprzednim. Natomiast w 2011 r. jego udział wzrósł ponad czterokrotnie w odniesieniu do roku bazowego 2002.

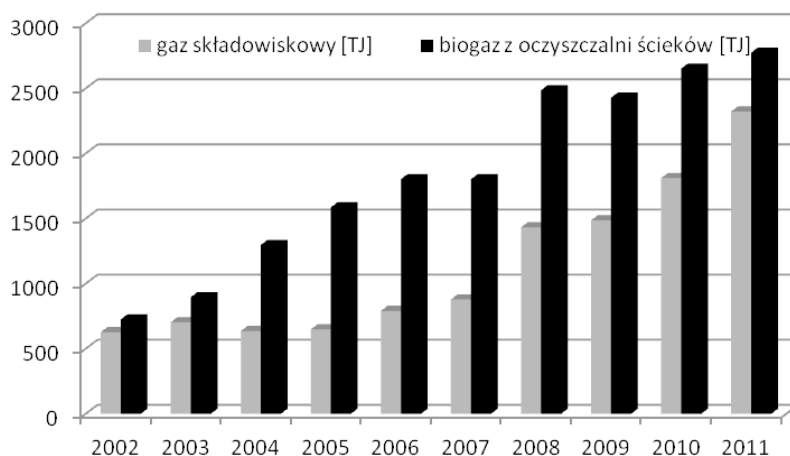
Rysunek 3 przedstawia udział gazu składowiskowego i biogazu z oczyszczalni ścieków w całkowitej produkcji biogazu w Polsce w latach 2002–2011. Udział obydwu biogazów w 2002 roku był na podobnym poziomie, a od 2004 do 2007 r. wykorzystanie biogazu z oczyszczalni ścieków wyraźnie dominuje (jest około dwukrotnie większe). Od 2008 do 2011 r. udział gazu składowiskowego dynamicznie wzrasta, podczas gdy wykorzystanie biogazu z oczyszczalni ścieków rośnie zdecydowanie wolniej.

Na rysunku 4 przedstawiono produkcję bioetanolu i biodiesla w Polsce latach 2006–2011. Od 2006 do 2008 r. udział bioetanolu w bilansie nośników energii spada, a od 2008 do 2010 r. sukcesywnie rośnie. W 2011 r. jego pozyskanie jest znów mniejsze, a w porównaniu z rokiem bazowym 2006 – wyższe jedynie o 14,5%. Można tu dodać, że do 2008 r. bioetanol używany w kraju był w całości dodawany do benzyn silnikowych, a bezpośrednie wykorzystanie bioetanolu w transporcie po raz pierwszy odnotowano w 2009 r. Natomiast początkowo niski udział



Rys. 2. Pozyskanie biogazu w Polsce w latach 2002–2011 [TJ] (GUS 2012)

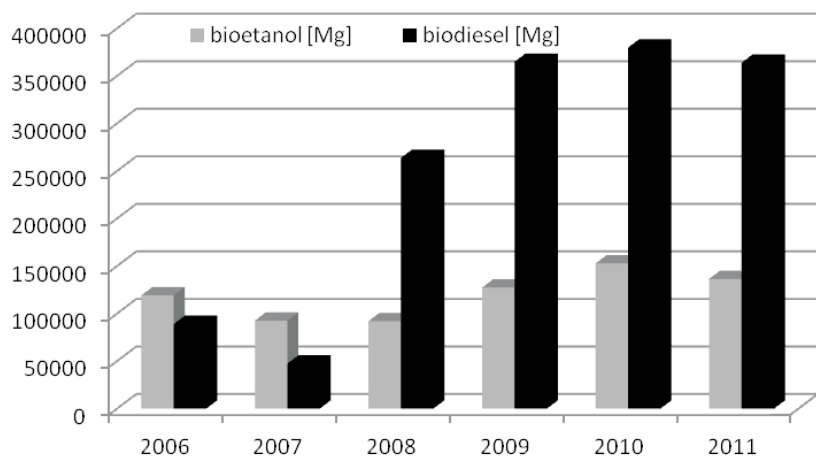
Fig. 2. The consumption of biomass in Poland for the years 2002–2011 [TJ] (GUS 2012)



Rys. 3. Pozyskanie gazu składowiskowego i biogazu z oczyszczalni ścieków w Polsce w latach 2002–2011 [TJ] (GUS 2012)

Fig. 3. The consumption of landfill gas and biogas from wastewater treatment plants in Poland for the years 2002–2011 [TJ] (GUS 2012)

biodiesla w bilansie nośników energii w latach 2006–2007 r., a w okresie 2008–2010 wykazuje tendencję wzrostową. W 2011 r. pozyskanie jego jest znów niższe, ale około cztery razy większe niż w roku bazowym 2006. (GUS 2012).



Rys. 4. Pozyskanie bioetanolu i biodiesla w Polsce w latach 2006–2011 [Mg] (GUS 2012)

Fig. 4. Consumption of bioethanol and biodiesel in Poland for the years 2006–2011 [Mg] (GUS 2012)

## 2. Technologie pozyskania energii z biomasy

### Spalanie

Spalanie jest najbardziej rozpowszechnioną i najprostszą formą pozyskania energii cieplnej i elektrycznej z biomasy.

Spalanie efektywne drewna, spełniające normy ochrony środowiska, powinno przebiegać w trzech fazach:

- ✧ suszenia i odgazowania materiału drzewnego, w wyniku czego powstaje gaz drzewny,
- ✧ spalania gazu drzewnego w temperaturze 1200°C,
- ✧ dopalania gazu i oddawania ciepła w wymienniku.

Na efektywność przebiegu procesu spalania ma wpływ ilość dostarczonego powietrza. W nowoczesnych kotłach dostarczane są do spalania tzw. powietrze pierwotne i wtórne. Powietrze pierwotne po zmieszaniu z paliwem wykorzystywane jest w procesie gazyfikacji i spalania węgla drzewnego. Powietrze wtórne ma zastosowanie przy spalaniu substancji lotnych.

Kotły do spalania biomasy mają moc od kilkunastu kW do kilkuset MW. Typowe palenisko składa się z komory spalania, wyłożonej zwykle odpornym na wysoką temperaturę materiałem ceramicznym oraz rusztu. Wyróżnia się ruszty stałe, ruszty mechaniczne płaskie oraz schodkowe. Kotły z rusztami stałymi lub mechanicznymi poziomymi stosuje się do spalania paliw podsuszonych. Natomiast kotły wyposażone w ruchome ruszty schodkowe wykorzystuje się w przypadku paliw wilgotnych. Rozwiązanie takie pozwala na odparowanie wody z paliwa w pierwszej fazie a następnie całkowite spalanie w miarę przesuwania w głąb paleniska. Stosuje się także kotły wyposażone w paleniska fluidalne, które umożliwiają efektywne spalanie biopaliw niskiej jakości przy zachowaniu małej emisji zanieczyszczeń. Kotły do spalania biomasy mogą być wyposażone w automatykę oraz wymuszony nawiew powietrza.

Słomę charakteryzuje duża objętość, niejednorodność i zawartość części lotnych. Spowodowało to powstanie wielu typów kotłów przeznaczonych do jej spalania. Trzy podstawowe to:

- ✧ kotły wsadowe, używane do okresowego spalania całych bel słomy,
- ✧ kotły do spalania słomy rozdrobnionej,
- ✧ kotły do „cygarowego” spalania całych bel słomy – nie tak rozpowszechnione, jak kotły dwóch poprzednich rodzajów, między innymi ze względu na małą odporność na zawilgocenia (Energy 2011) (<http://biomasa...>).

### **Gazyfikacja**

Gazyfikacja jest procesem konwersji termochemicznej, zachodzącym w wysokiej temperaturze, gdzie produktem jest gaz:

- ✧ spalany w celu dostarczenia energii cieplnej,
- ✧ wykorzystywany w kuchenkach gazowych, turbinach, służących do produkcji elektryczności i maszynach, wykonujących pracę mechaniczną.

Proces gazyfikacji paliw stałych przebiega dwustopniowo. W pierwszej komorze w warunkach niedoboru powietrza oraz stosunkowo niskiej temperaturze (450–800°C) paliwo zostaje odgazowane, w wyniku czego powstaje gaz palny oraz mineralna pozostałość (węgiel drzewny). W drugim etapie w komorze dopalania w temperaturze około 1000–1200°C i w obecności nadmiaru tlenu następuje spalanie powstałego gazu.

Zaletą gazyfikacji jest wysoka efektywność urządzeń na poziomie 35% a w niedalekiej przyszłości nawet 45–50%, podczas gdy efektywność małych i średnich urządzeń wykorzystywanych do spalania wynosi 15–20% (<http://biomasa...>).

### **Piroliza**

Produktem pirolizy jest ciekłe biopaliwo zwane bioolejem lub olejem pirolitycznym, będące mieszaniną utlenionych węglowodorów.

Proces pirolizy składa się z następujących etapów:

- ✧ suszenia paliwa do wilgotności poniżej 10%,
- ✧ mielenia biomasy na bardzo małe cząsteczki, aby zapewnić szybki przebieg reakcji,
- ✧ reakcji pirolizy,
- ✧ wydzielenia produktów stałych,
- ✧ schładzania i gromadzenia bio-oleju.

Podczas pirolizy biomasa ulega termicznemu przekształceniu przy braku dostępu tlenu. W zależności od warunków przebiegu tego procesu można wyróżnić pirolizę: konwencjonalną, szybką i błyskawiczną.

Szybka piroliza charakteryzuje się tym, że drobne cząsteczki biomasy, o niskiej wilgotności, podgrzewane są bardzo szybko do temperatury 450–550°C, w wyniku czego powstaje olej pirolityczny (75%), węgiel drzewny (12%) i mieszanina gazów palnych (13%). Olej pirolityczny może być wykorzystywany bezpośrednio jako paliwo lub też stosowany do wytwarzania innych substancji. Główną jego zaletą jest łatwość przechowywania i transportowania. Węgiel drzewny i mieszanina gazów palnych są bezpośrednio spalane, dostarczając w ten sposób ciepła na potrzeby procesu pirolizy (<http://energiaodnawialna...>).

### **Kogeneracja**

Kogeneracja umożliwia skojarzone wytwarzanie energii cieplnej i elektrycznej. Pozwala w ten sposób zmniejszyć zużycie paliwa i ograniczyć emisję substancji szkodliwych. W układach skojarzonych wskaźnik wykorzystania energii chemicznej paliwa wynosi aż 80–90%, dzięki odzyskiwaniu wysokiej jakości ciepła ze spalin (<http://energiaodnawialna...>).

### **Procesy biochemiczne**

W sytuacji, kiedy biomasa zawiera zbyt dużo wody może ona zostać wykorzystana na cele energetyczne dzięki procesom biochemicznym.

Fermentacja alkoholowa powoduje rozkład węglowodanów, zachodzący w warunkach beztlenowych po dodaniu drożdży do takich surowców, jak zboże, pszenica, winogrona, buraki cukrowe. Produktem fermentacji jest bioetanol.

Innym procesem biochemicznym stosowanym do produkcji biopaliw płynnych jest estryfikacja oleju. Pozwala ona otrzymywać estry metylowe: biodiesel, biopaliwa płynne z oleju zawierającego metanol (np. rzepakowego, sojowego).

Fermentacja metanowa powoduje rozkład wielocząsteczkowych substancji organicznych przy ograniczonym dostępie tlenu. W jej efekcie otrzymujemy alkohole, niższe kwasy organiczne, a także metan, dwutlenek węgla i wodę (<http://biomasa...>).

## **3. Aspekt ekonomiczny pozyskania energii z biomasy w Polsce**

Przedstawiony w poprzednich rozdziałach znaczny wzrost wykorzystania biomasy wynika przede wszystkim z jej niskiej ceny. Stosowany powszechnie, tani i mocno zanieczyszczający powietrze atmosferyczne węgiel coraz częściej jest zastępowany biomasą stałą. Koszt, jaki trzeba ponieść przy zmianie kotła szybko się zwraca, co zostało przedstawione na poniższym przykładzie.

Obecnie 1 tona węgla kosztuje około 800 PLN. Jest on uciążliwy w eksploatacji, tj. wymaga czyszczenia pieca, komina, stwarza też problemy związane z utylizacją popiołu. Jeżeli zdecydujemy się na zmianę paliwa na brykiet ze słomy, to za tonę zapłacimy około 500 PLN. Przy założonym zużyciu 3,5 tony węgla na sezon, słomy będziemy musieli zużyć około 5 ton. Pozwoli nam to zaoszczędzić rocznie około 300 PLN (<http://ogrzewanie...>).

Innym źródłem energii a jednocześnie zagrożeniem dla środowiska jest gaz składowiskowy, dlatego tak ważne jest jego ujmowanie. Koszt instalacji energetycznego wykorzystania biogazu wynosi ok. 1 mln USD. Jednak w zależności od ilości i jakości (wartości opałowej) gazu składowiskowego, sposobu jego zagospodarowania i zastosowanej technologii a także cen rynkowych pozyskanego ciepła i energii elektrycznej, czas zwrotu poniesionych nakładów waha się od 2 do 10 lat. Dla przykładowej miejscowości z Małopolski wynosi niecałe 5,5 roku (Dudek i Klimek 2008; Piaskowska-Silarska 2013).

Od 2013 roku każde dostępne na polskim rynku paliwo posiada biododatek w postaci biodiesla lub bioetanolu w wielkości 7,1%. Dodatkowo na niektórych stacjach jest możliwość zakupu czystego biodiesla, który zastępuje olej napędowy. Jego cena jest trochę niższa w porównaniu z ceną oleju napędowego.

## Podsumowanie

Analiza wykorzystania w naszym kraju biomasy stałej i biogazu w latach 2002–2011 potwierdza znaczny wzrost ich udziału w produkcji energii. Coraz większa popularność biomasy wynika z wielu czynników. Pierwszy z nich i dominujący to na pewno cena. Koszt ogrzewania słomą okazuje się tańszy w porównaniu z bardzo popularnym w Polsce węglem, powoduje również zerową emisję dwutlenku węgla do atmosfery. Podczas spalania słomy ilość CO<sub>2</sub> oddanego do atmosfery bilansuje się z jego asymilacją przez rośliny w następnym roku wegetacji. Wzrost wykorzystania odnawialnych źródeł energii, jakim jest biomasa, wpisuje się też doskonale w politykę Unii Europejskiej. Zgodnie z nią niedopuszczalne jest wypuszczanie gazu składowiskowego do atmosfery. Ujmowanie biogazu pozwala wyeliminować emisję gazów cieplarnianych: dwutlenku węgla i metanu a przy tym daje możliwość produkcji energii. Szacuje się, że inwestycja taka w zależności od ilości i jakości (wartości opałowej) gazu składowiskowego, sposobu jego zagospodarowania i zastosowanej technologii a także cen rynkowych pozyskanego ciepła i energii elektrycznej zacznie się zwracać po dwóch do dziesięciu lat. Większe wykorzystanie końcówce biopaliw w transporcie w latach 2006–2011 wynika z ich konkurencyjnej ceny oraz polskiej polityki wyznaczonej przez Unię Europejską. Zgodnie z nią od 2013 roku każde dostępne na naszym rynku paliwo posiada biododatek w postaci biodiesla lub bioetanolu w wielkości 7,1%.

## Literatura

- [1] GUS: Energia ze źródeł odnawialnych w 2010 r. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa 2011.
- [2] Dyrektywa 2001/77/WE z dnia 27 września 2001 r. w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych.
- [3] Dz. U. Nr 169, poz. 1199. Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych.
- [4] Dz. U. Nr 34, poz. 182. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 23 lutego 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii.
- [5] GUS: Energia ze źródeł odnawialnych w 2011 r. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa 2012.



- [6] DUDEK, J. i KLIMEK, P. 2008. Doświadczenia związane z energetycznym wykorzystaniem biogazu ze składowisk odpadów komunalnych. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 11, z. 2, Kraków: Wyd. IGSMiE PAN.
- [7] Energy use of solid biomass in Poland – problems and solutions. *Acta Biochimica Polonica*; ISSN 0001-527X.-2011 vol. 58 Suppl. 4, s. 53 – IV Congress of Polish biotechnology and IV EURO-BIOTECH: “Four colours of biotechnology”: Central European congress of life sciences: Krakow, Poland, October 12<sup>th</sup>–15<sup>th</sup> 2011.
- [8] PIASKOWSKA-SILARSKA, M. 2013. Analiza możliwości wykorzystania gazu składowiskowego w Polsce. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 16, z. 3, Kraków: Wyd. IGSMiE PAN.
- [9] <http://biomasa.org>
- [10] <http://energiaodnawialna.net>
- [11] <http://ogrzewanie.drewnozamiastbenzyny.pl>

Małgorzata PIASKOWSKA-SILARSKA

## Analysis of the possibility of obtaining energy from biomass in Poland

### Abstract

Publications of the Central Statistical Office categorize biomass into solid biomass, bio-fuel, and biogas. The present article summarizes the acquisition of solid biomass in Poland in the years 2002–2011. During this period, there was a 70% increase in the share of biomass in energy production, particularly since 2008. The article also presents the use of landfill gas and biogas from wastewater treatment plants in Poland for the years 2002–2011. In 2011, the share of the total biogas has more than quadrupled compared to the base year of 2002. The third group considered consists of bio-fuels. In 2011, the consumption of bioethanol was only 14.5% higher than in 2002, while the share of biodiesel in the energy balance during the same period increased fourfold. The increased use of biomass for energy purposes is primarily due to its low price. Though presently commonplace, environmentally harmful coal is increasingly being replaced by straw, which is approximately four times cheaper to use. In landfills where biogas is formed, in accordance with the recommendations of the European Union this energy source should be recognized and used energetically. It is estimated that – based on the quantity and calorific value, method of management, available technology, as well as the market prices of heat and electricity – the time of return on investment for the installation of degassing systems is from 2 to 10 years. Increased use of bio-fuels is anticipated due to the fact that they have already seen a growing presence as a fuel additive sold on the Polish market (up 7.1% from 2013). At some fueling stations, it is already possible to buy pure biodiesel, the price of which is lower than that of conventional diesel.

KEY WORDS: solid biomass, bio-fuels, biogas

