

Jan M. OLCHOWIK¹
Patrycja PRAŻMO²
Tomasz SZCZEPANIUK³
Mateusz WIŚNIEWSKI⁴

EKONOMICZNE ASPEKTY BIOGAZU

Polityka zrównoważonego rozwoju, stosowana powszechnie w krajach Unii Europejskiej, ma na celu redukcję negatywnego wpływu działalności człowieka na środowisko naturalne. Jednym z głównych założeń tej polityki jest inwestycja w „zielone” technologie wytwarzania energii, zwanych inaczej Odnawialnymi Źródłami Energii (OZE). Technologie te wykorzystują odnawialne i praktycznie niewyczerpalne zasoby energii Słońca, wiatru, biomasy czy geotermii do produkcji energii. Jednym ze sposobów wykorzystania biomasy na cele energetyczne jest przetworzenie jej w procesie fermentacji beztlenowej i wytworzenie biogazu w obiektach zwanych biogazowniami, a następnie spalaniu i uzyskaniu energii elektrycznej. Biogazownie rolnicze już od kilku lat obecne SA na polskim rynku produkcji energii z odnawialnych źródeł. Konkurują pod względem ekonomicznym z takimi technologiami jak fotowoltaika czy energetyka wiatrowa. Artykuł skupia się na przedstawieniu analizy ekonomicznych aspektów wytwarzania biogazu, w szczególnym odniesieniu do regionu Lubelszczyzny i panujących w nim warunków dostępności biomasy. Potencjał energetyczny biomasy w tym regionie jest bardzo duży ze względu na jego rolniczy charakter. W artykule opisany został również proces inwestycji w biogazownie z wyszczególnieniem procentowych udziałów nakładów poszczególnych elementów biogazowi, kosztów utrzymania oraz zysków wygenerowanych przez produkcję i sprzedaż energii z tego paliwa. Biogazownie rolnicze mogą stać się jednym z uzupełniających źródeł odnawialnej energetyki, która zapewni stały dopływ prądu na terenie Lubelszczyzny.

Słowa kluczowe: metan, Lubelszczyzna, nakład inwestycyjny, surowce energetyczne

¹ Jan Maria Olchowik, Politechnika Lubelska, Instytut Odnawialnych Źródeł Energii ul. Nadbystrzycka 40B, 20-618 Lublin, tel. 81 5384700, j.olchowik@pollub.edu.pl

² Autor do korespondencji/corresponding author: Patrycja Sandra Prażmo, Politechnika Lubelska, SKN „GRUPA OGNIWO”, Rudka Kozłowiecka 156, 21-025 Niemce, tel. 793051585, pprazmo.lub@gmail.com

³ Tomasz Szczepaniuk, Politechnika Lubelska, SKN „GRUPA OGNIWO”, ul Nadwalna 48, 20-200 Parczew, tel. 518471456, szczepaniuk.tomasz@pollub.edu.pl

⁴ Mateusz Wiśniewski, Politechnika Lubelska, SKN „GRUPA OGNIWO”, ul Chabrowa 5/4, 21-040 Świdnik, tel. 691724898, wisniewski.mateusz88@gmail.com

1. Wstęp

Biogaz, czasem nazywany też gazem rolniczym lub wysypiskowym, jest jednym ze starszych paliw znanych człowiekowi [1]. Już starożytni Persowie wiedzieli, że rozkładające się warzywa i owoce wytwarzają palny gaz, ale na wprowadzenie technologii wykorzystującej tę wiedzę trzeba było czekać aż do roku 1895, kiedy to w Wielkiej Brytanii w mieście Exeter powstała spalarnia gazu wytwarzanego w pobliskiej oczyszczalni ścieków, a powstała energia elektryczna służyła do oświetlenia ulic.

Termin "biogaz" jest powszechnie używany w odniesieniu do gazu, który został wytworzony przez rozkład biologiczny substancji organicznych w procesie fermentacji beztlenowej. Głównymi produktami tego procesu są głównie metan i dwutlenek węgla, a także siarkowodór, tlen, azot, tlenek węgla w mniejszych ilościach (Tab.1).

Tabela 1. Zawartość składników w biogazie; na podstawie [2]

Table 1. Content of the biogas; based on [2]

Składnik	Zawartość
Metan	50-75%
Dwutlenek węgla	25-45%
Siarkowodór	20-20 000 ppm
Wodór	<1%
Tlenek węgla	0-2,1 %
Azot	<2%
Tlen	<2%
Inne	śladowe ilości

Poszczególne zawartości składników w otrzymanym biogazie będzie się różniła w zależności od substratów i procesów technologicznych użytych do jego produkcji. Za każdym jednak razem, zanim biogaz zostanie wtłoczony do sieci gazowej lub zostanie użyty w jakikolwiek inny sposób, powinien zostać oczyszczony ze składników takich jak siarkowodór, para wodna i dwutlenek węgla. Siarkowodór, produkt rozkładu białek, choć występuje w niewielkich ilościach, może powodować korozję rurociągów, armatury i zbiorników metalowych. Para wodna natomiast może skraplać się w rurociągach powodując ich niedrożność. Dwutlenek węgla jest usuwany w celu zwiększenia zawartości metanu w przetworzonym gazie z 50-75% do ponad 90% [3,4].

2. Surowce używane w produkcji biogazu

Do produkcji biogazu mogą zostać użyte wszelkie materiały organiczne o pochodzeniu rolniczym lub przemysłowym. Przebadanych zostało około 200 różnych substancji organicznych pod kątem przydatności do produkcji biogazu. Te najczęściej stosowane przedstawia Tabela 2.

Tabela 2. Potencjał produkcji biogazu z substancji organicznych; na podstawie [2]

Table 2. The potential for production of biogas from organic substances; based on [2]

Nazwa substratu		Procentowa zawartość suchej masy w t substratu	Procentowa zawartość suchej masy organicznej w zawartości suchej masy	Produkcja metanu z 1t s.m.o
		% wsadu	% s.m.o	m ³ /t s.m.o
Odpady z hodowli zwierząt	gnojowica bydłowa	9,5	77,4	222,5
	gnojowica świńska	6,5	76,1	301,6
	gnojowica kurza	15,1	75,6	320,0
	gnojowica krów mlecznych	8,5	85,5	154,0
	gnojówka	2,1	60,0	222,5
Odpady poubojowe	osady poflotacyjne z rzeźni	14,6	90,6	680,0
	zawartość żołądków (bydło)	15,0	84,0	264,0
	odseparowana tkanka tłuszczowa	34,3	49,1	700,0
Rośliny energetyczne i odpady rolnicze	słoma	87,5	97,0	387,5
	trawa-kiszonka	40,3	83,4	396,6
	trawa	11,7	88,0	587,5
	siano	87,8	89,6	417,9
	ziemniaki-liście	25,0	79,0	587,5
	kukurydza- kiszonka	32,6	90,8	317,6
	bób - kiszonka	24,1	88,6	291,0
	rzepak - kiszonka	50,8	87,6	376,5
	burak pastewny	13,5	85,0	546,6
	burak cukrowy	23,0	92,5	444,0
	cebula	12,9	94,8	960,3
Przetwórstwo spożywcze	odpady i resztki owoców	45,0	61,5	400,0
	odpady i pozostałości warzyw	13,6	80,2	370,0
	melasa	81,7	92,5	301,6
	wysłodziny browarnicze	20,5	81,2	545,1
	wywar pogorzelniany ziemniaczany	13,6	89,5	387,7
	gliceryna	84,0	91,5	1196,0
	odpady z produkcji oleju	78,8	97,0	600,0
	serwatka	5,4	86,0	383,3
	odpady z produkcji serów	79,3	94,0	670,2
	odpady piekarnicze	87,7	97,1	403,4
Odpady komunalne	odpady organiczne komunalne	60,3	55,0	396,8
	odpady kuchenne i przeterminowane artykuły żywnościowe	18,9	41,9	530,0
	ścinki roślin i traw (zieleń miejska)	23,2	88,2	489,7

Wykorzystując dane zawarte w tabeli w łatwy sposób można oszacować roczną produkcję metanu w biogazowni (tabela 3).

Tabela 3. Sposób obliczania rocznego uzysku metanu w biogazowni

Table 3. The method for calculating the annual yield of methane in the biogas plant

Roczna produkcja metanu [m ³ /rok]	ilość odpadów [t/rok]
	X % zawartość suchej masy w 1 t substratu [%]
	X % zawartość suchej masy organicznej w zawartości suchej masy [%]
	X potencjał produkcji metanu [m ³ /t s.m.o.]

3. Potencjał energetyczny biomasy na Lubelszczyźnie

Potencjał energetyczny biomasy w regionie Lubelszczyzny szacowany jest na 27,5 PJ rocznie. Stanowi to ok. 11% energii krajowej. Uzysk energii z poszczególnych źródeł pokazuje tabela 4.

Tabela 4. Potencjał energetyczny biomasy w regionie Lubelszczyzny

Table 4. The energy potential of biomass in the region of Lublin

Rośliny energetyczne	Odpady produkcji rolniczej	Odpady z przemysłu rolno-spożywczego	Odchody z ferm hodowlanych
15 PJ	11 PJ	0,5 PJ	1 PJ

Do odpadów z rolnictwa, które można wykorzystać energetycznie można zaliczyć:

- słomy zbóż,
- słomy rzepaku,
- siano,
- trawę łąkową.

Potencjał energetyczny z tych źródeł szacuje się na ok. 1 mln ton. Największe zasoby słomy znajdują się w powiatach: lubelskim, zamojskim, hrubieszowskim i krasnostawskim. W przypadku słomy możliwe jest wykorzystanie około 35% rocznych zasobów, natomiast w przypadku traw 18%. Wielkość zasobów siana szacuje się na 80 tys. ton rocznie.

Do produktów ubocznych z produkcji zwierzęcej zaliczane są:

- gnojowica,
- obornik,
- suche odchody zwierzęce.

W województwie lubelskim ilość zwierząt hodowlanych przedstawiała się następująco (dane na rok 2013) [5]:

- bydło: 361 680 sztuk fizycznych, tj. 289 344 DJP,
- trzoda chlewna: 596 761 sztuk fizycznych, tj. 119 352 DJP,
- drób: 5 319 775 sztuk fizycznych tj. 21 279 DJP.

Odpady z przemysłu rolno-spożywczego, ulegające biodegradacji mogą być kolejnym zasobem produkcji biogazu. Potencjał odpadów przemysłowych jako surowca szacowany jest na ok. 20 mln m³. Przetwórstwo koncentruje się głównie w branżach: piekarniczej, cukierniczej, zbożowo-młynarskiej, napojów i soków, mleczarskiej, a ponadto cukrowej, owocowo-warzywnej, piwowarskiej, tytoniowej, ziemniaczanej, mięsnej, zielarskiej, drobiarskiej i chłodniczej. Wielkość potencjalnego wykorzystania odpadów z przetwórstwa szacuje się na poziomie 30-40% .

4. Nakłady inwestycyjne, koszty eksploatacji i przychody

Nakłady inwestycyjne można podzielić na podstawowe kategorie [6]:

- 1) zarządzanie projektem,
- 2) nadzór inwestorski budowlany i elektryczny,
- 3) zakup nieruchomości,
- 4) dokumentacja projektowa i uzgodnienia,
- 5) urządzenia,
- 6) budowle i infrastruktura,
- 7) zakup technologii,
- 8) rozruch obiektu.

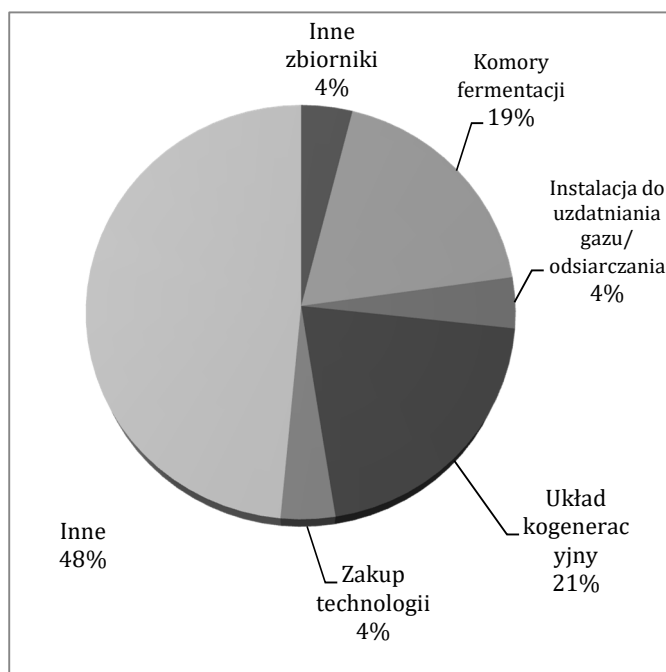
Procentowy udział nakładów poszczególnych elementów będzie się różnił w zależności od wykorzystanej technologii oraz lokalizacji biogazowni, niemniej jednak, w każdej z analizowanych biogazowni największy udział mają dwa podstawowe elementy: budowa komór fermentacyjnych oraz zakup agregatów kogeneracyjnych, jak przedstawia to wykresie 1.

W skład innych kosztów zaprezentowanych na wykresie 1 wliczamy:

- dokumentację projektową i uzgodnienia,
- rozruch obiektu,
- trafostacja,
- stacja załadownicza odpadów,
- system dozowania,
- aparatura kontrolno-pomiarowa,
- tabor samochodowy do załadunku,
- infrastruktura i drogi,
- instalacja elektryczna, odgromowa, przepięciowa,
- rozdzielnia ciepła + rurociągi ciepłownicze,
- inne.

Rys. 1. Procentowy udział nakładów elementów biogazowni, dane uśrednione dla biogazowni polskich (1-2 MWh), na podstawie [7]

Fig. 1. Percentage share of expenditure components of biogas plants, biogas averaged data for Polish (1-2 MWe), based on [7]



Dla biogazowni niemieckich nakłady inwestycyjne wynoszą od 2200 €/kWe w przypadku biogazowni o mocy 500kWe do prawie 4500 €/kWe dla mocy 55kWe, natomiast w warunkach polskich dla biogazowni o mocy 1-2 MWe całkowite nakłady inwestycyjne netto kształtują się na poziomie 12-19 tys. PLN na kWe [8]. Pozostałe koszty to w szczególności koszty eksploatacyjne, na które składają się: koszty pozyskania substratów z transportem, konserwacja i naprawy, amortyzacja, podatki, ubezpieczenie, koszty wynagrodzeń oraz inne koszty, takie jak ochrona budynków czy obsługa biur. W większości biogazowni roczne koszty eksploatacyjne wynoszą 20-25% całkowitych nakładów inwestycyjnych.

Przychody, na jakie mogą liczyć inwestorzy pochodzą z trzech źródeł:

- Sprzedaż energii elektrycznej. Średnia cena rynkowa sprzedaży energii elektrycznej netto (po odliczeniu potrzeb własnych biogazowni) do sieci wynosi 155 PLN/MWh plus cena rynkowa zielonego świadectwa pochodzenia (około 191 PLN/MWh na dzień 05.05.2014).
- Sprzedaż ciepła. Cena rynkowa sprzedaży ciepła zależy głównie od warunków lokalnych.

- Przychody z tytułu przyjęcia odpadów do utylizacji. Za odbiór odpadów niebezpiecznych np. poubojowych biogazownia może pobierać opłaty w wysokości do 500 PLN/t.

Przychody, a przede wszystkim efekt osiągnięty w wyniku realizacji projektu biogazowni zależny jest od wielu zmiennych, takich jak koszt projektu, wartość dotacji, wielkość produkcji, oprocentowanie kredytu na realizację projektu, cena energii elektrycznej oraz świadectw pochodzenia, koszty substratów, pracy oraz usług.

5. Podsumowanie

Potencjał przetwórstwa biomasy w biogaz, szczególnie w regionie Lubelszczyzny, jest duży, jednak w dalszym ciągu nie jest on w pełni wykorzystywany. Biogazownie rolnicze powinny być rozmieszczone w przemyślny sposób, ze względu na dostęp do surowców. Wraz z innymi odnawialnymi źródłami energii, takimi jak fotowoltaika czy farmy wiatrowe, biogaz będzie stanowił dobrą alternatywę dla tradycyjnych paliw kopalnych.

Literatura

- [1] <http://www.biofuelsassociation.com.au/> [dostęp 7.04.2015 r.].
- [2] Instytut Energetyki Odnawialnej, Biogaz rolniczy- produkcja i wykorzystanie, Mazowiecka agencja energetyczna sp. z.o.o. 2009.
- [3] Mohr S., Seisler J.M.: Decision makers guide, European Natural gas vehicle association.
- [4] Handreichung Biogasgewinnung und –nutzung (Poradnik pozyskiwania i wykorzystania biogazu) Ergebnisse des Biogas-Messeprogramms (Rezultaty programu monitoringu biogazowni). 2005. Institut für Energetik und Umwelt gGmbH, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Fachagentur Nachwachsendrohstoff e.V.: Gulzow. ISBN 3-00-0143333-5.
- [5] Dane GUS.
- [6] Dane Instytutu Energetyki Odnawialnej.
- [7] Szych H.: Program rozwoju odnawialnych źródeł energii dla województwa lubelskiego, biuro planowania przestrzennego w lublinie 2013 r.
- [8] <http://stat.gov.pl/> [dostęp 7.04.2015 r.].
- [9] Płaszczyk-Piasteczka A., Żukowski W.: Energetyczne wykorzystanie biogazu, Czasopismo techniczne, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 2007.

ECONOMIC ASPECTS OF BIOGAS

Summary

The policy of sustainable development aims to reduce the negative impact of human activity on the environment, one of the main goals of this policy is to invest in "green" energy generation technologies, otherwise known as Renewable Energy Sources (RES). These technologies using renewable and virtually inexhaustible energy resources sun, wind, biomass or geothermal energy production. One way to use biomass for energy purposes is processed by anaerobic digestion and produce biogas in facilities known as biogas plants, then burned and obtaining electricity. Agricultural biogas plants for several years, the current SA in the Polish market of energy production from renewable sources. They compete economically with technologies like photovoltaics or wind power. Agricultural biogas plants can become one of the supporting renewable sources of energy that will ensure a steady supply of electricity in the Lublin region. The article focuses on the presentation of the analysis of the economic aspects of biogas production, with particular reference to the region of Lublin and the conditions prevailing in the availability of biomass. The article shows the method for calculating the annual yield of methane in the biogas plant and also presents the energy potential of biomass in the region of Lublin which is very large in the region due to its agricultural character. The article also described the process of investing in biogas plants, specifying the percentage shares of individual elements of biogas investment, maintenance costs and profits generated by the production and sale of energy from that fuel.

Keywords: methane, Lubelszczyzna, effort investment, energy resources

Przesłano do redakcji: 27.05.2015 r.

Przyjęto do druku: 30.10.2015 r.

DOI:10.7862/rb.2015.115