



The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

ISSN 2081-6960

eISSN 2544-0659

Zeszyty Naukowe

Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Scientific Journal

Warsaw University of Life Sciences – SGGW

PROBLEMY ROLNICTWA ŚWIATOWEGO

PROBLEMS OF WORLD AGRICULTURE

Vol. 17 (XXXII)

No. 2

Warsaw University of Life Sciences Press

Warsaw 2017

Waldemar Gostomczyk¹
Politechnika Koszalińska

Stan i perspektywy rozwoju rynku biogazu w UE i Polsce – ujęcie ekonomiczne

State and Prospects for the Development of the Biogas Market in the EU and Poland – Economic Approach

Synopsis. Rynek biogazu rolniczego różni się w poszczególnych krajach europejskich. Zarówno w Europie jak i w Polsce podstawową formą jest wykorzystanie biogazu do wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej. W dziewięciu krajach unijnych wytworzony biogaz wykorzystywany jest również w lokalnych sieciach gazowych oraz w transporcie, szczególnie komunalnym. W wytwarzaniu biogazu można opierać się na surowcach rolniczych (Niemcy) lub wykorzystaniu i przetworzeniu wszelkich odpadów rolniczych, przemysłowych i komunalnych (Dania, Szwecja). Celem artykułu jest przedstawienie dynamiki i struktury rozwoju rynku biogazu, wykorzystywanych surowców oraz opłacalności w różnych modelach prawno-finansowych. Przedstawione analizy pozwoliły wnioskować, że w przyszłości biogazownie mogą być ważnym elementem rynku energii, szczególnie na poziomie lokalnym oraz istotną częścią zrównoważonej gospodarki.

Słowa kluczowe: biogaz, biogazownie, energia odnawialna

Abstract. The agricultural biogas market differs in different European countries. Both in Europe and in Poland, the basic form is the use of biogas to generate electricity and heat. In nine EU countries, the biogas produced is also used in local gas networks and in transport, especially communal. Biogas production can be based on agricultural raw materials (Germany) or the use and processing of all agricultural, industrial and municipal waste (Denmark, Sweden). The aim of this article is to present dynamics and structure of biogas market development, raw materials used and profitability in various legal and financial models. The presented analyzes have concluded that biogas plants could be an important part of the energy market in the future, particularly at the local level and an important part of a sustainable economy.

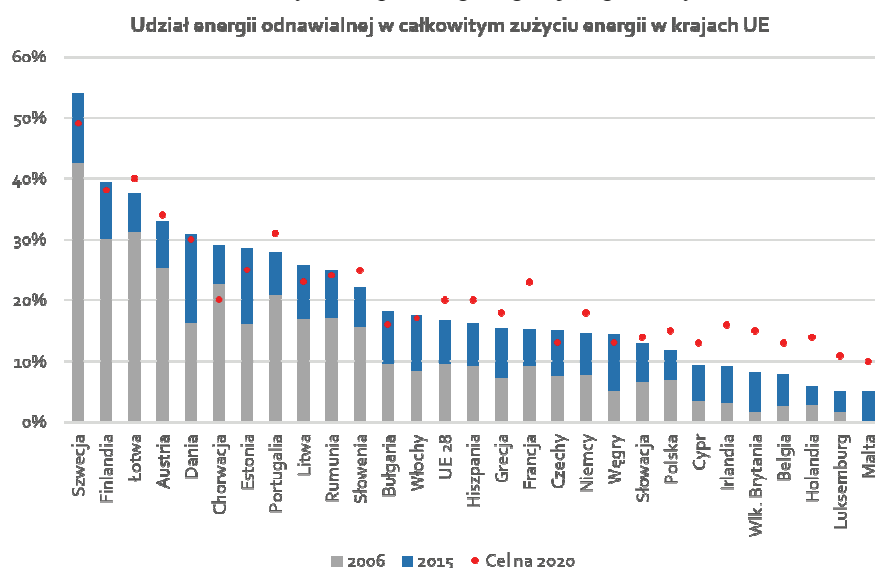
Key words: biogas, biogas plants, renewable energy

Wprowadzenie

Rynek odnawialnych źródeł energii charakteryzuje się dużą dynamiką zmian zarówno pod względem struktury produkcji, wolumenu wytworzonej energii jak i stosowanych instrumentów prawno-ekonomicznych wpływających na ich atrakcyjność i konkurencyjność względem paliw kopalnych. Według unijnej agencji statystycznej – Eurostatu, udział OZE w konsumpcji energii w UE w 2015 r. wyniósł 16,7 proc., przy celu na rok 2020 wynoszącym 20 proc. Model gospodarki energetycznej oparty na rozwoju źródeł odnawialnych różnie jest realizowany w państwach członkowskich UE. Dla poszczególnych krajów cele te są zróżnicowane w zakresie od kilkunastu do kilkudziesięciu

¹ dr, Katedra Polityki Ekonomicznej i Regionalnej, Politechnika Koszalińska, ul. Kwiatkowskiego 6E, 75-343 Koszalin, e-mail: waldemar.gostomczyk@tu.koszalin.pl

proc. Jak podaje Eurostat 11 krajów UE już w 2015 roku osiągnęło cel OZE, który powinien być zrealizowany w roku 2020. Do krajów tych należą m.in. Szwecja dla której cel na 2020 rok wyznaczono na 49%, a już w 2015 r. osiągnęła poziom 53,9%. Pozostałe kraje które przekroczyły Narodowe Cele Wskaźnikowe to: Finlandia, Dania, Chorwacja, Estonia, Litwa, Rumunia, Bułgaria, Włochy, Czechy, oraz Węgry. Polska w 2015 roku osiągnęła poziom 11,8% udziału OZE w konsumpcji energii, przy celu wyznaczonym dla naszego kraju na rok 2020 wynoszącym 15%. Niepokojący jest jednak fakt, że dynamika przyrostu w ostatnich latach jest bardzo niska, co rodzi podejrzenie że Polska nie wywiąże się z przyjętych celów. W roku 2013 udział OZE w całkowitym zużyciu energii w Polsce wyniósł 11,4% a w 2014 11,5%. Główną przyczyną stagnacji w rozwoju rynku OZE jest niestabilność i zmienność systemu prawnego regulującego ten rynek.



Rys. 1. Udział energii odnawialnej w całkowitym zużyciu w 2006 i 2015 roku oraz cele do osiągnięcia w roku 2020 w krajach UE

Fig. 1. Share of renewable energy in total consumption in 2006 and 2015 and targets to reach in 2020 in EU countries

Źródło: opracowanie na podstawie: EurObserv'ER 2015.

W 2015 roku udział OZE w Polsce w całkowitym zużyciu energii wynosił 11,8%, co klasyfikowało nas na 21 pozycji na 28 państw UE. Pod względem przyrostu bezwzględnego w latach 2004-2015 Polska zajmowała 25 miejsce. Jest to pozycja nieadekwatna w stosunku do potencjału jaki posiada Polska w zakresie możliwości rozwoju OZE. Przyczyną niskiej dynamiki przyrostu OZE jest oparcie polskiej energetyki na własnych zasobach węgla kamiennego i brunatnego. W dłuższym okresie czasu takiej polityki nie da się utrzymać ze względu na konieczność wypełnienia unijnych norm ograniczenia emisji gazów cieplarnianych.

Celem artykułu jest przedstawienie dynamiki i form rozwoju rynku biogazu w UE i w Polsce w latach 2010-2016. Opierając się na materiałach statystycznych Eurostatu i

GUS-u oraz sprawozdawczości URE i ARR określono wielkość, dynamikę wzrostu ilości produkowanej energii, produkcji biogazu oraz liczbę i moc biogazowni rolniczych. Dokonano również analizy wykorzystanych surowców i efektywności ich wykorzystania. Metody badawcze wykorzystane w pracy to głównie: analiza danych statystycznych, sprawozdania Urzędu Regulacji Energetyki i Agencji Rynku Rolnego. Analizy te pozwoliły określić różnice modeli rozwojowych rynku biogazu w wybranych krajach europejskich. Przeprowadzono również analizy dochodowości biogazowni rolniczych porównując jej wartość na podstawie systemu aukcyjnego i błękitnych certyfikatów.

Rynek biogazu w Unii Europejskiej

W charakterystyce rynku biogazu, w sprawozdawczości unijnej i polskiej wyodrębnia się następujące jego rodzaje biogazu (Biogas landscape..., 2016):

- gaz wysypiskowy – uzyskiwany w wyniku fermentacji odpadów na składowiskach komunalnych. Jest on pozyskiwany z zastosowaniem odpowiednich instalacji zagłębionych w aktywnych wysypiskach śmieci, następnie gromadzony w zbiorniku i na miejscu przetwarzany w urządzenia kogeneracyjnych wytwarzających energię elektryczną i ciepłą. Energia ta najczęściej jest wykorzystywana w miejscu jej wytworzenia do zasilania urządzeń elektrycznych wysypiska a energia ciepła służy ogrzewaniu pomieszczeń i celom sanitarnym zatrudnionych pracowników.

- gaz z osadów ściekowych wytworzony w wyniku beztlenowej fermentacji szlamu ściekowego, kanalizacyjnego. Jego wykorzystanie jest podobne jak gazu wysypiskowego.

- pozostałe biogazy, w tym biogaz rolniczy oraz biogaz uzyskiwany w wyniku fermentacji różnych odpadów z branży żywnościowej i przemysłów przetwarzających surowce organiczne. Jest to obecnie najszybciej rozwijający się segment rynku biogazu. Biogazownie rolnicze wykorzystujące pierwotnie głównie kukurydzę i gnojowicę ewoluują w kierunku biogazowni utylizacyjno-rolniczych wykorzystujące różnorodne odpady przemysłu rolno-spożywczego. Stają się one ważnym elementem ochrony środowiska i zmniejszania liczby odpadów.

Według EBA Biogas Report 2014 biogazowni rolniczych w Europie było 9766 (71%), składowiskowych 1005 (7%), ściekowych 2365 (17%), pozostałych 676 (5%). W 2013 roku biogazownie rolnicze wyprodukowały biogaz o wartości energetycznej 9272 ktoe, wysypiskowe 2881 ktoe i ściekowe 1254 ktoe². Łącznie wytworzony biogaz stanowił ekwiwalent 13,4 mln ton ropy naftowej. Największym producentem biogazu w Europie są Niemcy (50,1% produkcji). Liczba biogazowni w tym kraju wynosiła 9015. Następne kraje o największej ilości biogazowni to Włochy (1391), Szwajcaria (620), Francja (610), Czechy (554), Austria (436), Wielka Brytania (360), Szwecja (264), Holandia (252), Polska (206). Łączna ilość wszystkich biogazowni w Europie to 17240 a ich całkowita zainstalowana moc wynosiła 8293 MWe³ (EBA 2014).

²² Toe – tona oleju ekwiwalentnego, toe=41,868 x10⁹ J, jednostka powszechnie stosowana w sprawozdawczości UE. System SI dopuszcza stosowanie takich jednostek energii.

³ MWe – megawatów energii elektrycznej, MWt – megawatów energii cieplnej

Tabela 1. Liczba biogazowni i łączna ich moc w Europie w latach 2010-2014

Table 1. Number of biogas plants and their total power in Europe in 2010-2014

Wyszczególnienie	2010	2011	2012	2013	2014
Liczba biogazowni	10433	12397	13812	14569	17240
Łączna zainstalowana moc [MWe.]	4136	5360	7646	7857	8293
Produkcja biometanu [Nm ³ /h]	39310	71992	122962	149246	170856

Źródło: opracowanie na podstawie: EurObserv'ER 2015, Biogas Barometr 2015 i European Biogas Association.

Tabela 2. Produkcja energii z biogazu w krajach UE w latach 2009-2014

Table 2. Biogas energy production in EU countries for 2009-2014

Kraj	Produkcja energii pierwotnej [ktoe]					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Niemcy	4213,4	6669,6	5180,5	6416,2	6875,1	7434,1
Francja	526,2	413,3	369,4	412,0	436,6	420,7
Włochy	444,3	478,5	1103,9	1178,8	1815,5	1961,0
Hiszpania	183,7	198,7	287,0	260,5	479,4	353,3
Szwecja	109,2	111,2	119,3	126,8	145,0	153,4
Finlandia	41,4	40,4	53,0	57,9	58,0	61,0
Austria	159,8	171,5	169,1	207,5	196,7	292,2
Dania	99,6	102,2	100,7	104,7	110,0	122,8
Wielka Brytania	1697,0	2,2177	1800,7	1811,2	2036,5	2126,4
Polska	98,0	114,6	136,9	168,0	181,4	207,1
Belgia	125,3	127,4	128,3	157,7	189,0	206,3
Czechy	129,9	176,7	249,8	374,9	571,1	608,0
Holandia	267,9	293,4	292,9	297,5	305,2	312,7
Portugalia	23,8	30,7	45,0	56,4	65,3	73,5
Rumunia	1,1	1,1	13,2	13,4	30,0	30,0
Grecja	56,0	67,7	72,8	88,6	88,4	86,9
Węgry	30,9	34,2	60,7	79,8	82,2	83,7
Łotwa	9,7	13,3	22,0	22,0	65,0	75,0
Słowacja	16,3	12,2	45,8	43,5	54,9	58,4
Litwa	4,7	10,0	11,1	11,6	15,5	20,9
Bułgaria	0	0	3,0	3,0	12,0	27,0
Irlandia	54,4	57,3	57,6	55,9	48,2	52,2
Słowenia	27,1	30,4	36,0	38,1	34,7	30,8
Estonia	2,5	3,7	3,3	2,9	7,2	9,6
Cypr	0,2	0,2	11,0	11,0	12,0	12,0
Luksemburg	12,4	13,0	13,5	15,7	15,6	16,7
Malta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Razem UE	8334,7	10943,3	10386,4	12015,5	13947,1	14862,4

Źródło: opracowanie na podstawie: EurObserver Raport za lata 2009-2015.

Dane przedstawiające produkcję energii pierwotnej z biogazu obejmują łącznie produkcję z gazu wysypiskowego, z oczyszczalni ścieków i biogazowni rolniczych. W 2014 roku na całkowitą produkcję o wartości energetycznej 14862,4 ktoe składało się: 2740,0 ktoe z gazu wysypiskowego, 1367,3 ktoe z oczyszczalni ścieków i 10755,1 ktoe z biogazowni rolniczych. Wytwarzały one 72% energii z biogazu.

Do rozwoju rynku biogazu w wielu krajach europejskich przyczynił się korzystny system wsparcia finansowego w postaci dopłat do sprzedawanej energii z biogazu. W licznych krajach UE, które zajmują wiodące pozycje w produkcji biogazu rolniczego (Niemcy, Włochy, Wielka Brytania) wsparcie finansowe przez szereg lat kształtowało się na poziomie powyżej 1200 zł/MWh⁴.

Obecnie, podobnie jak w Polsce niektóre kraje przechodzą z systemu certyfikatów i cen gwarantowanych na system aukcyjny. We Francji w pierwszej tego typu aukcji w 2017 w postaci taryfy gwarantowanej obowiązującej przez 20 lat, wsparcie przyznano 14 z 41 zgłoszonych projektów. Zaproponowana przez inwestorów zamierzających uruchomić instalacje do produkcji energii z biogazu lub biogazu cena zwycięskich projektów wyniosła przeciętnie 122 EUR/MWh. Francuski rząd zakłada że przeprowadzona aukcja przełoży się na inwestycje warte 170 mln euro, a uruchamiane instalacje będą produkować w skali roku około 480 MWh energii elektrycznej.

W zestawieniu państw unijnych pod względem produkcji energii pierwotnej z biogazu Polska jest na 10 pozycji, produkcji energii elektrycznej na 9 pozycji i produkcji ciepła z biogazu na 10 pozycji. Szereg krajów znacznie mniejszych od Polski zajmuje wyższe pozycje. Należą do nich Czechy (4 pozycja), Holandia (7 pozycja), Austria (8 pozycja). Z danych EurObserver na koniec 2014 roku wytworzona energia elektryczna biogazowni w Polsce wynosiła 0,8 TWh a w znacznie mniejszych Czechach 2,6 TWh. W tym samym czasie niemieckie biogazownie dostarczyły niemal 31 TWh, włoskie 8 TWh a brytyjskie 7 TWh. Potencjał Polski, przy sprzyjającej polityce rządu w zakresie wspierania inwestycji biogazowych, pozwoliłby znacznie zwiększyć produkcję, tym bardziej że znaczna część potencjału surowcowego nie jest wykorzystana.

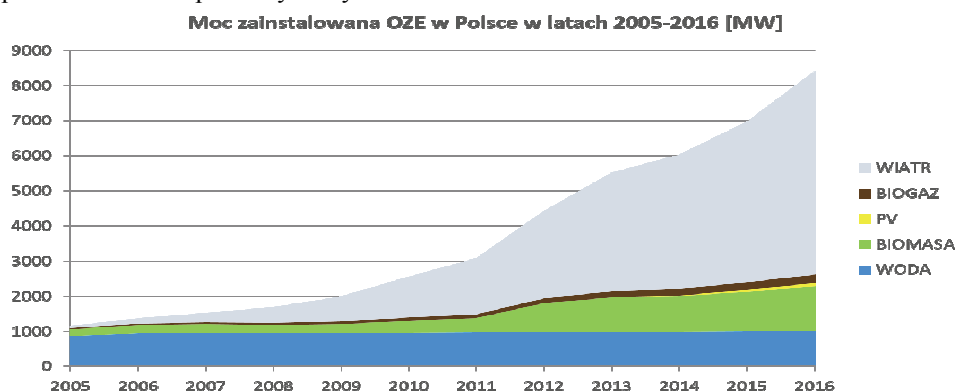
Obecnie w krajach UE nie ma jednolitego modelu rozwoju rynku biogazu. U wiodącego producenta, w Niemczech dominują biogazownie typu przemysłowego bazujące na dominacji jako surowca wysokoenergetycznej kiszonki z kukurydzy z niewielkim udziałem surowców odpadowych. Są one wydajne, efektywne, kosztowne w eksploatacji oraz wymagające przeznaczenia znacznej ilości gruntów rolniczych na produkcję surowca. Odbywa się to kosztem ograniczenia gruntów przeznaczonych na produkcję żywności. Przeciwstawny temu jest model duński w którym biogazownia ma generować zysk uzyskiwany poprzez przetwarzania wszelkich odpadów powstających w gospodarstwach rolniczych, przy całkowitym zagospodarowaniu energii elektrycznej i cieplnej kierowanej do sieci lokalnych i wykorzystaniu pofermentu jako nawozu. Sieć biogazowni jest tak równomiernie rozproszona aby energia mogła być kierowana do lokalnych odbiorców. Jest ona ważnym elementem energetyki rozproszonej. W modelu szwedzkim biogazownie jeszcze bardziej powiązane są z rynkiem lokalnym, zarówno poprzez wtłaczanie oczyszczonego biogazu do lokalnej sieci jak i jego sprężenie i wykorzystanie w transporcie. Sprężony gaz, stanowi znakomitą alternatywę dla paliw ciekłych. Jego odnawialnym zamiennikiem, który poszerza zalety i możliwości wykorzystania paliwa metanowego, jest biometan, czyli oczyszczony biogaz, o wysokiej zawartości metanu (96%), porównywalnej

⁴ MWh – megawatogodzina – jednostka energii, 1 MWh=3,6 GJ.

z gazem ziemnym. W procesie uzdatniania z biogazu usuwany jest dwutlenek węgla, siarkowodor, amoniak i woda wraz z pozostałymi zanieczyszczeniami. Następnie gaz poddawany jest procesowi sprężania, aż do uzyskania ciśnienia 20–25 MPa. Finalnie otrzymujemy produkt do stosowania jako paliwo transportowe o zawartości metanu powyżej 95 proc. (Magazyn Biomasa 2016). Proces oczyszczania biogazu do biometanu nosi nazwę upgradingu, po którym może być stosowany jako paliwo do pojazdów lub wtłaczany do sieci gazu ziemnego. Służy on zapewnieniu właściwego składu mieszanki paliwowo-powietrznej, zapewnia odpowiednią trwałość silnika oraz niezawodność pracy w niskich temperaturach (Gis i in. 2014). W Europie funkcjonuje 300 instalacji oczyszczających biogaz wykorzystywanych w lokalnych sieciach gazu i w transporcie a ich łączna zainstalowana moc oczyszczania biogazu (w 2014 roku) do postaci biometanu wynosiła 170859 m³/h. Ważnym producentem biometanu w Szwecji są gminy, które są odpowiedzialne za gospodarkę odpadami komunalnymi oraz będące również odbiorcami tej energii np. we flotach komunalnych. Pojazdy na biometan w Szwecji stanowią 55% taboru komunalnego, w samym Sztokholmie od 2009 roku cała flota autobusów napędzana jest biometanem. W 2013 roku w całej Szwecji 46713 pojazdów napędzanych było biometanem, w tym 2163 autobusów i 755 ciężarówek (Lorenc 2014). Na autostradzie Göteborg-Stockholm (500km) funkcjonuje 12 stacji tankowania biometanu (Kovacs 2015). Niemcy posiadają 89 000 samochodów osobowych napędzanych biometanem, natomiast Austria 5020, a ich liczba ciągle rośnie.

Rynek OZE i biogazu w Polsce

Według danych Urzędu Regulacji Energetyki (stan na 31.12.2016 r.) w Polsce funkcjonowały odnawialne źródła energii o łącznej mocy zainstalowanej 8 415,5 MW. W 2016 r. powstały nowe elektrownie o mocy 1 445,5 MW, z czego 21,5 MW stanowiły biogazownie, 158,4 elektrownie biomasowe, 28,1 MW elektrownie fotowoltaiczne, 12,2 MW elektrownie wodne i aż 1225,4 MW elektrownie wiatrowe. Szczegółowe dane przedstawiono na poniższych wykresach.



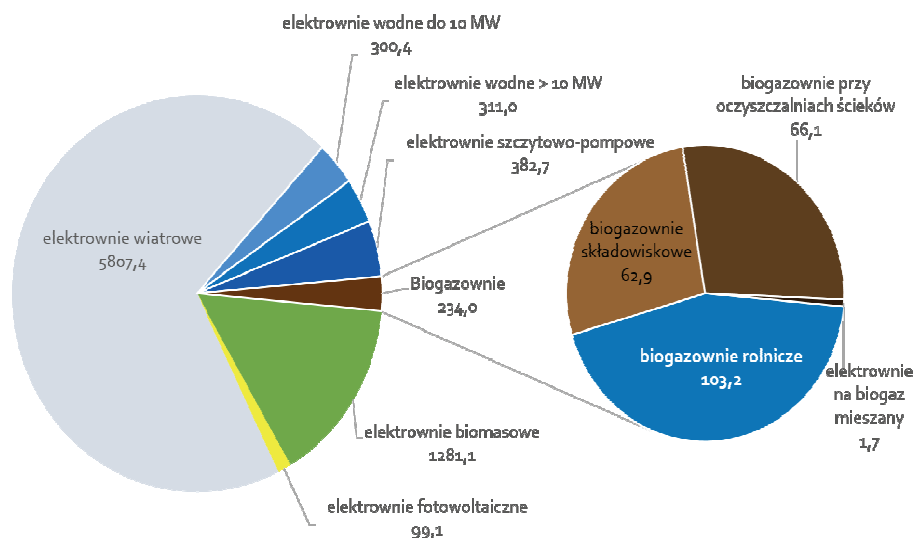
Rys. 2. Zainstalowana moc poszczególnych rodzajów OZE w Polsce w latach 2005-2016

Fig. 2. Installed power of individual types of RES in Poland in 2005-2016

Źródło: opracowanie na podstawie danych Urzędu Regulacji Energetyki (stan na 31.12.2016 r.)

Dynamika produkcji energii wiatrowej w latach 2009-2015 przekroczyła 1000%. Obecnie farmy wiatrowe wytwarzają ponad połowę odnawialnej energii elektrycznej. Pomimo niewielkiego udziału w strukturze zainstalowanej mocy, biogazownie pod względem dynamiki przyrostu są po energii wiatrowej na drugim miejscu mocy instalowanej i energii wyprodukowanej (ok. 480%). Wynika ona z niskiego poziomu odniesienia ponieważ pierwsza biogazownia rolnicza w Polsce została oddana do użytku w 2005 r (biogazownia Pawłówek firmy Poldanor).

Moc zainstalowana w odnawialnych źródłach energii w Polsce w 2016 [MW]

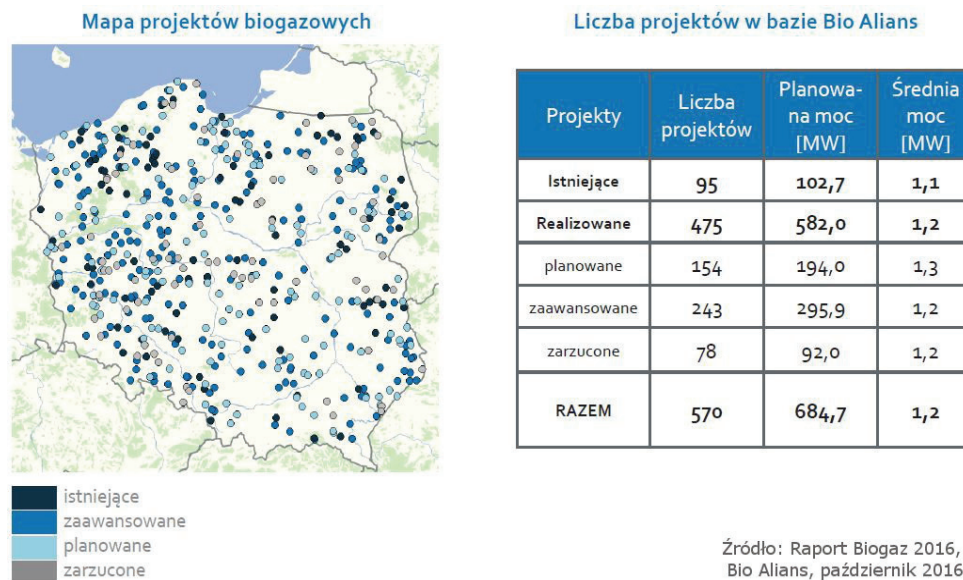


Rys. 3. Wielkości zainstalowanych mocy w odnawialnych źródłach energii w Polsce w 2016 r.

Fig. 3. The installed capacity in renewable energy sources in Poland in 2016

Źródło: opracowanie na podstawie danych Urzędu Regulacji Energetyki (stan na 31.12.2016 r.).

Biogazownie składowiskowe i przy oczyszczalni ścieków nastawione są na utylizację wytworzonych odpadów a pozyskana energia w większości jest wykorzystywana do zasilania procesów technologicznych i bytowych składowisk i oczyszczalni ścieków. Niewielkie nadwyżki odprowadzane są do krajowego systemu energetycznego. Biogazownie rolnicze oprócz utylizacji odpadów i uciążliwych odorów nastawione są na generowanie zysku uzyskiwanego ze sprzedaży energii elektrycznej i ciepłej, sprzedaży kolorowych certyfikatów, a poferment stanowi cenny nawóz organiczny pozwalający ograniczyć koszty nawożenia (wartość nawozu w postaci NPK w 1 tonie pofermentu to ok. 35 zł.)

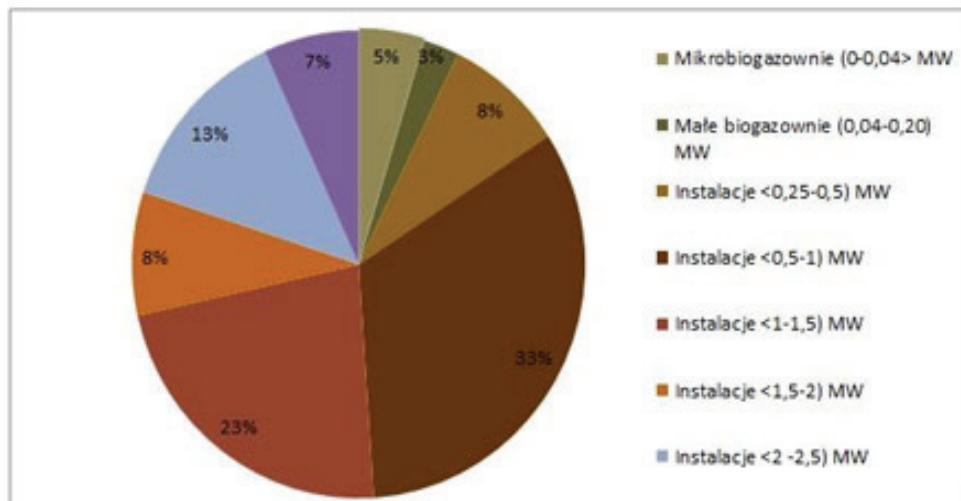


Rys. 4. Liczba projektów biogazowni rolniczych i ich rozmieszczenie w 2016 r.

Fig. 4. Number of agricultural biogas plant projects and their distribution in 2016

Źródło: Raport Biogaz 2016, Bio Alians, październik 2016 r.

O perspektywach rozwoju rynku biogazu w Polsce może świadczyć 475 projektów realizowanych w 2016 roku, z których 243 występowało w zaawansowanym stanie. W stosunku do lat poprzednich liczba instalacji zaawansowanych znacząco wzrosła. Jednak plany dojścia do 980 MW mocy w biogazowniach do 2020 roku wydają się bardzo trudne do zrealizowania. Łączna moc wszystkich projektów to nadal przynajmniej o 120 MW mniej, niż rząd potrzebowałby do zrealizowania celu na 2020 rok. Decyzje o ich budowie podejmowane były wiele lat temu, w innych uwarunkowaniach ekonomiczno-prawnych. O wpływie nowych rozwiązań legislacyjnych na decyzje inwestycyjne należy poczekać, zakładając, że korzystne rozwiązania dla biogazowni będą trwałe. Z badań prowadzonych przez autora wynika, że budową biogazowni zainteresowani są właściciele farm wiatrowych chcących tworzyć instalacje hybrydowe produkujące energię przez co najmniej 8000 godzin w roku, dla których nowa ustawa o OZE tworzy preferencje cenowe i w wynikach systemu aukcyjnego.



Rys. 5 . Struktura zainstalowanej mocy biogazowni w Polsce w 2015 r.

Fig 5. Structure of installed biogas power plant in Poland in 2015

Źródło: Curkowski, 2016.

W strukturze polskich biogazowni rolniczych dominują instalacje o mocy w zakresie od 0,5 do 1,5 MW, które łącznie stanowią 56%. Wielkość biogazowni jest zawsze kompromisem pomiędzy kosztami inwestycyjnymi i przyszłymi kosztami eksploatacyjnymi. W miarę wzrostu zainstalowanej mocy koszt jednostkowy w przeliczeniu na 1 MW wykazuje tendencję malejącą. W przypadku instalacji małych i mikro tendencja jest odwrotna. Zaletą mniejszych obiektów jest łatwiejsze i tańsze pozyskanie surowca oraz mniejsze oddziaływanie na środowisko. Mogą one w znacznej części pracować na odpadach i produktach ubocznych pozyskanych w gospodarstwie rolnym. Duże instalacje wymagają dopracowania złożonej logistyki zarówno w zakresie surowców jak i zagospodarowania energii, zwłaszcza cieplnej oraz dużych ilości pofermentu. Obecnie większość funkcjonujących w Polsce to biogazownie rolniczo-utylizacyjne a ich zainstalowana moc wynika z ilości dostępnych produktów odpadowych w postaci gnojowicy, pozostałości przemysłu rolno-spożywczego (pozostałości z owoców i warzyw, wywar pogorzelniany). Możliwości produkcji energii z biogazu są znacznie wyższe niż obecny poziom. Ostateczny potencjał biogazu z rolnictwa w Polsce oszacowany został na ok. 2-5,5 mld m³, z tego uprawy energetyczne – 2,0 mld m³, łąki i pastwiska 1,7 mld m³, odpady z produkcji rolnej 1,5 mld m³, odchody zwierzęce 0,2, odpady z przetwórstwa żywności 0,1 mld m³ rocznie (Żmuda, 2009).

Dla oceny kosztów inwestycyjnych w przeliczeniu na 1 kW zainstalowanej mocy dokonano przeglądu ofert rynkowych krajowych producentów biogazowni. Porównania te świadczą że część ofert cenowych jest realna, a część zawyżona. Podane ceny przedstawiono według cen netto i niektóre z nich można zaakceptować. Jednak jak doliczymy do nich podatek VAT według obowiązujących stawek to ich wartość wzrośnie ponad 20%. Ceny brutto znacznie obniżają atrakcyjność przedstawionej oferty. W ujęciu szczegółowym ocenę przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Ceny ofertowe polskich producentów biogazowni

Table 3. Offer prices of Polish biogas plants producers

Moc [kW]	Cena netto [w zł]	Cena 1 kW [w zł]	Uwagi
1000	12 600 000	12 600	Oferta odpowiada aktualnym cenom rynkowym i po doliczeniu VAT nie przekroczy 16 mln zł (cena brutto 15 690 000 zł). Akceptacja tej ceny może zapaść po zapoznaniu się z szczegółami oferty, tj. z jakich materiałów będzie zbudowana tak aby zapewnić długotrwałą niezawodność.
500	8 200 000	16 400	Po doliczeniu podatku VAT cena osiągnie wartość 10 086 000 zł. Oferta cenowa przekracza średnie ceny rynkowe.
350	5 600 000	16 000	Dla tej kategorii wielkości mocy cena w przeliczeniu na 1 kW do zaakceptowania.
300	4 800 000	16 000	j.w.
250	4 250 000	17 000	Cena stosunkowo wysoka ale do zaakceptowania w warunkach stosowania tanich lub bezpłatnych surowców.
150	2 700 000	18 000	j.w.
100	2 100 000	21 000	Po doliczeniu VAT cena osiągnie wysokość 2 583 000 zł. Większość ofert rynkowych kształtuje się na poziomie 19 tys. zł za 1 kW co powoduje, że ceny nie przekraczają 2 mln zł.
50	1 300 000	26 000	Cena bardzo wysoka. Cena brutto wyniesie 1 599 000 zł. Co prawda na rynku niemieckim takie ceny występują, lecz z reguły krajowi producenci oferują tańsze biogazownie. Tak wysoka cena spowoduje, że koszt wytworzenia 1 kWh będzie wysoki i inwestycja z ekonomicznego punktu będzie nieopłacalna.

Źródło: opracowanie własne na podstawie ofert producentów.

Wysokie koszty inwestycyjne mikro biogazowni ograniczają ich rozwój w przeciętnej wielkości gospodarstwach rolnych. Wpływają na wzrost kosztów i wydłużenie okresu spłaty. Bariere tę można ograniczyć poprzez tworzenie spółdzielni energetycznych, tworzonych przez co najmniej kilkunastu rolników, umożliwiając budowę jednej większej biogazowni, o niższych jednostkowych kosztach stworzenia 1 kW mocy. Udziałowcy wspólnie zapewniąby wsad surowcowy pochodzący w większości z produktów odpadowych, dzieląc między sobą zyski.

Bardziej szczegółowa ocena oferty producentów biogazowni jest możliwa po uzyskaniu dodatkowych informacji, które pozwolą ocenić innowacyjność technologiczną i poziom zastosowanej techniki. W szczególności należy zwrócić uwagę na tak istotne dane jak:

- liczba komór fermentacyjnych i wykorzystany do ich budowy materiał,
- sposób fermentacji (jedno lub dwufazowa),
- w jaki sposób i jak długo będzie trwała faza kwaśna, która warunkuje efektywny przebieg pozostałych faz i zapewnia wysoki stopień odgazowania substratów,
- sposób przebiegu procesu hydrotermalnej lizy substratów, jako sposób ułatwiający mikroorganizmom dostępność surowca oraz przyspieszyć i zoptymalizować warunki produkcji biogazu,
- w instalacji wsadu energetycznego zwracamy uwagę na dostawę i montaż dozownika substratów z pompą mieszającą. Dla optymalnego przebiegu fermentacji wymagana jest określona wielkość i jakość wsadu. Kiszonka z kukurydzy ma długość 15-30 mm, dla prawidłowej pracy bakterii metanogennych wymagana długość wynosi 4 -8 mm. Z tego względu w tej części instalacji podawania substratów niezbędny jest rozdrabniacz, melakser lub destruktor.

- sposób odsiarczania biogazu. Jest to parametr który warunkuje prawidłową pracę silnika i gwarancje dostawcy tego urządzenia,
- możliwości odzysku energii spalin i zagospodarowania ciepła. Odprowadzanie ciepła za pomocą wentylatorów jest nieefektywne, powoduje straty energii. Ponadto sprzedaż ciepła jest ważnym elementem rachunku ekonomicznego i obniżki jednostkowych kosztów wytwarzania energii.

Powyższe informacje pozwolą obiektywnie ocenić atrakcyjność i wartość oferty i dokonać wyboru wynikającego z naszych potrzeb. Wybór ten jest bardzo ważny ze względu na co najmniej 20 letni okres eksploatacji oraz optymalizowania procesu produkcyjnego.

Przy analizowaniu kosztów inwestycyjnych biogazowni (wysokich w porównaniu z budową farm wiatrowych należy uwzględnić czas ich pracy i wskaźnik wykorzystaniu mocy w ciągu roku. Dane te przedstawia tabela 5.

Tabela 4. Parametry pracy instalacji OZE

Table 4. Parameters of RES installation

Rodzaj instalacji	Czas pracy w ciągu roku [godz.]	Wskaźnik wykorzystania mocy w ciągu roku [MWh/MW]
Biogazownia	8500	8000
Wiatrak	6000	2500
Fotoogniwo (PV)	4300	1000

Źródło: opracowanie na podstawie: (Ćwik, 2016).

W analizowanych latach liczba biogazowni, ilość wytworzonego biogazu i wytworzonej energii systematycznie rośnie, pomimo wyraźnego spadku opłacalności w latach 2013-2015. W ostatnich latach wiele biogazowni osiągało ujemny wynik finansowy zagrażający ich bankructwem. Rozbieżność przyrostu liczby biogazowni i opłacalności ich funkcjonowania w analizowanych latach wynika z oddawania do eksploatacji instalacji planowanych jeszcze w okresie wyższych cen zielonych certyfikatów. Ostatnie półrocze (I półrocze 2017 r.) to zastój w przyroście liczby biogazowni.

Tabela 5. Liczba biogazowni rolniczych i wyprodukowanej energii w Polsce w latach 2011-2016

Table 5. Number of agricultural and energy biogas plants in Poland in 2011-2016

Rok produkcji [lata 2011-2015 stan na 1 stycznia, rok 2016 stan na 31 grudnia]	Liczba instalacji ujętych w rejestrze wytwórców biogazu rolniczego	Ilość wytworzonego biogazu rolniczego [w mln m ³]	Ilość energii elektrycznej wytworzonej z biogazu rolniczego [w GWh]	Ilość ciepła wytworzonego z biogazu rolniczego [w GWh]
2011	8	36,646	73,433	82,638
2012	16	73,152	141,804	160,128
2013	28	112,412	227,890	246,557
2014	42	174,253	354,978	373,906
2015	58	206,236	429,400	b.d.*
2016	94	249,800	524,595	b.d.*

*od 2015 roku zniesiony został obowiązek przekazywania przez wytwórców informacji o ilości wytworzonego ciepła z biogazu rolniczego.

Źródło: opracowanie na podstawie danych Prezesa ARR dotyczące działalności wytwórców biogazu rolniczego w latach 2011-2016.

Tabela 6. Udział najczęściej wykorzystywanych surowców do produkcji biogazu rolniczego w latach 2011-2016

Table 6. Share of the most used raw materials for agricultural biogas production in 2011-2016

Rodzaj surowca	2011		2013		2014		2015		2016	
	Ilość [tony]	% udział	Ilość [tony]	% udział	Ilość [tony]	% udział	Ilość [tony]	% udział	Ilość [tony]	% udział
Gnojowica	265 960,8	56,66	455 583,1	28,94	574 068,6	27,0	598 962,5	24,11	774 997,1	24,03
Pozostałości z owoców i warzyw	10 984,4	2,33	268 599,1	17,06	355 739,7	16,73	494 045,9	19,89	665 338,2	20,63
Wywar pogorzelniany	30 465,1	6,49	354 877,0	22,54	349 366,5	16,43	439 580,3	17,70	477 858,2	14,81
Kiszonka z kukurydzy	108 876,1	23,19	287 470,5	18,26	416 595,4	19,59	415 321,9	16,72	439 135,4	13,62
Wysłodki buraczane	6 922,5	1,47	101 661,0	6,46	189 811,3	8,93	189 015,6	7,61	222 157,4	6,89
Pozostałe	46 207,2	9,86	105 988,5	6,74	240 796,1	11,32	347 573,7	13,97	644 935,3	20,02

Źródło: opracowanie własne na podstawie sprawozdań złożonych w ARR.

Polski model rozwoju biogazowni rolniczych zmierza w kierunku wzorca duńskiego. Świadczy o tym stały wzrost liczby wykorzystanych substratów i wysoki udział produktów odpadowych pochodzących z gospodarstw rolnych i zakładów przetwórstwa rolno-spożywczego. Utrwała się tendencja ograniczania wykorzystania drogiej kiszonki z kukurydzy i zastępowania jej pozostałościami z owoców i warzyw oraz wywarem pogorzelnianym. Docelowo biogazownie rolnicze powinny być trwałym i istotnym elementem instalacji hybrydowych, łączących w jeden powiązany system przetwórnictwa rolnicze, gorzelnie, wytwórnie nawozu organicznego, powiązanych surowcowo i energetycznie w ząbających się procesach technologicznych. Przykładem takiej instalacji jest biogazownia i wytwórnia bioetanolu w miejscowości Piaszczyzna w woj. pomorskim. Z badań i analiz ekonomicznych przeprowadzonych przez autora w tym obiekcie wynika, że koszty jednostkowe wytworzenia biogazu i bioetanolu można ograniczyć nawet o 40%, przy znacznym zmniejszeniu zużycia wody, energii i wzrostu efektywności wykorzystanych surowców (Jasiulewicz i in., 2015).

Tabela 7. Wydajność energetyczna surowców stosowanych w biogazowniach rolniczych w latach 2011-2016

Table 7. Energy efficiency of raw materials used in agricultural biogas plants in 2011-2016

Rok	Ilość surowców [w tonach]	Ilość wytworzonego biogazu [w mln m ³]	Ilość wytworzonej energii elektrycznej [w GWh]	Ilość surowca na wytworzenie 1 GWh energii elektrycznej [w tonach]
2011	469 416,060	36,646	73,433	6392,440
2012	917 121,560	73,152	141,804	6467,530
2013	1 574 179,246	112,412	227,890	6907,627
2014	2 126 377,619	174,253	354,978	5990,167
2015	2 484 499,880	206,236	429,400	5785,980
2016	3 224 421,612	249,800	524,595	6146,497

Źródło: opracowanie własne na podstawie sprawozdań złożonych w ARR (sumy wszystkich substratów).

Najwyższą efektywność surowców wykorzystywanych w biogazowniach osiągnięto w latach 2014-2015. W tym okresie do wytworzenia 1 GWh energii elektrycznej zużyto poniżej 6 tys. ton substratów. Należy to wiązać z optymalnym doбором składu kosubstratów oraz dążeniem do ich efektywnego wykorzystania z powodu ciągłego obniżania cen zielonych certyfikatów ograniczających dochody biogazowni.

Do tej pory w Polsce nie powstała instalacja, z której produkowany biogaz byłby wtłaczany do gazowej sieci dystrybucyjnej. Polska Spółka Gazowa wydała warunki

przyłączenia się do sieci gazowej, lecz żadna z umów przyłączeniowych nie została zrealizowana. (Magazyn Biomasa 2016).

Błękitne certyfikaty

Nowym elementem regulacji rynku OZE jest zamiana systemu certyfikatów na system aukcyjny, nowe zasady opodatkowania budowli związanych z produkcją OZE oraz ograniczenia przestrzennej lokalizacji farm wiatrowych. Z tych powodów sektor OZE obarczony jest dużym ryzykiem inwestycyjnym. Pewnym wyjątkiem na tym rynku jest sytuacja producentów energii z biogazu, dla których Ustawa OZE przyjęta w 2016 roku wydzieliła osobną pulę tzw. błękitnych certyfikatów, których ceny stale rosną, przy równoczesnym spadku cen zielonych certyfikatów. Notowania praw majątkowych przysługujących za produkcję energii w biogazowniach rolniczych rozpoczęto we wrześniu 2016 r. Są one konsekwencją wdrożenia nowelizacji ustawy o OZE z lipca 2016 r. W 2017 roku tzw. obowiązek OZE z zakresu energii ze źródeł odnawialnych wynosi 15,4%, a obowiązek związany z zakupem certyfikatów wydanych za produkcję energii w biogazowniach rolniczych sięga 0,6%. Od wprowadzenia błękitnych certyfikatów ich ceny stale rosną. Według danych URE w pierwszym miesiącu notowań, czyli we wrześniu 2016 r. ich średnia cena wynosiła 277,67 zł/MWh, w grudniu przekroczyła 300 zł/MWh, w styczniu 2017 r. 301,15 zł/MWh. Średnia cena w lutym 2017 r. wynosiła 336,92 zł/MWh (w jednej z lutowych transakcji błękitne certyfikaty sprzedano nawet za niemal 440 zł/MWh. Na marcowych notowaniach cena certyfikatów biogazowych wzrosła do 339,11 zł/MWh. W notowaniach z 11.04 2017 roku średni poziom wzrósł do 378,54 zł/MWh (przy min. i max poziomach odpowiednio 366-380 zł/MWh) W tym samym okresie, w lutym 2017 r. średnia cena zielonych certyfikatów spadła do zaledwie do 36,38 zł/MWh, podczas gdy jeszcze rok wcześniej wynosiła ponad 115 zł/MWh. W marcowych notowaniach cena zielonych certyfikatów OZE na notowaniach sesyjnych spadła jeszcze bardziej do poziomu zaledwie 33,92 zł/MWh a kwietniowych 25 zł/MWh. Spadek cen zielonych certyfikatów wynika z ciągłej ich nadpodaży, która na koniec 2016 roku wynosiła 21913 GWh. Do dochodów z błękitnych certyfikatów należy jeszcze dodać płatności za kogenerację, którego cena wynosi ok. 120 zł/MWh. Liczby te świadczą o bardzo korzystnej koniunkturze dla producentów biogazu rolniczego rozliczających się w systemie błękitnych certyfikatów.

System aukcyjny

Obecnie dla właścicieli biogazowni rolniczych istnieją dwa systemy wsparcia: system błękitnych certyfikatów i system aukcyjny. Większość producentów pozostała w systemie błękitnych certyfikatów. Zorganizowana w dniu 30 grudnia pierwsza aukcja spotkała się z zainteresowaniem tylko 7 na 94 działających w Polsce biogazowni. Wszystkie zgłoszone biogazownie wygrały aukcje a ich moc w każdym przypadku wynosiła 0,99 MW. Czynnikiem, który mógł zniechęcić część biogazowni przejście na system aukcyjny może być wcześniej otrzymana pomoc inwestycyjna, która pomniejszałaby cenę otrzymaną w reżimie aukcyjnym. Tylko Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w ramach Systemu Zielonych Inwestycji realizowanych w latach 2010-2016

przyznał biogazowniom dotacje w wysokości 82 mln zł i pożyczki na sumę 116 mln zł, dofinansowując 18 inwestycji. Zgodnie z zasadami nowego systemu wsparcia, wynikającymi z unijnych regulacji, zgłoszone do aukcji oferty na sprzedaż energii z biogazowni rolniczej, która otrzymała wcześniej wsparcie inwestycyjne, wymaga pomniejszenia oferowanej ceny o otrzymaną wcześniej pomoc inwestycyjną.

Funkcjonowanie systemu aukcyjnego reguluje rozporządzenie Ministra Energii w sprawie ceny referencyjnej energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii w 2017 r. oraz okresów obowiązujących wytwórców, którzy wygrali aukcje. W projekcie rozporządzenia dotyczącym cen referencyjnych na 2017 r. Ministerstwo Energii proponuje następujące ceny referencyjne dla instalacji odnawialnego źródła energii w przeliczeniu na 1 MWh wytworzonej energii elektrycznej (identyczne dla instalacji nowych jak i zmodernizowanych po dniu wejścia w życie rozdziału 4. ustawy o OZE, czyli po 1 lipca 2016 r.):

1) o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 1 MW, wykorzystujących wyłącznie biogaz rolniczy do wytwarzania energii elektrycznej - 550 zł/MWh – bez zmian w stosunku do 2016 r.;

2) o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 1 MW, wykorzystujących wyłącznie biogaz rolniczy do wytwarzania energii elektrycznej - 550 zł/MWh – bez zmian w stosunku do 2016 r.;

3) wykorzystujących wyłącznie biogaz pozyskany ze składowisk odpadów do wytwarzania energii elektrycznej - 405 zł/MWh (wobec ceny 305 zł/MWh w roku 2016);

4) wykorzystujących wyłącznie biogaz pozyskany z oczyszczalni ścieków do wytwarzania energii elektrycznej - 365 zł/MWh (wobec ceny 335 zł/MWh w roku 2016);

5) wykorzystujących wyłącznie do wytwarzania energii elektrycznej biogaz inny niż określony w pkt 3 i 4 - 355 zł/MWh (wobec ceny 340 zł/MWh w roku 2016);

6) o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 50 MW, wykorzystujących do wytwarzania energii elektrycznej biomasę spalaną w dedykowanej instalacji spalania biomasy lub układach hybrydowych - 415 zł/MWh – bez zmian w stosunku do 2016 r.;

7) wykorzystujących do wytwarzania energii elektrycznej biomasę, biopłyny, biogaz lub biogaz rolniczy spalany w dedykowanej instalacji spalania wielopaliwowego - 325 zł/MWh (wobec ceny 310 zł/MWh w roku 2016);

8) o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 50 MW, w dedykowanej instalacji spalania biomasy lub układach hybrydowych, w wysokosprawnej kogeneracji - 450 zł/MWh (wobec ceny 435 zł/MWh w roku 2016);

9) o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 50 MW i o mocy osiągalnej cieplnej w skojarzeniu nie większej niż 150 MWt, w dedykowanej instalacji spalania biomasy lub układach hybrydowych, w wysokosprawnej kogeneracji - 435 zł/MWh (wobec ceny 420 zł/MWh w roku 2016);

10) w instalacji termicznego przekształcania odpadów - 385 zł/MWh – bez zmian w stosunku do 2016 r.;

11) wykorzystujących wyłącznie biopłyny do wytwarzania energii elektrycznej - 475 zł/MWh – bez zmian w stosunku do 2016 r.;

12) o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 1 MW, wykorzystujących do wytwarzania energii elektrycznej wyłącznie energię wiatru na lądzie - 375 zł/MWh (wobec ceny 300 zł/MWh w roku 2016);

13) o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 1 MW, wykorzystujących do wytwarzania energii elektrycznej wyłącznie energię wiatru na lądzie - 350 zł/MWh (wobec ceny 385 zł/MWh w roku 2016);

14) o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 1 MW, wykorzystujących wyłącznie hydroenergię do wytwarzania energii elektrycznej - 470 zł/MWh – bez zmian w stosunku do 2016 r.;

15) o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 1 MW, wykorzystujących wyłącznie hydroenergię do wytwarzania energii elektrycznej - 480 zł/MWh – bez zmian w stosunku do 2016 r.;

16) wykorzystujących wyłącznie energię geotermalną do wytwarzania energii elektrycznej - 455 zł/MWh – bez zmian w stosunku do 2016 r.;

17) o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 1 MW, wykorzystujących wyłącznie energię promieniowania słonecznego do wytwarzania energii elektrycznej - 450 zł/MWh (wobec ceny 465 zł/MWh w roku 2016);

18) o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 1 MW, wykorzystujących wyłącznie energię promieniowania słonecznego do wytwarzania energii elektrycznej - 425 zł/MWh (wobec ceny 445 zł/MWh w roku 2016);

19) wykorzystujących wyłącznie energię wiatru na morzu do wytwarzania energii elektrycznej - 470 zł/MWh – bez zmian w stosunku do 2016 r.;

20) hybrydowej instalacji odnawialnego źródła energii o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 1 MW - 470 zł/MWh (wobec ceny 300 zł/MWh w roku 2016);

21) hybrydowej instalacji odnawialnego źródła energii o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 1 MW - 405 zł/MWh (wobec ceny 430 zł/MWh w roku 2016).

W projekcie rozporządzenia proponuje się utrzymanie 15-letniego okresu wsparcia, które ma być przyznane na podstawie tegorocznych aukcji.

W pierwszym notowaniu do którego zgłosiło się siedem biogazowni, minimalna i maksymalna cena, po jakiej sprzedana została energia z tych biogazowni to odpowiednio 502,23 zł/MWh i 504,57 zł/MWh. Łączna ilość sprzedanej energii dla tej aukcji wyniesie 824 629 GWh, a jej wartość sięgnie 415,35 mln zł. Biogazownie biorące udział w aukcji zostały uruchomione w 2015 r., co oznacza, że ostatnia energia w ramach rozliczeń na podstawie wygranej aukcji zostanie sprzedana w 2030 r. W aukcji zaplanowanej na drugą połowę 2017 roku rząd polski chce zakontraktować ok. 110 MW w nowych biogazowniach, z czego 10 MW innych niż rolnicze (np. z oczyszczalni ścieków i składowiska odpadów), kolejne 70 MW w małych (do 1 MW) biogazowniach rolniczych i pozostałe 30 MW w dużych biogazowniach rolniczych. Łącznie mają one dostarczyć do sieci dodatkowe 0,8 TWh energii elektrycznej, w stosunku do 1 TWh produkcji w roku 2016. Będzie to jednak zbyt mało aby uzyskać 980 MW mocy zapisanej w Krajowym Planie Działań na 2020 rok. Dla zwiększenia atrakcyjności aukcji Urząd Regulacji Energetyki chce w przyszłości przeprowadzić aukcje dla osobnych koszyków w nienakładających się terminach, ponieważ w pierwszym notowaniu wystąpiły problemy z dostępem do Internetowej Platformy Aukcyjnej z powodu którego nie wszystkim inwestorom udało się zarejestrować oferty.

Nowy system aukcyjny w porównaniu z systemem kolorowych certyfikatów pod względem dochodowym nie wydaje się atrakcyjny dla właścicieli eksploatowanych biogazowni rolniczych. Według notowań aukcyjnych średnia cena za 1 MWh energii elektrycznej wynosiła 503 zł. Biogazownia o mocy 1MW jest w stanie wytworzyć rocznie

8000 MWh energii elektrycznej co daje dochód 4024000 zł ($503 \text{ zł} \times 8000 \text{ MWh}$). Biogazownie pozostające w systemie kolorowych certyfikatów, według notowań z początku 2017 roku mogą uzyskać następujące dochody:

1. Ze sprzedaży energii elektrycznej (tzw. czarnej) – $173 \text{ zł} \times 8000 \text{ MWh} = 1384000 \text{ zł}$, (według średniej ceny za MWh energii elektrycznej).
2. Ze sprzedaży błękitnych certyfikatów (wg notowań na dzień 11.04.2017 r.) – $378 \text{ zł} \times 8000 \text{ MWh} = 3024000 \text{ zł}$.
3. Ze sprzedaży certyfikatów za kogenerację – $120 \text{ zł} \times 8000 \text{ MWh} = 960000 \text{ zł}$.

Łączne ze sprzedaży energii i kolorowych certyfikatów biogazownia o mocy 1 MW w ciągu roku może uzyskać 5368000 zł dochodów. Dodatkowe dochody można uzyskać ze sprzedaży ciepła. W 2017 roku cena 1 GJ ciepła wynosiła 36 zł. Biogazownia o mocy 1 MW wytwarza rocznie 8800 MWh ciepła ($1 \text{ MWh} = 3,6 \text{ GJ}$). Opcjonalny dochód ze sprzedaży ciepła – $36 \text{ zł} \times 31680 \text{ GJ} = 1140480 \text{ zł}$. Źródłem dochodu może być również opłata pobierana za utylizację odpadów i ze sprzedaży pofermentu (źródło nawozu organicznego, NPK i mikroelementów). Ryzykiem pozostawania w systemie certyfikatów jest ich niestabilność, zmienność i brak trwałości. Nie ma gwarancji że ich wysokie ceny utrzymają się w dłuższym okresie czasu.

W przypadku nie spełnienia unijnych zobowiązań produkcji odnawialnej energii na 2020 rok Polska będzie musiała dokonać tzw. transferu statystycznego z państw, które przekroczyły swój cel. Cena transferu szacowana przez firmę doradcą Ecofys na zlecenie Komisji Europejskiej wynosi 6 ct/kWh, co oznacza 250 zł/MWh. Lepiej więc wspierać krajowych producentów aby uniknąć wypływu środków finansowych bezpośrednio z budżetu państwa.

Podsumowanie

Energia uzyskiwana w biogazowniach jest ważnym elementem rozwoju odnawialnych źródeł energii. Czynniki, które decydują o szczególnym znaczeniu rynku biogazu rolniczego jest wytwarzanie energii elektrycznej i ciepłej w kogeneracji, na rynku lokalnie rozproszonym, utylizacja odpadów rolniczych, komunalnych i przemysłowych, wykorzystywanie jako surowca produktów ubocznych oraz długi czas pracy i wysoka efektywność zainstalowanej mocy w porównaniu z innymi odnawialnymi źródłami energii. Główną barierą w rozwoju rynku odnawialnych źródeł energii i rynku biogazu jest niestabilność i brak trwałości rozwiązań prawno-ekonomicznych. Dla rynku biogazu szczególnie trudne były lata 2013-2016. Spadek cen zielonych certyfikatów skutkował ujemnym wynikiem finansowym wielu biogazowni rolniczych. Jego następstwem było wstrzymanie wielu inwestycji związanych z budową nowych instalacji. Zmiany wprowadzone w ustawie o odnawialnych źródłach energii w 2016 roku i rozporządzenie dotyczące cen referencyjnych na 2017 rok całkowicie odmieniły niekorzystne warunki finansowe. Przedstawione obliczenia wykazały, że obecnie korzystniej jest pozostanie w systemie błękitnych certyfikatów. Doświadczenia lat poprzednich wskazują, że tego typu rozwiązania w dłuższej perspektywie nie gwarantują stabilnych dochodów. Cechy te posiada nowy system aukcyjny zapewniający przez 15 lat ceny za energię uzyskaną w przetargu. Stabilność dochodów jest bardzo ważna dla procesu inwestycyjnego. Inwestor mając zagwarantowane dochody, zmniejsza swoje ryzyko co powinno wpłynąć na wzrost atrakcyjności sektora biogazu rolniczego. Z perspektywy rozwoju rynku biogazu w Polsce,

szczególnie bazując na doświadczeniach Szwecji, należałoby rozważyć możliwości oczyszczenia biogazu do parametrów metanu a następnie wtłoczyć go lokalnej sieci gazowej lub wykorzystać go w transporcie samochodowym. Może to być jeden ze sposobów zmniejszenia naszego uzależnienia od importu paliw ciekłych i gazowych.

Literatura

- Biogas Barometr (2015).
 Biogas landscape and specificities in the 3 targeted regions, ISABEL Consortium (2016).
 Ćurkowski, A. (2016). Rynek i perspektywy rozwoju biogazowni rolniczych, *Czysta Energia* 2/2016.
 Ćwik M. (2016). Biogazownie rolnicze – rynek obecny i perspektywy rozwoju, Polska Izba Energii Odnawialnej i Rozproszonej, Warszawa 19.04.2016.
 Informator Urzędu Regulacji Energetyki (stan na 31.12.2016 r.)
 EBA Biogas Report, Madryt 2014.
 EurObserv'ER (2015). The state of renewable energies In Europe, Paris 2015.
 Gis W., Krupiński, M., Waśkiewicz, J., Żółtowski, A. (2014). Upgrading biogazu dla potrzeb stosowania w silnikach spalinowych Tychy, Baltic Biogas Bus, 4 czerwca 2014 r.
 Jasiulewicz, M., Gostomczyk W., Zarębski, P. (2015). Wykorzystanie biomasy rolniczej do celów energetycznych. Wydawnictwo Instytutu Maszyn Przepływowych im. R. Szwalskiego PAN w Gdańsku, 47-162.
 Kovacs, A. (2015). The present status and future prospects of the European biogas/biomethane industry, European Biogas Association, Madrit 14 April 2015.
 Krajowy Plan Działania w zakresie energii odnawialnej, Ministerstwo Gospodarki 2010.
 Lorenc, K. (2014). Biometan z odpadów w Szwecji – produkcja i zastosowanie, Gdańsk 11.09.2014 Gdańsk, Swedish Biogas International.
 Magazyn Biomasa, maj 2016.
 Projekt rozporządzenia dotyczącym cen referencyjnych na 2017 r., Ministerstwo Energii.
 Raport Biogaz (2016). Bio Alians, październik 2016 r.
 Ustawa z dnia 22 czerwca 2016 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. poz. 925 z dnia 28.06.2016 r.)
 Żmuda, K. (2009). Energetyka odnawialna w polityce Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Bydgoszcz, 24 czerwca 2009 r.