

Anna Jędrejek, Zuzanna Jarosz

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach

REGIONALNE MOŻLIWOŚCI PRODUKCJI BIOGAZU ROLNICZEGO

REGIONAL OPPORTUNITIES TO PRODUCE AGRICULTURAL OF BIO-GAS

Słowa kluczowe: substraty, biogaz rolniczy, biogazownie

Key words: substrates, agricultural biogas, biogas plants

JEL codes: Q20

Abstrakt. Dokonano analizy dostępnej bazy surowcowej do produkcji biogazu rolniczego w ujęciu regionalnym. Substraty do produkcji biogazu to m.in. odchody zwierzęce (gnojowica) oraz kukurydza na kiszonkę. Najbardziej predysponowanymi do budowy mikrobiogazowni o mocy 50-100 kWe wykorzystującymi jako substrat wyłącznie kiszonkę kukurydzy są województwa: dolnośląskie, lubuskie, pomorskie, warmińsko-mazurskie, wielkopolskie i zachodniopomorskie. W gminach skupionych w tych województwach istnieje także możliwość budowy mikrobiogazowni wykorzystujących do produkcji biogazu kosubstrat (70% kiszonka kukurydzy i 30% gnojowica).

Wstęp

Realizacja założeń podjętej przez Unię Europejską (UE) polityki energetyczno-klimatycznej skłania do redukcji emisji gazów cieplarnianych i promocji odnawialnych źródeł energii. Przyjęty przez Radę Ministrów 10 listopada 2009 r. dokument „Polityka Energetyczna Polski do 2030 r.” zakłada rozwój odnawialnych źródeł energii (OZE). Zachętą do inwestowania są atrakcyjne warunki pozyskiwania oferowanych kredytów, wprowadzenie certyfikatów oraz możliwość sprzedaży energii odnawialnej do sieci energetycznych. Rozwój OZE zależy od uwarunkowań lokalnych – dostępności zasobów oraz możliwości ich wykorzystania. Wykorzystanie OZE przynosi korzyści zarówno dla lokalnych społeczności – zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego, powstanie nowych miejsc pracy, ale także ekologiczne – ograniczenie emisji dwutlenku węgla. Jedną z najbardziej atrakcyjnych form pozyskiwania energii elektrycznej i ciepłej jest produkcja biogazu. Biogaz rolniczy to paliwo gazowe otrzymywane w procesie fermentacji metanowej surowców rolniczych, produktów ubocznych rolnictwa, płynnych lub stałych odchodów zwierzęcych, produktów ubocznych lub pozostałości z przetwórstwa produktów pochodzenia rolniczego lub biomasy leśnej z wyłączeniem gazu pozyskiwanego z surowców pochodzących z oczyszczalni ścieków oraz składowisk odpadów [Prawo energetyczne, Dz.U. 2011, nr 205, poz. 1208]. Obecnie inwestycje w biogazownie w Polsce są na etapie początkowym. Według rejestru prowadzonego przez Agencję Rynku Rolnego (stan na 9.05.2016.) w Polsce znajduje się 88 instalacji prowadzonych przez 78 podmiotów produkujących energię z biogazu rolniczego o łącznej rocznej wydajności wytwarzania biogazu rolniczego ponad 358 mln m³. Liczba instalacji produkujących biogaz rolniczy systematycznie rośnie, ale tempo jest bardzo wolne. Najczęściej uruchamiane są biogazownie rolnicze o mocy 1-2 MW, które wymagają znacznych ilości substratów i są budowane przez inwestorów dysponujących znacznym kapitałem. Utrzymanie takiej tendencji może nie wypełnić założeń przyjętych w 2010 roku przez Radę Ministrów w dokumencie „Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce na lata 2010-2020”, według którego w każdej gminie do roku 2020 powstanie jedna biogazownia [MRiRW 2010].

Zmiany legislacyjne polegające na zastąpieniu koncesjonowania produkcji energii obowiązkiem wpisu do rejestru producentów biogazu, wprowadzenie uproszczeń w postępowaniu z pozostałościami po fermentacji oraz zwolnienie biogazowni o mocy poniżej 0,5 MW z obowiązku sporządzania raportu oceny oddziaływania na środowisko wpłynęły na zainteresowanie rolników małymi instalacjami, których zainstalowana moc elektryczna mieści się w zakresie 40-200 kW lub

o mocy cieplnej 120-600 kW oraz mikroinstalacjami o zainstalowanej mocy elektrycznej do 40 kW lub cieplnej do 120 kW. Mikrobiogazownie są szansą dla indywidualnych gospodarstw rolnych, umożliwiając zagospodarowanie biomasy jak najbliżej miejsca jej powstania.

Wydajność produkcji biogazu zależy od doboru wykorzystywanych w procesie substratów, co wpływa na ekonomiczną opłacalność budowy i eksploatacji instalacji. Dobór substratów powinien być prowadzony w oparciu o ich dostępność w skali lokalnej. Zapewnienie ciągłości dostaw surowców wykorzystywanych w produkcji biogazu ma istotne znaczenie, gdyż zbyt długie magazynowanie wpływa negatywnie na ich wartość energetyczną. W dostępnej literaturze jest dużo prac prezentujących możliwości pozyskania surowców i produkcji biogazu. Najczęściej dotyczą one wybranego obszaru, np. województwa, natomiast brakuje publikacji, w których dokonano by analiz regionalnych.

Celem opracowania jest oszacowanie w ujęciu regionalnym możliwości zapewnienia substratów do produkcji biogazu, a tym samym wskazanie regionów, które dysponują największym potencjałem surowcowym do produkcji biogazu.

Materiał i metodyka badań

Opracowanie dotyczy regionalnego zróżnicowania wybranych substratów do produkcji biogazu rolniczego w Polsce. Materiał źródłowy stanowiły dane statystyczne z *Powszechnego Spisu Rolnego 2010* GUS [2011, 2012] i obejmowały powierzchnię zasiewów kukurydzy, pogłowie zwierząt gospodarskich: bydła i trzody wyrażone w dużych jednostkach produkcyjnych (DJP). W obliczeniach ilości nawozów naturalnych przyjęto założenie, że 12% pogłowia utrzymywana jest w oborach głębokich, 7% w bezściółowych i 81% w oborach ściółowych płytkich [Igras, Kopiński 2007]. Założono także, że DJP produkuje w ciągu roku ok. 10 t obornika lub 22 m³ gnojowicy [Mercik 2004]. Obornik jako substancja stała wymaga innego podawania do komory fermentacyjnej, dlatego nie jest przedmiotem dalszych analiz.

Mikrobiogazownie o mocy około 40 kWe powinny być obsługiwane przez gospodarstwa o powierzchni 20-50 ha. W przypadku zaangażowania mniejszych gospodarstw w budowę mikrobiogazowni niezbędna byłaby ich konsolidacja w grupy producenckie. Za minimalne kryterium przyjęto gospodarstwa o powierzchni 50-150 ha dla mikrobiogazowni o mocy 50-99 kWe, 100-300 ha dla instalacji o mocy 100-199 kWe oraz 150-500 ha dla instalacji o mocy > 200 kWe.

Wyniki badań

Surowcem wykorzystywanym do wytwarzania biogazu rolniczego może być wszelkiego rodzaju biomasa, produkty roślinne i zwierzęce, bioodpady, odpady z produkcji rolnej i zwierzęcej. Wsad do biogazowni powinien zapewniać wysoką wydajność produkcji biogazu, stabilny przebieg procesu fermentacji oraz możliwość wykorzystania powstałej masy pofermentacyjnej [Cukrowski i in. 2011]. W praktyce wykorzystuje się najczęściej gnojowicę, pozostałości owoców i warzyw oraz kiszonkę kukurydzy (tab. 1).

Produktem ubocznym chowu zwierząt są odchody. Charakteryzują się one różną produktywnością biogazu. Więcej biogazu uzyskuje się z gnojowicy i obornika świńskiego niż bydlęcego (tab. 2). Najbardziej przydatnym substratem do biogazowni jest gnojowica. Ilość gnojowicy jest różna i zależy od technologii utrzymania zwierząt, sposobu mycia stanowisk itp. Jednak ze względu na niską zawartość substancji organicznych w gnojowicy zaleca się uzupełnianie wsadu innymi substratami np. biomasa z upraw celowych. Najlepszym substratem roślinnym jest kiszonka kukurydzy [Michalski 2009]. Wydajność biogazu z samej kukurydzy należy do największych, co wynika z wielkości uzyskiwanych plonów oraz wydajności jednostkowej biogazu (tab. 3). Ponadto kukurydza charakteryzuje się mniejszymi kosztami i opanowaną przez rolników technologią uprawy, zbioru i zakiszania.

Doniesienia literaturowe wskazują, że bardziej zasadne jest stosowanie kilku substratów zwane kofermentacją. W Niemczech kiszonka roślinna stanowi podstawowe źródło biogazu, w Austrii

Tabela 1. Wykaz wybranych surowców zużytych do produkcji biogazu rolniczego w 2015 roku
 Table 1. List of selected raw materials used for the production of agricultural biogas in 2015

Rodzaj surowca/ <i>Type of raw material</i>	Ilość/ <i>Quantity [t]</i>
Gnojowica/ <i>Slurry</i>	598 667,4
Pozostałości z owoców i warzyw/ <i>Residues from fruit and vegetables</i>	493 631,8
Wywar pogorzelniany/ <i>Distillery decoction</i>	439 580,3
Kiszonka z kukurydzy/ <i>Maize silage</i>	416 168,9
Wysłodki buraczane/ <i>Beet pulp</i>	189 015,6
Osady technologiczne z przemysłu rolno-spożywczego/ <i>Technological sediments of the agri-food industry</i>	61 063,7
Odpady z przemysłu mleczarskiego/ <i>Waste from the dairy industry</i>	47 817,2
Obornik/ <i>Manure</i>	45 342,3
Osady tłuszczowe/ <i>Fatty sediments</i>	21 940,1
Odpady z przetwórstwa spożywczego/ <i>Waste from food processing</i>	21 510,5

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ARR
 Source: own study based on ARR data

Tabela 2. Wydajność biogazu z odchodów zwierząt
 Table 2. Efficiency of biogas from animal manure

Substrat/ <i>Substratum</i>	Zawartość/ <i>Content [%]</i>		Teoretyczna wydajność biogazu/ <i>Theoretical biogas [dm³]</i>		Zawartość metanu/ <i>Methane content [%]</i>
	suchej masy/ <i>dry matter</i>	suchej masy organicznej/ <i>organic dry matter</i>	z 1 kg suchej masy organicznej/ <i>1 kg of dry organic matter</i>	z 1 kg świeżej masy/ <i>1 kg of fresh weight</i>	
Gnojowica krów/ <i>Slurry cows</i>	8-11	75-82	200-500	20-30	50-55
Gnojowica cieląt/ <i>Slurry calves</i>	10-13	80-84	220-560	20-25	50-57
Gnojowica świń/ <i>Slurry pigs</i>	4-7	75-87	300-700	20-35	50-70
Gnojowica owiec/ <i>Sheep manure</i>	12-16	80-85	180-320	18-30	50-56
Obornik krów/ <i>Cow manure</i>	20-26	68-78	210-300	40-55	55-60
Obornik świń/ <i>Pig manure</i>	20-25	75-80	270-450	55-65	55-60
Pomiot kurzy świeży/ <i>Fresh chicken manure</i>	30-32	63-80	250-450	70-90	57-70

Źródło/Source: [Myczko 2011]

Tabela 3. Wydajność biogazu z kukurydzy w porównaniu z innymi roślinami
 Table 3. Biogas yield of corn in comparison with other plants

Gatunek/ <i>Type</i>	Masa plonu/ <i>Yield [t]</i>	Wydajność biogazu/ <i>Efficiency of biogas</i>	
		m ³ /t	m ³ /ha
Kiszonka z kukurydzy/ <i>Maize silage</i>	45	200	9 000
Zielonka z kukurydzy/ <i>Maize forage</i>	50	175	8 750
Buraki pastewne/ <i>Fodder beets</i>	80	80	6 400
CCM kukurydza/ <i>CCM maize</i>	13	450	5 850
GPS pszenica/ <i>GPS wheat</i>	30	175	5 250
Ziemniaki/ <i>Potatoes</i>	40	110	4 400
Trawa łąkowa/ <i>Meadow grass</i>	40	95	3 800
Ziarno pszenicy/ <i>Grain of wheat</i>	6	600	3 600

Źródło/Source: [Michalski 2009]

zaś najczęściej stosowana jest kombinacja roślin (63%), odchodów zwierzęcych (31%) i odpadów organicznych (6%) [Wiśniewski i in. 2008]. Zróżnicowanie substratów sprzyja uzyskaniu lepszych parametrów procesu, wpływa na wzrost produkcji biogazu, a także zwiększa bezpieczeństwo zapewnienia dostaw surowca.

Zapotrzebowanie na substraty do produkcji biogazu jest uzależnione od zakładanej mocy instalacji. Biogazownia o mocy 50 kWe działająca w 100% na substracie z kiszonki kukurydzy wymaga obsiania kukurydzą około 22 ha ziemi (tab. 4). Uwzględniając w substracie 30% gnojowicy (ponad 2 tys. t) trzeba zapewnić kukurydzę z powierzchni 15,4 ha.

Baza surowcowa substratów niezbędnych do zasilania biogazowni jest jednym z ważniejszych czynników decydujących o lokalizacji i planowanej mocy instalacji. Kluczową rolę w doborze substratów odgrywa kukurydza. Uprawa kukurydzy jest mocno zróżnicowana regionalnie i koncentruje się głównie w zachodniej i północnej części kraju [Księżak 2009]. Przeprowadzona analiza wykazała, że najbardziej predysponowanymi do budowy mikrobiogazowni o mocy 50-99 kWe wykorzystującymi jako substrat wyłącznie kiszonkę kukurydzy, były gminy położone na terenie województw: dolnośląskiego, lubuskiego, pomorskiego, warmińsko-mazurskiego, wielkopolskiego i zachodniopomorskiego (rys. 1).

Tabela 4. Zapotrzebowanie na substraty w zależności od zainstalowanej mocy

Table 4. Demand for substrates depending on the installed power

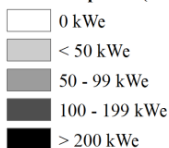
Zainstalowana moc/Installed power	Zapotrzebowanie na biogaz/Demand for biogas [m ³]	Zapotrzebowanie na kiszonkę/Demand for silage					
		kiszonka 100%/silage 100%		kiszonka 70%, gnojowica 30%/silage 70%, slurry 30%			
		t	ha	t	ha	t	ha
1 MW	3 650 000	21 000	440,0	14 700	308,0	40 556	1 763,0
500 kWe	1 825 000	10 500	220,0	7 350	154,0	20 278	882,0
300 kWe	1 095 000	6 300	132,0	4 410	92,0	12 167	529,0
200 kWe	730 000	4 200	88,0	2 940	62,0	8 111	353,0
100 kWe	365 000	2 100	44,0	1 470	30,8	4 056	176,0
50 kWe	182 500	1 050	22,0	735	15,4	2 028	88,0
30 kWe	110 606	636	13,3	445	9,3	1 229	53,0
20 kWe	73 000	420	8,8	294	6,2	811	35,0
10 kWe	36 500	210	4,4	147	3,1	406	18,0
5 kWe	18 250	105	2,2	74	1,5	203	9,0

Źródło/Source: [Żmuda 2011]



Moc instalacji elektrycznej (kWe)/

Electrical power (kWe)



Rysunek 1. Możliwość budowy biogazowni z wsadem 100% kiszonki kukurydzy

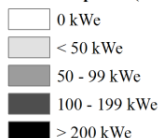
Figure 1. The possibility of building a biogas plant with a load of 100% maize silage

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2011, 2012]

Source: own study based on CSO data [2011, 2012]

Moc instalacji elektrycznej (kWe)

Electrical power (kWe)



Rysunek 2. Możliwość budowy biogazowni z wsadem 70% kiszonki kukurydzy i 30% gnojowicy

Figure 2. The possibility of building a biogas plant with a load of 70% maize silage and 30% slurry

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2012]

Source: own study based on CSO data [2012]

Najlepszym terenem inwestycyjnym przy planowaniu budowy biogazowni rolniczych jest obszar Niziny Śląskiej w województwie dolnośląskim. Największe możliwości pozyskania substratów występują w powiatach złotoryjskim, legnickim, świdnickim, wrocławskim strzebińskim i ząbkowickim [Derski 2010]. Znaczne ilości produkcji surowca kiszonkowego zanotowano także w województwie podlaskim. Jednak ze względu na największą w kraju obsadę bydła na 100 ha użytków rolnych, kukurydza w tym województwie jest przeznaczana głównie na paszę. W północnej części województwa lubuskiego oraz w gminach województwa zachodniopomorskiego istnieje także możliwość pozyskania surowca dla małych instalacji o mocy 100-199 kWe.

W gminach skupionych w województwach: dolnośląskim, lubuskim, pomorskim, warmińsko-mazurskim, wielkopolskim i zachodniopomorskim istnieje także możliwość budowy mikrobiogazowni o mocy 50-99 kWe wykorzystujących do produkcji biogazu kosubstrat (70% kiszonka kukurydzy i 30% gnojowica) (rys. 2). Na terenie województwa pomorskiego najkorzystniejsze warunki do budowy biogazowni występują w gminach: Kwidziń, Główeczyce, Kobylnica, Chojnice, Bytów. W gminach tych produkcja rolna nastawiona jest na chów bydła i trzody chlewnej [Podstawka i in. 2014].

Podsumowanie

W rolnictwie polskim istnieje duży potencjał produkcji biogazu w biogazowniach rolniczych bazujących na stosowaniu substratu w postaci kiszonki z kukurydzy lub mieszaniny z gnojowicą. Przestrzenna analiza wykazała, że rejony o dużych możliwościach pozyskania substratów do produkcji biogazu, a tym samym najkorzystniejszych warunkach do budowy biogazowni koncentrują się w zachodniej i północnej części kraju. Najbardziej predysponowanymi do budowy mikrobiogazowni są gminy położone na terenie województw: dolnośląskiego, lubuskiego, pomorskiego, warmińsko-mazurskiego, wielkopolskiego i zachodniopomorskiego.

Literatura

- ARR. 2016. Agencja Rynku Rolnego. http://www.arr.gov.pl/data/02004/surowce_w_2015_250416.pdf, dostęp lipiec 2016.
- Cukrowski Andrzej, Anna Oniszk-Popławska, Grzegorz Wiśniewski, Magdalena Zowsik. 2011. *Mała biogazownia rolnicza*. Warszawa: EC BREC Instytut Energetyki Odnawialnej.
- Denisiuk Wiesław. 2006. „Energetyczne wykorzystanie biogazu”. *Inżynieria Rolnicza* 3 (58), 99-107.
- Derski Bartłomiej. 2010: *Biogazownie rolnicze na Dolnym Śląsku*. Praca dyplomowa. Wrocław: Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu.
- GUS. 2011. *Powszechny Spis Rolny 2010. Użytkowanie gruntów*. Warszawa.

- GUS. 2012. *Powszechny Spis Rolny 2010. Zwierzęta gospodarskie i wybrane elementy metod produkcji zwierzęcej*. Warszawa.
- Igras Janusz, Jerzy Kopiński. 2007. „Zużycie nawozów mineralnych i naturalnych w układzie regionalnym”, *Studia i Raporty IUNG-PIB* 5: 106-114.
- Księżak Jerzy. 2009. „Produkcja kukurydzy w różnych rejonach Polski”. *Wiś Jutra* 3 (128): 16.
- Mercik Stanisław. 2004. Nawozy organiczne. [W] *Chemia rolna*. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
- Michalski Tadeusz. 2009. „Biogazownia w każdej gminie – czy wystarczy surowca”. *Wiś Jutra* 3 (128): 12-14.
- MRiRW. 2010. *Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce na lata 2010-2020*. Warszawa: Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi. <http://www.pigeor.pl/media/js/kcfinder/upload/files/Kierunki-Rozwoju-Biogazowni-Rolniczych-w-Polsce-na-lata-2010-2020.pdf>, dostęp lipiec 2016.
- Myczo Andrzej (red.). 2011. *Budowa i eksploatacja biogazowni rolniczych. Poradnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych*. Falenty: Wydawnictwo Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego.
- Podstawka Marian, Piotr Gołasa, Wioletta Bańkowska. 2014. „Potencjał produkcji biogazu rolniczego w województwie pomorskim i jego wykorzystanie”. *Zeszyty Naukowe SGGW. Ekonomia i Organizacja Gospodarki Żywnościowej* 107: 155-162.
- Ustawa z dnia 19 sierpnia 2011 r. o zmianie ustawy. Prawo energetyczne*. Dz.U. 2011, nr 205, poz. 1208.
- Wiśniewski Grzegorz, Anna Oniszk-Popławska, Paweł Sulima. 2008. *Kierunki rozwoju technologii biogazu rolniczego w UE i Polsce*. Warszawa: EC BREC Instytut Energetyki Odnawialnej.
- Żmuda Kazimierz. 2011. *Odnawialne źródła w polityce Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi*. Kielce: MRiRW. http://www.igeos.home.pl/igeos.pl/images/stories/web/files/2011/1-03_Enex/1-Enex.pdf, dostęp lipiec 2016.

Summary

The purpose of this paper was the analysis of the available raw material resources for the agricultural biogas production on a regional basis. The substrates used in biogas production are, among others, animal waste (slurry) and maize for silage. The most suitable voivodships for building a micro biogas plant of 50-100 kW using maize silage as the only substrate are: dolnośląskie, lubuskie, pomorskie, warmińsko-mazurskie, wielkopolskie and zachodniopomorskie. In the local districts located in the aforementioned voivodships there is also a possibility of building micro biogas plants producing biogas from substrates such as: maize silage (70%) and slurry (30%).

Adres do korespondencji
mgr Anna Jędrejek, dr Zuzanna Jarosz
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
tel. (81) 478 68 99
e-mail: azurek@iung.pulawy.pl