

Daniel BANCER¹

Aneta CZECHOWSKA-KOSACKA²

Robert KOSACKI³

BIOGAZOWNIE ŹRÓDŁEM PALIW ALTERNATYWNYCH

Ograniczone zasoby surowców energetycznych, takich jak węgiel kamienny, ropa naftowa czy gaz ziemny, w sytuacji zwiększającego się zapotrzebowania na energię zmuszają do intensywnego poszukiwania innych przyjaznych środowisku nośników energii odnawialnej. Jednym z nich są biogazownie wykorzystujące biomasę pochodzenia rolniczego, nośnika energetycznego łatwego w pozyskiwaniu i transporcie. W Polsce jest to stosunkowo nowa technologia pozyskiwania energii, ale o bardzo dużym potencjale rozwoju. Obecnie w Polsce jest uruchomionych 45 biogazowni o łącznej zainstalowanej mocy elektrycznej 52 MWe. Jednocześnie na rynku istnieje 400 projektów biogazowni rolniczych. W niniejszej pracy omówiono produkty wykorzystywane do produkcji biogazu, który jest najmniej kapitałochłonnym odnawialnym źródłem energii opartym na uprawach energetycznych oraz przetwarzaniu odpadów. Przewaga rolnictwa w gospodarce powoduje, że kierunek rozwoju odnawialnych źródeł energii kieruje się w stronę pozyskiwania i wykorzystania biogazu. Dotychczasowe źródła biogazu (składowiska odpadów, oczyszczalnie ścieków, biogazownie rolnicze) stanowią jedynie niewielką część jego możliwości produkcyjnych. Obecnie biogaz można produkować w biogazowniach energetycznych wyłącznie z biomasy, np. kiszonki, kukurydzy czy zbóż. Produkcja biogazu na dużą skalę może oznaczać zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego kraju, zmniejszenie deficytu gazowego państwa, uniezależnienie się od importu gazu oraz wypełnienie zobowiązań unijnych dotyczących produkcji biopaliw i energii z OZE.

Słowa kluczowe: energia odnawialna, biomasa, energetyczne wykorzystanie, biopaliwa, termiczne przetwarzanie

¹ Daniel Banczer, Politechnika Lubelska

² Autor do korespondencji/corresponding author: Aneta Czechowska-Kosacka, Politechnika Lubelska, Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska, ul. Nadbystrzycka 40B, 20-618 Lublin, tel. 81 5384303, A.Czechowska-Kosacka@pollub.pl

³ Robert Kosacki, Politechnika Lubelska

1. Wprowadzenie

Zmiany zachodzące na rynku energetycznym prowokują do intensyfikowania działań mających na celu znalezienie alternatywnych źródeł energii. Nowe rozwiązania nie powinny pominąć biogazu – nośnika energetycznego łatwego do pozyskania i w transporcie. Należy mieć również na względzie jak największą niezależność od innych krajów, by na wypadek różnych sytuacji międzynarodowych zabezpieczyć się przed paraliżem, ponieważ ani ludzie, ani gospodarka nie potrafią efektywnie pracować bez energii.

Według klasyfikacji Zaręby [7] do energetyki odnawialnej można zaliczyć: energetykę słoneczną, wiatrową, wód płynących i morskich, spalanie biopaliw na cele energetyczne i ciepłownicze, produkcję biopaliw na cele transportowe, a także biogazownie oparte na uprawach energetycznych oraz przetwarzaniu odpadów.

Ponadto po długoletnich dyskusjach prowadzonych przez specjalistów z ramienia Komisji Europejskiej Minister Środowiska Rozporządzeniem z dnia 2 czerwca 2010 r. zakwalifikował 42% energii pochodzącej ze spalania odpadów komunalnych do OZE [5]. Ten fakt jest nie do przecenienia ze względu na Dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 199/31/EC z dnia 26 kwietnia 1999 r. obligującą właściwe podmioty do zmniejszenia do 2020 r. do 35% składowanych odpadów komunalnych w stosunku do 1995 r. Obecnie przetwórstwo odpadów komunalnych na energię jest w Polsce znikome – w latach 2006-2009 wyprodukowano 0,6 TWh, podczas gdy zużyto 147,7 TWh. Prognozy oparte na obecnie prowadzonej polityce energetycznej zakładają wzrost do 0,7 TWh energii do 2030 r. Niestety rozwinię się poziom zapotrzebowania na energię elektryczną, toteż procent energii pochodzącej z przetwórstwa odpadów komunalnych znacznie się nie powiększy. Dane te wskazują, że wykorzystanie odpadów zgromadzonych na składowiskach odpadów jest nie tylko niezbędne, ale i konieczne do spełnienia unijnych wymagań.

2. Biogaz źródłem energii odnawialnej

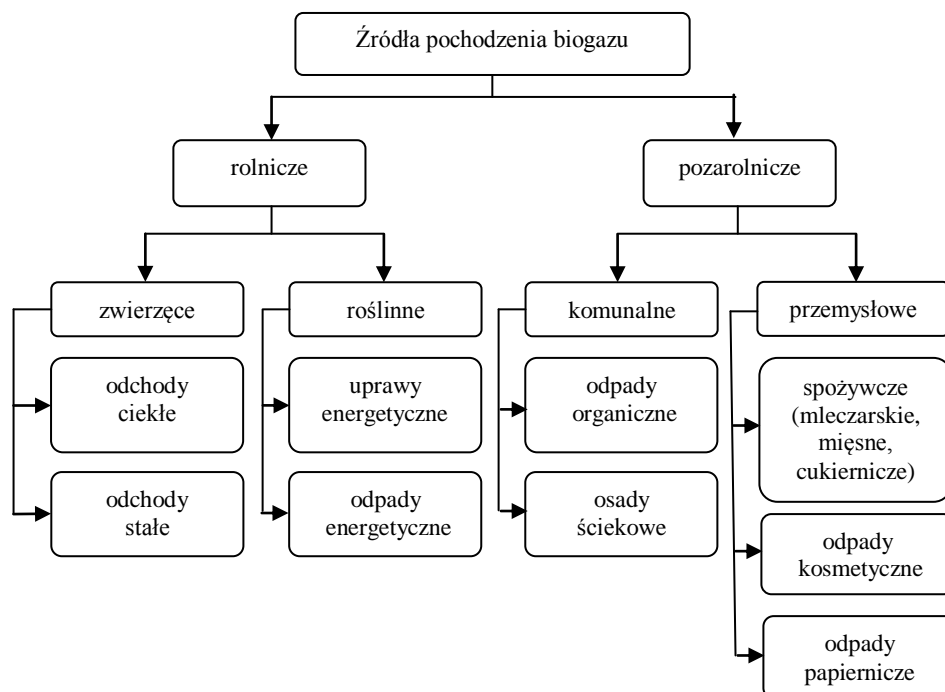
Biogaz jest produktem fermentacji beztlenowej fermentacji związków pochodzenia organicznego zawierających celulozę, skrobię oraz inne węglowodory i białka. W prawidłowo prowadzonym procesie fermentacji głównym składnikiem jest metan (CH_4), który stanowi do 60% mieszaniny oraz ditlenek węgla (CO_2).

W 2012 roku zużycie gazu w Polsce wyniosło ok. 15,8 mld m^3 , z czego 11 mld m^3 pochodzi z importu, reszta jest uzyskiwana z polskich złóż. W 2010 roku na cele gospodarcze i przemysłowe wykorzystano 14,4 mld m^3 gazu, z czego 10 mld m^3 pochodziło spoza granic państwa. Można zauważyć, że w ciągu dwóch lat import gazu zmalał o 6%, jednak nadal istnieje pewien niewykorzystany potencjał tkwiący w narodowych źródłach. Jednym z nich jest gaz

łupkowy. Ponieważ jest on zaliczany do konwencjonalnych źródeł energii, nie jest przedmiotem tego opracowania. Drugim źródłem jest biomasa. Klimiuk i in. [3] wskazują, że formuła Unii Europejskiej (Dyrektywa 2001/77/WE) brzmi analogicznie do znajdującej się w polskiej ustawie o biokomponentach, według której biomasa to stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego ulegające biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej i leśnej, przemysłu przetwarzającego ich produkty, ponadto części pozostałych odpadów, które są podatne na biodegradację, w szczególności surowce rolnicze. Część z nich po użytkowaniu przez człowieka trafia na składowiska komunalne, natomiast część stanowiąca owoce lub odpady produkcji rolnej jest wykorzystywana w rolnictwie do nawożenia. Aby spożytkować biomasę do produkcji biogazu, musi się w niej zawierać przynajmniej 30% substancji biodegradowalnej. Zarówno biomasa roślinna, jak i zwierzęca składa się z masy i wody. Stosunek owych składników w substracie warunkuje ilość i jakość uzyskanego biogazu. W zależności od używanego w biogazowni substratu, czy to z odpadów komunalnych czy biokomponentów rolniczych, są stosowane różne technologie i procesy.

Zgodnie z Dz.U. Nr 62, poz. 628 z późn. zm. odpady komunalne są odpadami powstającymi w gospodarstwach domowych, dodatkowo odpady niezawierające odpadów niebezpiecznych pochodzące od innych wytwórców odpadów, które są podobne do odpadów powstających w gospodarstwach domowych ze względu na charakter lub skład. Klimiuk i in. [3], mówiąc o efektywnym wykorzystaniu odpadów komunalnych w biogazownictwie, podają, że należy uwzględnić rodzaj i stężenie związków biodegradowalnych, które występują we frakcji organicznej. Zaliczane są do niej: odpady komunalne segregowane i zbierane u źródła, odpady zielone pochodzące z targowisk, ogródków i parków, niesegregowane odpady ulegające biodegradacji. Najbardziej efektywnymi substratami do przetwarzania na biogaz są odpady organiczne z gospodarstw domowych. Ponadto po obróbce są wykorzystywane odpady zmieszane (rys. 1.). Aby mogły być użyte do produkcji energii, należy zastosować przetwarzanie mechaniczno-biologiczne (MBP) obejmujące procesy rozdrabniania, przesiewania, sortowania, klasyfikacji i separacji. Dzięki nim odpady są podzielone na frakcje, które można w części wykorzystać materiałowo lub energetycznie, a fragment z nich podlega biodegradacji. Ten biodegradowalny element może w warunkach tlenowych prowadzić do otrzymania kompostu, natomiast w warunkach beztlenowych do produkcji biogazu oraz odpadów pofermentacyjnych. Aby skorzystać z energii znajdującej się w odpadach zmieszanych, należy uprzednio dokonać ich sortowania, które ma na celu zwiększenie podatności na rozkład biologiczny.

Przetworzone odpady są poddawane fermentacji, której produktami są biogaz i pofermentat. Podstawę ich podziału stanowią: przyjęta technologia, zawartość wody w doprowadzonym surowcu, temperatura fermentacji oraz sposób zasilania fermentatora. Rozróżnia się systemy mokre oraz suche.



Rys. 1. Źródła pochodzenia biogazu, na podstawie [1]

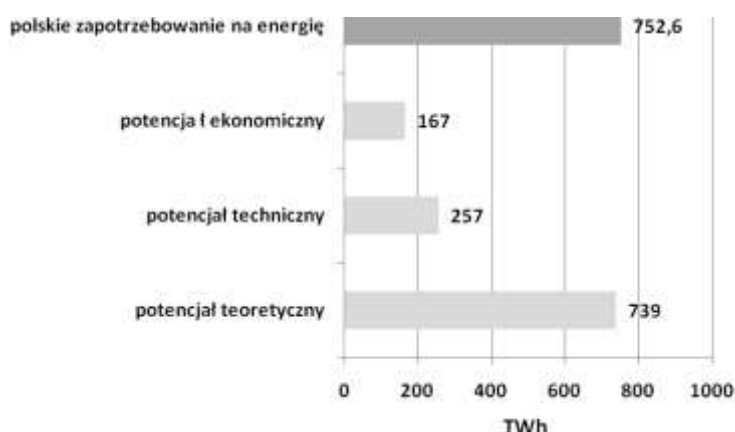
Fig. 1. Biomass resources potential in Poland, based on [1]

W technologiach opartych na fermentacji mokrej 3-15 m³ wody jest mieszane z 1 Mg odpadów, co powoduje uzyskanie suchej masy na poziomie 3-19%. W praktyce zawartość suchej masy wynosi do 12% ze względu na problemy z przepompowywaniem wynikające z konsystencji substratów. Zamiast wody są używane osady ściekowe, wywar gorzelniany, dzięki czemu zmniejsza się zużycie świeżej wody. W celu przyspieszenia procesu fermentacji odpady poddaje się rozwłóknianiu, do czego używa się pulperów. Z powstałej pulpy oddziela się piasek, żwir, odłamki szkła. W komorach nieustannie odbywa się proces mieszania, który zapobiega obniżeniu wydajności biogazu przez uniknięcie przebiecia hydraulicznego, kiedy to wsad surowcowy opuszcza bioreaktor w czasie mniejszym od czasu hydraulicznego zatrzymania. Klimiuk i in. [3] podają, że fermentację można prowadzić w układzie jedno- lub dwustopniowym, przy czym w tym drugim jest możliwy rozkład faz na kwaśną i metanową. W pierwszym stopniu stosuje się komory z całkowitym wymieszaniem, natomiast w drugim reaktory z błoną biologiczną lub osadem granulowanym. W drugiej fazie układu dwustopniowego, w której wzrost metanogenów jest wolniejszy, stosuje się złoża biologiczne w celu zwiększenia średniego czasu zatrzymania mikroorganizmów. W pierwszej fazie optymalizacja warunków dla wzrostu mikroorganizmów odbywa się poprzez zwiększenie temperatury lub

wprowadzenie powietrza. Jego obecność sprzyja powstaniu warunków mikroaerofilnych powodujących, że fermentuje nie tylko celuloza, ale również lignina.

Systemy suche są przeznaczone dla odpadów, w których ilość suchej masy wynosi od 20 do 40%. Wymagają one zużycia mniejszej ilości cieczy i ciepła. Objętość odpadów poddawanych obróbce jest mniejsza niż w systemach mokrych. Pojawiają się natomiast problemy z transportem i mieszaniem substratów. Do przesyłania są stosowane taśmociągi bądź pompy, jednak generuje to koszty ze względu na konieczność podniesienia wytrzymałości tych urządzeń. Zauważa się mniejsze straty składników biodegradowalnych wskutek większej tolerancji na obecność szkła, drewna, tudzież innych zanieczyszczeń. Cząstki nieprzekraczające 40-60 mm muszą być uprzednio rozdrobnione. Systemy suche są bezpieczniejsze, gdyż nie występują przebicia hydrauliczne, ponieważ przepływ substratów jest tłokowy.

W lipcu 2010 roku Rada Ministrów uchwaliła dokument „Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce w latach 2010-2020”. Zakłada on m.in. poprawę bezpieczeństwa energetycznego, aktywizację gospodarczą wsi, oparcie części dostaw energii cieplnej, elektrycznej i gazu na lokalnych biogazowniach, poprawę infrastruktury energetycznej, wzrost konkurencyjności polskiego rolnictwa, energetyczne wykorzystanie pozostałości organicznych emitujących gazy cieplarniane. Paliwami wykorzystywanymi na potrzeby funkcjonowania biogazowni są odpady pochodzące z rolnictwa, a także rośliny energetyczne (rys. 2.). Wzrost arealów przeznaczonych na produkcję roślin nadających się do produkcji biogazu spowoduje poprawę właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych gleby, ale w sposób szczególnie ograniczy efekt cieplarniany, gdyż ilość gazów pobieranych w procesie fotosyntezy równoważy ilość ditlenku węgla produkowaną podczas spalania.



Rys. 2. Potencjał zasobów biomasy w Polsce, na podstawie [6]

Fig. 2. Biogas sources, based on [6]

W Polsce znajduje się co najmniej 700 tys. ha nieużytków, które mogą być spożytkowane na produkcję roślin energetycznych. Gostomczyk [2] podaje, że bez szkody na produkcję rolniczą pod uprawę roślin potrzebnych do produkcji biomasy można przeznaczyć 1 mln ha ziemi uprawnej. Natomiast Popczyk [4] pisze, że w 2009 r. 1,2-1,7 mln ha gruntów było wykorzystywanych do nadprodukcji żywności. Z arealu wynoszącego 1 mln ha można uzyskać 8 mld m³ biometanu – wielkość ta odpowiada 80 TWh energii pierwotnej. By uzyskać taką ilość energii, należy zużyć 13,7 mln ton węgla energetycznego.

W doborze rośliny energetycznej, która ma być uprawiana na określonym danym areale w celu uzyskania z niej biomasy, bardzo ważnymi elementami są: ilość plonów, która może być zebrana z jednego hektara, procentowa ilość suchej masy znajdującej się w konkretnej roślinie, wartość opału pozyskiwana z 1 kg, procentowa zawartość metanu znajdująca się w biogazie. Dodatkowo należy uwzględnić ilość białek, tłuszczów i węglowodanów, ponieważ bakterie metanowe, dzięki którym zachodzi proces fermentacji, są bardzo czułe na zmiany substratów. Okres adaptacji bakterii to około 2 tygodnie. Skuteczne przygotowanie biomasy do fermentacji wymaga rozdrobnienia substratów. W zależności od źródeł i prowadzonych badań stwierdza się lub nie wpływ rozdrobnienia na wydajność. W celu uzyskania dobrych efektów słomę pszeniczną, kiszonkę z kukurydzy należy uprzednio zmiażdżyć, w przeciwieństwie do sorgo czy owsa.

Dotychczasowe źródła biogazu, takie jak oczyszczalnie ścieków, składowiska odpadów, biogazownie rolnicze, to tylko część jego możliwości produkcyjnych. Obecnie można go produkować w odpowiednich instalacjach – biogazowniach energetycznych – wyłącznie z biomasy, np. kiszonki słonecznika, kukurydzy czy zbóż.

W świetle przytoczonych rozważań należy podkreślić szczególną rolę biomasy powszechnie dostępnej i należącej do najtańszych źródeł energii. Praktycznie w całej Polsce występują korzystne warunki do uprawy roślin energetycznych, które mogą być uniwersalnym nośnikiem energii. Należy zauważyć, że próba oszacowania możliwości wytwórczych pochodzących z OZE jest oparta na obecnych rozwiązaniach technicznych i wydajnościowych z hektara. Wykorzystanie nowych roślin i sposobów ich przetwarzania pozwoli na wytworzenie dwu- lub trzykrotnie większej ilości energii pochodzącej z OZE z tego samego arealu.

3. Wnioski

W Polsce istnieje duży potencjał wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Bardzo dobre nasłonecznienie oraz przewaga rolnictwa w gospodarce sprzyja otrzymywaniu energii z biogazu. W perspektywie spełnienia unijnych wymogów należy zmniejszać składowiska odpadów poprzez powtórne wykorzystanie

surowców na cele energetyczne. Racjonalne wykorzystanie arealów pod produkcję roślin energetycznych przyczyni się do rozwoju obszarów wiejskich oraz zmniejszy zużycie węgla. Koszenie łąk w konkretnych terminach oraz przetwarzanie uzyskanych zasobów może przyczynić się do wzrostu produkcji biomasy.

Literatura

- [1] Głasczka A., Wardal W.J., Romaniuk W., Domasiewicz T.: Biogazownie rolnicze. MULTICO Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2010.
- [2] Gosomczyk W.: Rola i znaczenie biomasy energetycznej w rozwoju zrównoważonym, [w:] Wykorzystanie biomasy w energetyce, M. Jasiulewicz (red.). Polskie Towarzystwo Ekonomiczne, Politechnika Koszalińska, Koszalin 2011, s. 83-105.
- [3] Klimiuk E., Pawłowska M., Pokój T.: Biopaliwa. Technologie dla zrównoważonego rozwoju. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012.
- [4] Popczyk J.: Energetyka rozproszona. Od dominacji energetyki w gospodarce do zrównoważonego rozwoju, od paliw kopalnych do energii odnawialnej i efektywności energetycznej. Polski Klub Ekologiczny Okręg Mazowiecki, Warszawa 2011.
- [5] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 2 czerwca 2010 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych kwalifikowania części energii odzyskanej z termicznego, Dz.U. 10.117.788.
- [6] www.zielonaenergia.eco.pl (z dnia 10.04.2014 r.).
- [7] Zaręba K.: Energia niekonwencjonalna – niewykorzystane możliwości rozwoju, [w:] Energia niekonwencjonalna i zagospodarowanie odpadów, Wiatr I., Marczak H. (red.). Polskie Towarzystwo Inżynierii Ekologicznej, Lublin 2010, s. 17-30.

BIOGAS PLANTS AS A SOURCE OF ALTERNATIVE FUELS

Summary

In the situation of a constantly growing demand for energy, limited resources of energy raw materials, such as hard coal, crude oil or natural gas, force us to search for other, environmentally friendly and renewable energy carriers. One of them includes the biogas plants, utilizing the biomass generated in agriculture – an energy carrier which is easy not only to generate but also to transport. In Poland, it is a relatively new method of energy production which is characterized with an extremely high development potential. At present, there are 45 biogas plants operating in Poland, with combined output of 52 MWe. The study contains an analysis of some renewable energy sources, solar- and wind-power engineering industry, hydro-energy and seawater power, as well as biomass being the least costly source of renewable energy, as it is obtained from energy crops and waste treatment. The supremacy of agriculture in the Polish economy makes the direction of the development in the field of renewable energy sources turn to the biogas production and management. The current biogas sources, such as waste landfill sites, wastewater treatment plants and agricultural biogas power plants constitute only a marginal fraction of the biogas production capacity. Nowadays, we are able to produce biogas in agricultural biogas power plants, for example from maize silage or from other grains. A large scale production of biogas may contribute to an increase of the state energy security, as well as to the decrease of the gas deficit and the gas

import dependency, in addition to meeting the EU regulations concerning the renewable energy and fuel production.

Keywords: renewable energy, biomass, energy use, biofuels, thermal processing

Przesłano do redakcji: 11.12.2014 r.

Przyjęto do druku: 28 marca 2015 r.

DOI: 10.7862/rb.2015.1