

Magdalena Szwarc, Adam Kupczyk, Piotr Borowski, Michał Sikora,
Wojciech Będkowski

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Inżynierii Produkcji

Joanna Stasiak-Panek

Agencja Rynku Rolnego, Warszawa

Janusz Piechocki

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn

Stan aktualny, atrakcyjność i perspektywy sektora biogazu rolniczego w Polsce

*Present condition, attractiveness and prospect
of agricultural biogas sector in Poland*

W artykule omówiono aktualną sytuację sektora biogazu rolniczego w Polsce, produkcję, zdolności produkcyjne i stopień ich wykorzystania oraz atrakcyjność sektora. Przedstawiono aspekty prawne regulujące OZE, w tym dotyczące sektora biogazu, oraz scharakteryzowano technologie produkcji biogazu. Artykuł zgłębia również kluczowe dla biogazu aspekty, jak: opłacalność czy oddziaływanie na środowisko, w tym również redukcję emisji CO₂. Stwierdzono, iż pomimo wielu problemów, realną szansę na poprawienie sytuacji sektora biogazu w Polsce stwarza wejście w życie ustawy o OZE.

Słowa kluczowe:

sektor biogazu, odnawialne źródła energii, atrakcyjność sektora, biomasa.

The article presents the situation of the biogas sector in Poland. It touches also the areas such as Renewable Energy Sources law and biogas production technology. The article also penetrates key aspects like profitability, attractiveness or influence on environment, like the reduction of carbon dioxide emissions. The conclusion is that despite many problems, the Renewable Energy Sources Act that is to come into effect, creates a real opportunity for improvement of the Polish biogas sector.

Key words:

biogas sector, renewable energy sources, attractiveness of sector, biomass.

Wprowadzenie

Sektor biogazowni rolniczych w Polsce ma bezsporną szansę na rozwój ze względu na szeroko dostępne, tanie zaplecze surowcowe (m.in. odchody zwierzęce, odpady, surowce uboczne) czy realizowaną w Unii Europejskiej (UE) strategię rozwoju odnawialnych źródeł energii. Autorzy artykułu przeprowadzili wnikliwą analizę sektora, bazując na własnych badaniach zrealizowanych wśród przedsiębiorstw produkujących bioetanol oraz dokonali przeglądu literaturowego. Wnioski wynikające z badań pokazują, że mimo korzystnej sytuacji w sektorze inwestorzy odraczają rozruch już wybudowanych obiektów biogazowych lub zmniejszają skalę produkcji w działających biogazowniach. Przyczyną sceptycznego nastawienia jest przede wszystkim zmienna

i bardzo niska cena świadectw pochodzenia, przez co prowadzona działalność jest nieopłacalna. Niejasna też jest długofalowa polityka rozwoju sektorów energetycznych, w przypadku odnawialnych źródeł energii (OZE) wymagająca wsparcia finansowego.

Aspekty prawne i polityka państwa

Polska, będąc krajem Unii Europejskiej, czynnie uczestniczy w tworzeniu wspólnej polityki energetycznej, dokonuje implementacji jej głównych postanowień przy jednoczesnym uwzględnieniu specyficznych warunków krajowych, takich jak m.in. ochrona interesów odbiorców, zasoby energetyczne oraz uwarunkowania technologiczne.

Podstawowymi kierunkami „Polityki energetycznej Polski do roku 2030” są: poprawa efektywności energetycznej, zwiększenie bezpieczeństwa dostaw paliw i energii, rozwój wykorzystania energii z OZE, rozwój konkurencyjnych rynków paliw i energii, ochrona środowiska przez ograniczenie negatywnego oddziaływania energetyki. Cele polityki energetycznej Polski to m.in.: 15% udział energii z OZE w filialnym zużyciu energii do 2020 r., 10% udział biopaliw w paliwach transportowych, ochrona środowiska naturalnego, rozwój energetyki rozproszonej.

W odniesieniu do rozwoju rynku biogazu opracowano „Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce w latach 2010–2020”, określając cele i efekty rozwoju biogazu, w tym w szczególności stworzenie warunków do wybudowania 2000 biogazowni rolniczych, opracowanie odpowiednich regulacji prawnych, wskazanie programów finansowania i działań promocyjnych, wykorzystanie krajowych surowców do produkcji energii, oparcie znaczącej części dostaw gazu, energii elektrycznej i ciepła oraz biogazu rolniczego jako paliwa transportowego na wielu lokalnych wytwórniach biogazu, co stworzy możliwość dostawy biogazu rolniczego o jakości gazu ziemnego dla wielu mieszkańców wsi i miasteczek oraz przedsiębiorstw. Kolejnym celem strategii jest pobudzenie rozwoju lokalnej przedsiębiorczości, poprawa lokalnej infrastruktury energetycznej, wzrost konkurencyjności polskiego rolnictwa, pozyskanie wysokiej jakości przyjaznych dla środowiska nawozów organicznych w formie pozostałości pofermentacyjnych substratu pochodzenia rolniczego.

Według Krajowego Planu Działania (KPD) w zakresie energii ze źródeł odnawialnych, biogaz jest paliwem istotnym dla osiągnięcia założonych celów rozwoju wykorzystania OZE, które obejmują zarówno produkcję energii elektrycznej, jak i ciepła. Przewiduje się, że wzrost produkcji energii elektrycznej z biogazu w 2020 r. w stosunku do 2010 r. wyniesie 125%, przy średniej rocznej stopie wzrostu 28,5%, natomiast wzrost produkcji ciepła z biogazu w 2020 w stosunku do 2010 r. wyniesie 597%, przy średniej rocznej stopie wzrostu 21,4% (Wnuk i Asztemborski, 2013).

W dniu 11 września 2013 r. weszła w życie nowelizacja ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. — Prawo energetyczne (Dz. U. z 2012, poz. 1059 z późn. zm.), w ramach tzw. Małego Trójpaku Energetycznego, która rozszerzyła definicję odnawialnego źródła energii o dwa zasoby energii: aerothermalną i hydrothermalną, czyli ciepło lub chłód pozyskiwane odpowiednio z powietrza lub z wody. Oba zasoby energii mogą być wykorzystywane np. przez pompy ciepła. Ponadto znowelizowana ustawa wprowadziła dwa nowe rodzaje instalacji wytwórczych, tj.:

1) mikroinstalacje — OZE o łącznej mocy zainstalowanej maks. 40 kW elektrycznych (przyłączone do sieci poniżej 110 kV) lub 120 kW termicznych;

2) małe instalacje — OZE o łącznej mocy zainstalowanej od 40 do 200 kW elektrycznych (przyłączone do sieci poniżej 110 kV) lub od 120 do 600 kW termicznych.

Powyższa ustawa określa także preferencyjne warunki przyłączania mikroinstalacji do sieci. Zgodnie z przepisami mikroinstalacje są zwolnione z opłaty przyłączeniowej (właściciele mikroinstalacji starający się o wydanie warunków przyłączenia muszą dostarczyć jedynie tytuł prawny do nieruchomości, na której planowane jest przyłączenie, oraz tytuł prawny do samego urządzenia). Ponadto wytwórcy energii w mikroinstalacjach zostali zwolnieni z obowiązku prowadzenia działalności gospodarczej i koncesjonowania, jednak zakup wytworzonej przez nich energii elektrycznej odbywa się po cenie równej 80% średniej ceny sprzedaży energii elektrycznej w poprzednim roku kalendarzowym, która jest ustalana przez prezesa Urzędu Regulacji Energetyki (URE). Wytwórcy biogazu rolniczego w mikroinstalacjach zostali również pozbawieni możliwości ubiegania się o świadectwa pochodzenia.

Wprowadzone zmiany w ramach „Małego Trójpaku Energetycznego”, ze względu na niewielką moc pojedynczych biogazowni, nie wpłyną bezpośrednio na ich rozwój. Jednak ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (w dniu 23 lutego 2015 r. przekazana do podpisu Prezydenta) określa m.in. zasady i warunki wykonywania działalności w zakresie wytwarzania energii elektrycznej z biogazu rolniczego w instalacjach odnawialnego źródła energii, jak również mechanizmy i instrumenty wspierające jej wytwarzanie. Celem powyższej ustawy jest także realizacja założeń Polityki Energetycznej Polski do 2030 r. i Krajowego Planu Działania w zakresie energii odnawialnej.

Dotychczas w ustawie Prawo energetyczne obowiązywała wyłącznie definicja biogazu rolniczego, który został określony jako paliwo gazowe otrzymywane w procesie fermentacji metanowej surowców rolniczych, produktów ubocznych rolnictwa, płynnych lub stałych odchodów zwierzęcych, produktów ubocznych bądź pozostałości z przetwórstwa produktów pochodzenia rolniczego lub biomasy leśnej, z wyłączeniem gazu pozyskanego z surowców pochodzących z oczyszczalni ścieków oraz składowisk odpadów. Ustawa o OZE wprowadza do krajowego systemu prawnego definicję biogazu jako gazu uzyskiwanego z biomasy, w szczególności z instalacji przeróbki odpadów zwierzęcych lub roślinnych, oczyszczalni ścieków oraz składowisk odpadów. Ponadto definicja biogazu rolniczego uzyskała nowe brzmienie. Zgodnie z nową regulacją biogazem rolniczym jest gaz otrzymywany w procesie fermentacji metanowej surowców rolniczych, produktów ubocznych rolnictwa, płynnych lub stałych odchodów zwierzęcych, produktów ubocznych, odpadów lub pozostałości z przetwórstwa produktów pochodzenia rolniczego lub biomasy leśnej albo biomasy roślin-

Rysunek 1

Biogazownie rolnicze w Polsce



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ARR na dzień 27.02.2015.

nej zebranej z terenów innych niż zaewidencjonowane jako rolne lub leśne, z wyłączeniem biogazu pozyskanego z surowców pochodzących z oczyszczalni ścieków oraz składowisk odpadów.

Przygotowanie inwestycji w biogazownię rolniczą niesie za sobą wysokie początkowe nakłady inwestycyjne, co w dużym stopniu spowalnia rozwój sektora. Od stycznia 2014 r. Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW) proponuje dofinansowanie w ramach programu „Bocian”. Propagowane będzie ograniczenie lub całkowita redukcja emisji CO₂ oraz zwiększenie produkcji zielonej energii. O wsparcie ubiegać się mogą biogazownie — obiekty wytwarzające energię elektryczną lub ciepło z wykorzystaniem biogazu rolniczego od 300 kW do 2 MW, instalacje wytwarzania biogazu rolniczego w celu wprowadzania go do sieci gazowej dystrybucyjnej i bezpośrednio, wytwarzanie energii elektrycznej w wysokosprawnej kogeneracji na biomase do 5 MW. Przewidywana forma dofinansowania w programie „Bocian” to pożyczka preferencyjna niepodlegająca

umorzeniu, której wartość minimalna to 2 mln zł, a maksymalna 40 mln zł.

Z NFOŚiGW otrzymać można również wsparcie w ramach Systemu Zielonych Inwestycji (GIS), nie realizującego programu priorytetowego — biogazownie rolnicze. Możliwe formy beneficji to pożyczki i dofinansowanie. Dostępne jest dofinansowanie: kosztów nabycia lub kosztu wytworzenia nowych środków trwałych, kosztu montażu i uruchomienia środków trwałych, kosztu nabycia materiałów lub robót budowlanych, zakupu wartości niematerialnych, i prawnych np. patentów, licencji, technologii.

W ramach działania „Różnicowanie w działalności nierolniczej”, finansowanego z Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007–2013, istnieje możliwość uzyskania bezzwrotnej dotacji na budowę biogazowni rolniczej w wysokości do 500 tys. złotych. Przyznane dofinansowanie nie może przekroczyć 50% kosztów inwestycji.

Ubiegać się też można o dofinansowanie w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko na lata 2014–2020, który wspiera gospodar-

kę niskoemisyjną, ochronę środowiska, przeciwdziałanie i adaptację do zmian klimatu, transport i bezpieczeństwo energetyczne oraz ochronę zdrowia i dziedzictwo kulturowe.

Aktualny stan w zakresie biogazowni w Polsce

W założeniach sektor biogazu rolniczego miał rozwijać się bardzo szybko. W strategii „Biogazownia w każdej gminie” przewidywano, że do 2020 r. powstanie w Polsce ponad 2000 biogazowni rolniczych (Borowski, 2010). Realia odbiegały jednak znacząco od planów. Rysunek 1 prezentuje mapę biogazowni rolniczych w Polsce w lutym 2015 r.

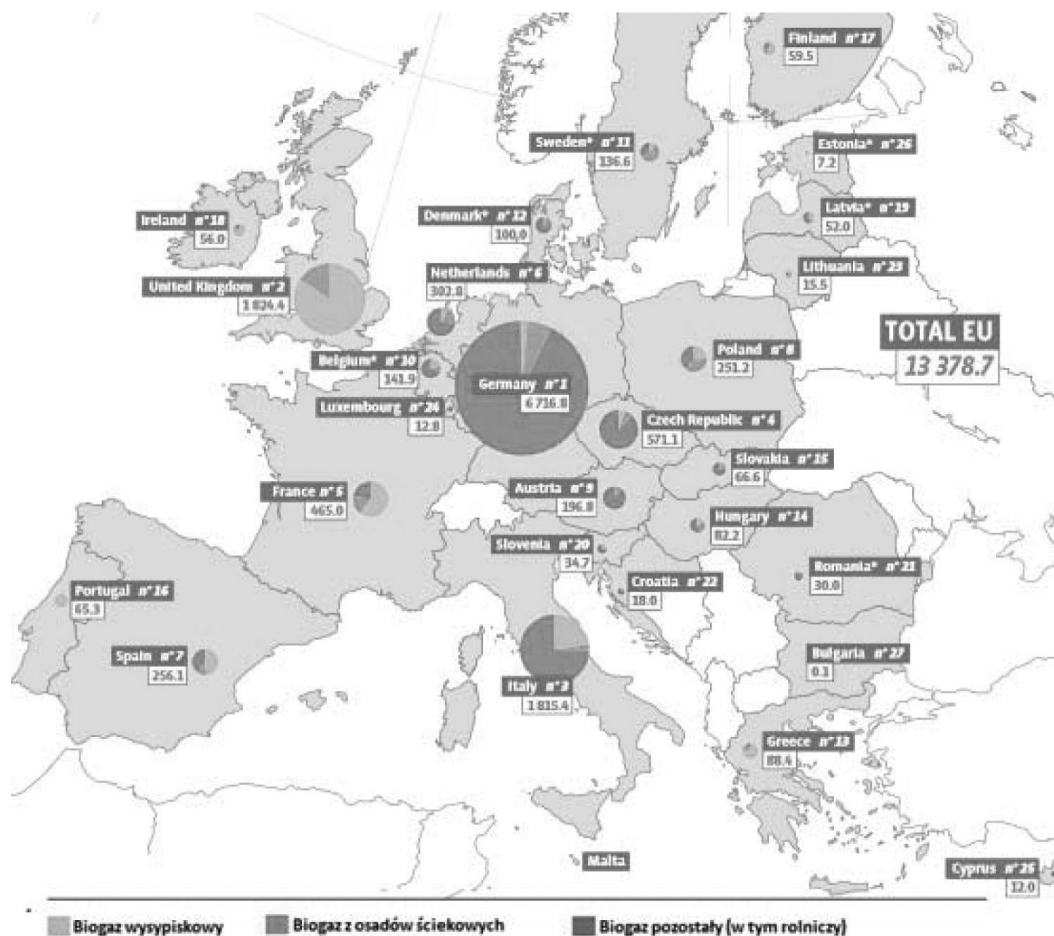
Z informacji zawartych na stronie internetowej Agencji Rynku Rolnego wynika, że w Polsce obecnie funkcjonuje 58 biogazowni rolniczych należących do 51 przedsiębiorców. Łączna wydajność instalacji do wytwarzania biogazu rolniczego wynosi 254,55 mln m³/rok, z kolei łączna zainstalowana moc biogazowni rolniczych

wpisanych do rejestru wynosi 66,32 MW energii elektrycznej i 67,84 MW ciepła. Wszystkie przedsiębiorstwa energetyczne ujęte w powyższym rejestrze wykonywały działalność gospodarczą wyłącznie w zakresie wytwarzania energii elektrycznej z biogazu rolniczego w układzie kogeneracyjnym. Krajowe biogazownie to w większości przedsiębiorstwa o zainstalowanej mocy elektrycznej powyżej 1 MWe — 30 instalacji, 25 o mocy 500–999 kWe i 3 o mocy poniżej 500 kWe.

W Europie liderem na rynku biogazu rolniczego są Niemcy (ponad 7 tys. biogazowni w 2012 r.). Do 2000 roku w Niemczech rozwijały się szczególnie małe biogazownie wykorzystujące surowce odpadowe i uboczne z rolnictwa (odchody zwierzęce, kiszonka). W latach 2000–2004 powstawały instalacje o większej mocy. Na skutek zmian prawnych dotyczących energetyki ze źródeł odnawialnych w okresie tym rozwinęły się także pierwsze biogazownie pracujące na biomasie pochodzenia rolniczego. Kolejne lata to okres tworzenia biogazowni w oparciu o nowe prawo ekologiczne (gwarantujące zakup energii elektrycznej) oraz wcześniej wprowadzo-

Rysunek 2

Produkcja energii z biogazu w Unii Europejskiej w roku 2013 (ktoe) w podziale na poszczególne sektory biogazu



Źródło: EurObserv'ER (2014). *Biogas barometer 2014*.

nych rozwiązaniach opartych o celowo produkowaną biomasę.

W ostatnich trzech latach w Czechach nastąpił szybki rozwój tego sektora biogazowni rolniczych. Nie byłoby to możliwe bez preferencyjnego wsparcia.

W Czechach funkcjonuje zróżnicowany system wsparcia. Z jednej strony jest system zielonych certyfikatów, z drugiej zaś — ogólnie ustalona ryczałtowa stawka odkupu wytworzonej energii z OZE (stawka ogłaszana jest przez rząd i jest znacznie wyższa od zakupu energii przez zwykłych odbiorców). W ten sposób Czesi chcą osiągnąć w 2015 r. 8-proc. udział bioenergii w energii ogółem. Dzięki jasnym formom wsparcia potencjalny inwestor może kalkulować opłacalność planowanych inwestycji. Przyjęte na poszczególne lata preferencyjne ceny zakupu są na tyle lukratywne, że Czesi kalkulują spłatę instalacji tylko ze sprzedaży energii elektrycznej.

Polski sektor biogazu rolniczego powinien skorzystać z dobrych praktyk Niemiec, Austrii, Szwecji czy Czech dotyczących produkcji biogazu. W Niemczech w ciągu zaledwie kilkunastu lat rozbudowano produkcję biogazu i udoskonalono metody jego wykorzystania. Biorąc pod uwagę to, że potencjał produkcyjny biogazu rolniczego w Polsce i Niemczech jest porównywalny, a niemieccy rolnicy czerpią profity z biogazowni, to krajowi producenci także powinni wykorzystać możliwości osiągania zysków generowanych przez biogazownie rolnicze. Zasady przyznawania dotacji są niejasne, cena odkupu wytworzonej energii jest niska (w Polsce ok. 37 gr/kWh, w Czechach ok. 68 gr, w Niemczech 60–98 gr). Mamy także problemy z przyłączaniem instalacji do przestarzałych sieci energetycznych. Trzeba jednak liczyć, że sytuacja będzie zmieniać się na lepsze i zapowiadany przez Ministerstwo Gospodarki plan budowy biogazowni w każdej polskiej gminie do 2020 r., będzie możliwy do realizacji.

Najwięcej energii z biogazu (łącznie wszystkich rodzajów) produkowane jest w Niemczech (prawie 6716,8 ktoe w 2013 r.), Wielkiej Brytanii, Włoszech, Czechach, Francji, Holandii, najmniej na Malcie, w Bułgarii, Estonii, na Cyprze i w Rumunii. Polska zajmuje 8. miejsce w UE (251,2 ktoe w 2013 r.).

Biorąc pod uwagę produkcję biogazu rolniczego, największą produkcją energii poszczycić się mogą Niemcy (6215,3 ktoe), Włochy (1356,1 ktoe), Czechy (502,5 ktoe; znaczny wzrost od 2011 r. — 179,9 ktoe, czyli w ciągu 2 lat wzrost produkcji o 180%), natomiast Polska zajmuje w Unii dopiero 8. miejsce (98,2 ktoe w 2013 r.) pomimo szerokiego zaplecza surowcowego do produkcji biogazu rolniczego (Licznernski, 2011).

Na skutek braku konkretnych regulacji prawnych tworzą się nowe bariery wejścia na rynek biogazowni

— banki powstrzymują się przed udzielaniem kredytów inwestorom, władze lokalne wstrzymują pozwolenia na budowę. Niska cena skupu energii ze źródeł odnawialnych i niestabilna wartość certyfikatów pochodzenia (głównie zielonych i żółtych) spowodowały stagnację we wciąż ograniczonym sektorze (Wnuk, i Asztemborski, 2013).

Produkcja biogazu rolniczego uznawana jest przez wielu specjalistów za jeden z najbardziej przyszłościowych kierunków energetycznego wykorzystania biomasy. Ustawa o OZE zakłada stworzenie szczegółowej listy substratów, które mogą być użyte do wytwarzania biogazu rolniczego lub wytwarzania energii elektrycznej oraz uznanie za biogaz gazu wysypiskowego, powstającego z organicznej frakcji odpadów komunalnych, które ulegają biodegradacji, a także gazu z osadów ściekowych, powstającego w wyniku fermentacji metanowej z osadu tworzącego się w procesie biologicznego oczyszczania ścieków. Obecnie w Polsce funkcjonują 193 biogazownie wysypiskowe i ściekowe o łącznej mocy 117,82 MW.

Biogaz to temat wciąż polityczny i bardzo kontrowersyjny, co było zauważalne podczas głosowania nad poprawkami senackimi dotyczącymi ustawy o OZE w zakresie zasad sprzedaży energii z domowych mikroinstalacji OZE. Poprawka prosumencka autorstwa posła PSL wprowadza obowiązek zakupu energii od wytwórcy energii z mikroinstalacji o mocy do 3 kW wykorzystującej różne odnawialne źródła energii po określonej, stałej w okresie 15 lat, cenie (tylko dla pierwszych 300 MW). Dla mikroinstalacji o mocy powyżej 3 do 10 kW przewidziano natomiast taryfy gwarantowane (tylko dla pierwszych 500 MW).

Obecne założenia dla rozwoju sektora przewidują powstawanie instalacji o niewielkiej mocy, produkujących energię na własny użytek gospodarstw (nie będzie co do nich wymogu zakładania działalności gospodarczej). Ustawa o OZE wprowadzić ma definicje mikro (do 40 kW) i małych (40–100 kW) instalacji, które mają być szczególnie traktowane, np. co do kwestii pozyskania dofinansowania (Kowalczyk-Juśko, 2014). Mikrobiogazownie pozwolą na zagospodarowanie biomasy jak najbliższe miejsca jej powstawania, zgodnie z ideą energetyki rozproszonej (Kowalczyk-Juśko, 2014; Popczyk, 2014). Ogromny potencjał stanowią mikrobiogazownie rolno-utylizacyjne (wykorzystujące surowce i pozostałości pochodzenia rolniczego, jak również biodegradowalną frakcję odpadów komunalnych) w kraju istnieje około 200 tys. gospodarstw, w których mogą pracować mikrobiogazownie o mocy elektrycznej 10–20 kW, co odpowiada polskiej rozproszonej strukturze rolnictwa. Jest to technologia o dyspozycyjności ponad 90%, idealna do realizacji reelektryfikacji rolnictwa i pełnienia funkcji zabezpieczenia dostaw energii elek-

trycznej (Popczyk, 2012). Mimo to inwestorzy bardziej zainteresowani są instalacjami o mocy około 1 MW.

Surowce do produkcji biogazu wykorzystane na bieżąco

W tabeli 1 przedstawiono wykaz surowców wykorzystanych w latach 2011–2013 do produkcji biogazu rolniczego w Polsce.

Tabela 1

Wykaz głównych surowców wykorzystywanych do produkcji biogazu rolniczego w latach 2011–2013 (w tonach)

Lp.	Surowiec	2011 r.	2012 r.	2013 r.
1	gnojowica	265 960,79	349 173,12	455 583,14
2	wywar pogorzelniany	30 465,11	146 607,49	354 877,00
3	kiszonka z kukurydzy	108 876,14	241 590,19	287 470,52
4	pozostałości z warzyw i owoców	10 984,35	86 109,22	268 599,14
5	wysłodki	6 922,45	37 081,80	101 660,99
6	obornik	11 640,53	23 502,98	30 778,09
....	pozostałe			
	Łącznie	469 416,06	917 121,56	1 574 179,27

Źródło: www.arr.gov.pl (27.02.2015).

Tabela 2

Produkcja biogazu rolniczego, energii elektrycznej i ciepła z biogazu rolniczego w latach 2011–2013

Lata	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 r.	36,65	73,43	82,63
2012 r.	73,15	141,80	160,13
2013 r.	112,38	227,88	249,06

Źródło: www.arr.gov.pl (27.02.2015).

Podstawowymi substratami wykorzystywanymi do produkcji energii elektrycznej z biogazu rolniczego są gnojowica, kiszonka z kukurydzy, wywar z gorzelnii, a także pozostałości z produkcji i przetwórstwa warzyw i owoców, które w 2013 r. stanowiły wagowo około 86% wszystkich substratów za-

stosowanych w polskich biogazowniach rolniczych.

W 2012 r. widoczne jest podwajanie produkcji biogazu rolniczego rok do roku (tab. 2). W roku 2013 wzrost ten jest nieco mniejszy, gdyż na poziomie 53,63%, chociaż w dalszym ciągu nie są wykorzystywane maksymalne możliwości produkcyjne instalacji wpisanych do rejestru przedsiębiorstw energetycznych zajmujących się wytwarzaniem biogazu rolniczego lub wytwarzaniem energii elektrycznej z biogazu rolniczego.

Potencjał biomasy do produkcji biogazu

Potencjał biomasy do wykorzystania na cele energetyczne w Polsce jest bezsporny. Jego dokładne określenie jest trudne wskutek braku możliwości przewidywać w dłuższym okresie rozwoju i dostępności technologii i sposobu użytkowania gruntów.

Instytut Energetyki Odnawialnej (IEO) w ekspertyzcie z 2007 r. określił potencjał ekonomiczny biogazu na 2020 r. na 204 PJ, co odpowiada 6,6 mld m³ biogazu.

Szansą rozwoju biogazu w Polsce jest szeroki potencjał energetyczny krajowego rolnictwa, w pierwszej kolejności produkty uboczne rolnictwa, odchody zwierzęce oraz produkty uboczne i pozostałości przemysłu rolno-spożywczego. Równolegle przewiduje się prowadzenie upraw roślin energetycznych. Jest to możliwe na około 700 tys. ha, co pozwoli na zapewnienie krajowych potrzeb żywieniowych oraz pozyskanie surowców do wytwarzania biopaliw i biogazu. Realny potencjał produktów ubocznych rolnictwa oraz przemysłu rolno-spożywczego to 1,7 mld m³ biogazu rocznie (847 ktoe, 35,6 PJ). Produkcja takiej ilości energii mogłaby spełnić zapotrzebowanie 1,2% w zużyciu energii finalnej.

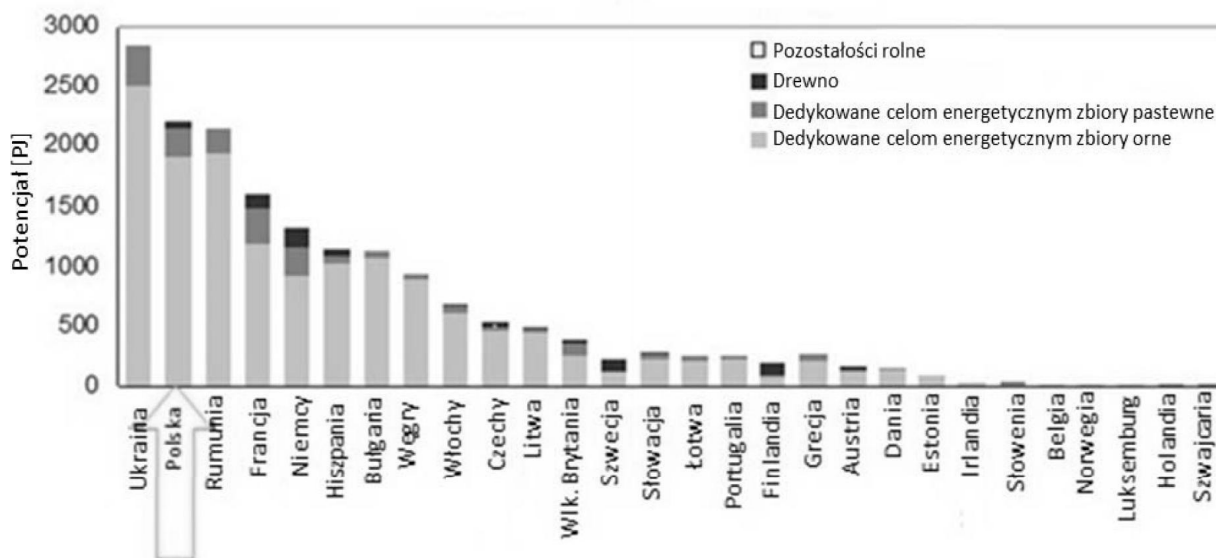
W projekcie REFUEL oszacowano potencjał biomasy w Unii Europejskiej (rys. 3). Z raportu wynika, że Polska jest w stanie dostarczyć 12% (2200 PJ; Lando i in., 2010) europejskich zdolności (17,5 EJ/rok) w zakresie biomasy energetycznej.

Produkcja biomasy na cele energetyczne postrzegana jest jako zasobne i niedostatecznie wykorzystane źródło energii. Równolegle rysuje się drugi, poza produkcją roślinną, potencjalny rynek biomasy: rozwinięta produkcja zwierzęca (Moreira, 2005). Analizując główne substraty w biogazowniach rolniczych, tj. kiszonkę kukurydzianą i gnojowicę (wysoka dostępność), oszacować można możliwości produkcji biogazu rolniczego.

W 2013 r. powierzchnia użytków rolnych w gospodarstwach rolnych pod zasiewami w Polsce wy-

Rysunek 3

Potencjał dostępności biomasy w UE na cele energetyczne



Źródło: De Witt, 2007. REFUEL Project.

nosiła 10 278 891 ha, w tym tereny przeznaczone pod kukurydzę na zielonkę i pozostałą zielonkę — 462 247 ha. Ilość kiszonki kukurydzianej potrzebnej do zaopatrzenia instalacji o mocy 1 MW to 19 tys. ton rocznie. Przeciętny plon zielonki z hektara kukurydzy to 65 ton. W Polsce powierzchnia zasiewów kiszonki na zielonkę to 462 200 ha, z czego wynika, że rocznie zebrać można 30 043 000 ton zielonki, co daje potencjał do zasilania instalacji biogazowej o łącznej mocy 1581 MW. Dodatkowy potencjał energetyczny, kryje się w zastosowaniu upraw kukurydzy modyfikowanej genetycznie (Popczyk, 2008). Jest on jednak kontrowersyjny ze względu na politykę unijną ograniczającą wprowadzanie roślin genetycznie modyfikowanych do środowiska oraz zastosowanie roślin spożywczych do celów przemysłowych. Modyfikacje genetyczne drzew, możliwe do opracowania w przyszłości, są znacznie łatwiej akceptowalne przez społeczeństwo. Obecnie, wg danych FAO, przodującymi krajami w tej dziedzinie są kraje Ameryki Północnej (48% w skali światowej), ale również w Europie Zachodniej (32%) i Azji (14%) istnieją firmy zajmujące się komercyjnie ulepszaniem odmian drzew pod kątem wykorzystania ich w przemyśle energetycznym. Przykładowo, w SweTree Technologies z siedzibą w Szwecji zidentyfikowano ok. 300 genów wpływających na kompozycję chemiczną drewna oraz kontrolujących procesy przyrostu ogólnej biomasy, które można potencjalnie wykorzystać do ulepszenia drzew. Również w Polsce ramach projektu PBS1/A8/16/2013 WOODTECH finansowanego przez Narodowe Centrum Badań

i Rozwoju prowadzone są badania nad możliwościami wykorzystania biomasy modyfikowanych genetycznie topoli w przemyśle energetycznym. W przeciwieństwie do roślin jednorocznych (np. kukurydza) genetycznie modyfikowane topole mogą być bezpiecznie sadzone i uprawiane, gdyż wyćinka następuje na długo przed osiągnięciem przez drzewo dojrzałości, a więc zdolności do samodzielnego wysiewania. Przewidywany przyrost biomasy na plantacjach szacowany jest na ok. 10–60 Mg/ha/rok, zaś cykl produkcyjny na około 6 lat.

Z opracowania IEO wynika, iż duże stada zwierząt, tj. 100 sztuk bydła, 500 sztuk trzody chlewnej, 5000 sztuk drobiu, wytwarzają taką ilość odchodów, jaka pozwala na zaopatrzenie biogazowni rolniczej o mocy 100 kW (zakładając, że odchody będą jedynym substratem).

Na tej podstawie oszacowano możliwy potencjał mocy biogazowni zasilanych odchodami zwierzęcymi, które mogłyby pracować w Polsce (głównie w gospodarstwach posiadających duże stada zwierząt lub w gospodarstwach zrzeszonych w ramach grup producentów rolnych) — wynosi ona 10 406,3 MW (tab. 3).

Z powyższego zestawienia wynika, że z potencjał produkcji biogazu rolniczego w Polsce, wykorzystującej podstawowe produkty i pozostałości z rolnictwa, to łącznie 11 987,3 MW, co odpowiada mocy ponad dwu elektrowni Bełchatów.

Potencjał biogazu uzyskanego z odchodów zwierząt i kiszonki kukurydzianej jest wysoki. W praktyce jednak instalacje biogazowe powstają tylko przy dużych gospodarstwach rolnych i zakładach

Tabela 3

Oszacowanie potencjału biomasy — odchodów zwierzęcych do produkcji biogazu rolniczego

	Pogłowie [tys. sztuk]	Liczba instalacji o mocy 100 kW [sztuk]	Łączna moc instalacji [MW]
Bydło	5 595,5	55 955	5 595,5
Trzoda chlewna	10 994,4	21 989	2 198,9
Drób	130 596,4	26 119	2 611,9
		Suma	10 406,3

Źródło: opracowanie własne na podstawie: <http://www.gus.gov.pl> (27.02.2015); <http://www.ieo.pl> (27.02.2015).

przetwórstwa rolno-spożywczego. Wiąże się to z ograniczonym dostępem do informacji na temat produkcji biogazu dla rolników. Dotychczas brak jest organizowanych szkoleń czy konferencji dla mieszkańców wsi, dlatego też podejmowanie takich inicjatyw wiąże się z protestami lokalnej społeczności.

W Polsce istnieje wysoki potencjał do produkcji biogazu z oczyszczalni ścieków. Obecnie jest ok. 1800 przemysłowych i 1500 komunalnych oczyszczalni ścieków. Zakłada się, że z 1 m³ osadów ściekowych uzysk biogazu to ok. 10–20 m³. W Polsce zarejestrowanych jest ok. 700 czynnych składowisk odpadów. Ich szacunkowa roczna produkcja metanu wynosi ponad 600 mln m³. W praktyce pozyskiwane zasoby gazu wysypiskowego nie przekraczają 30–45% łącznego potencjału (Mirowski, Szurlej i Wielgosz, 2005).

Efekt ekonomiczny i ekologiczny biogazowni

Inwestycja w biogazownię rolniczą jest kapitałochłonna, a ponadto ze względu na niską cenę skupu energii i certyfikatów pochodzenia okres zwrotu inwestycji jest bardzo wydłużony (tab.4).

Oddziaływanie na środowisko

Produkcja biogazu, jako odnawialnego źródła energii, wpisuje się doskonale w działania służące ochronie środowiska naturalnego. Poprzez ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, łączna redukcja emisji: dwutlenku węgla, metanu oraz podtlenku azotu przedstawiana jest w jednostkach ekwiwalentu

dwutlenku węgla, tj. CO₂-eq. Spalanie biogazu dodatkowo 100-krotnie zmniejsza emisję SO₂ i 3-krotnie emisję NO_x, w porównaniu ze spalaniem paliw konwencjonalnych.

Przykładowa redukcja emisji gazów cieplarnianych przez biogazownie rolnicze przedstawia się następująco:

- Instalacja o mocy 1,81 MWe, w której główne substraty to pomiot kurzy i wywar gorzelniany, cechuje się redukcją emisji do 7,7 tys. ton CO₂-eq.

- Instalacja o mocy 0,86 MWe, gdzie główne substraty to gnojowica i kiszonka kukurydziana, cechuje się redukcją emisji rzędu 3,1 tys. ton CO₂-eq.

Uważa się ponadto, że przy użyciu biomasy do celów energetycznych cykl obiegu dwutlenku węgla w przyrodzie jest teoretycznie zamknięty (powstający CO₂ jest przyswajany przez inne rośliny), co w świetle dyrektyw unijnych przeciw zakazom wprowadzania do atmosfery nadmiernych ilości tego gazu ma duże znaczenie.

W przypadku zakładania plantacji roślin na cele energetyczne w tym plantacji topoli, możliwa jest uprawa na stanowiskach o glebach silnie zdegradowanych, suchych, ubogich w składniki pokarmowe; rośliny te mogą zatem pełnić dodatkowo rolę pionierską w remediacji. Wykorzystanie silnie zanieczyszczonych, przesuszonych lub zasolonych gleb (wg danych FAO 43,1% powierzchni rolniczej w Polsce jest zdegradowana, a 25,4% bardzo silnie zdegradowana) jest zatem wartością dodaną. Podobnie plantacje takie mogą chronić gleby przed dodatkową erozją i wpływać korzystnie na obieg wody w środowisku.

Atrakcyjność sektora biogazu rolniczego i jego perspektywy

Od wielu lat autorzy publikacji badają atrakcyjność rynku biogazu rolniczego. Ocenę atrakcyjności tego sektora wykonano za pomocą metody M.E. Portera, z uwzględnieniem czynników wpływających na atrakcyjność biogazowni, wg zasady 20:80 (20% czynników mających wpływ w 80% na atrakcyjność sektora). Analizowane czynniki to m.in.: wielkość sektora, stopa zwrotu, substraty, bariery wejścia do sektora, ceny, możliwości finansowania, postrzeganie społeczne.

Sektor atrakcyjny to sektor, który ma cechy sektora idealnego lub sektorów idealnych w poszczególnych kategoriach (kryteriach) ocenianych. Idealny sektor teoretycznie ma atrakcyjność 100%, praktycznie jednak sektor oceniany powyżej 65% określa się mianem atrakcyjnego.

Bariery produkcji biogazu rolniczego w Polsce to przede wszystkim:

Tabela 4

Oszacowanie przewidywanego okresu zwrotu inwestycji w biogazownię rolniczą

Rodzaj biogazowni	10 kW	50 kW	100 kW	250 kW	500 kW	1 MW	2 MW
Ilość energii elektrycznej wytworzonej [MWh/rok]	80	400	800	2000	4000	8000	16 000
Ilość ciepła wytworzonego [MWh/rok]	83,20	416	832	2080	4160	8320	16 640
Wykorzystanie substraty [t/rok]							
wywar gorzelniany (k)	343,20	1 326,00	2 652,00	6 630,00	13 260,00	26 520,00	53 040,00
kiszonka z kukurydzy (w)	198,00	765,00	1 530,00	3 825,00	7 650,00	15 300,00	30 600,00
gnojowica (w)	66,00	255,00	510,00	1 275,00	2 550,00	5 100,00	10 200,00
pozostałości z warzyw i owoców (w)	26,40	102,00	204,00	510,00	1 020,00	2 040,00	4 080,00
obornik (w)	19,80	76,50	153,00	382,50	765,00	1 530,00	3 060,00
inne (k)	6,60	25,50	51,00	127,50	255,00	510,00	1 020,00
Łącznie:	660,00	2 550,00	5 100,00	12 750,00	25 500,00	51 000,00	102 000,00
Koszty							
Koszt substratów [zł]							
wywar gorzelniany (k)	1 830,77	7 094,10	14 188,20	35 470,50	70 941,00	141 882,00	283 764,00
kiszonka z kukurydzy (w)	9 900,00	38 250,00	76 500,00	191 250,00	382 500,00	765 000,00	1 530 000,00
inne (k)	528,00	2 040,00	4 080,00	10 200,00	20 400,00	40 800,00	81 600,00
Łącznie:	12 258,77	47 384,10	94 768,20	236 920,50	473 841,00	947 682,00	1 895 364,00
Koszty operacyjne* (bez substratów) w zł	13 741,23	82 615,90	165 231,80	413 079,50	826 159,00	1 652 318,00	3 304 636,00
Łącznie:	26 000,00	130 000,00	260 000,00	650 000,00	1 300 000,00	2 600 000,00	5 200 000,00
Przychody							
Przychód z substratów [zł]							
pozostałości z warzyw i owoców (k)	6 864,00	26 520,00	53 040,00	132 600,00	265 200,00	530 400,00	1 060 800,00
inne (k)	1 716,00	6 630,00	13 260,00	33 150,00	66 300,00	132 600,00	265 200,00
Łącznie:	8 580,00	33 150,00	66 300,00	165 750,00	331 500,00	663 000,00	1 326 000,00
Przychód ze sprzedaży energii elektrycznej i zielonych certyfikatów [zł/rok]	24 197,60	120 988,00	241 976,00	604 940,00	1 209 880,00	2 419 760,00	4 839 520,00
Przychody ze sprzedaży ciepła [zł/rok]	2 021,76	10 108,80	20 217,60	50 544,00	101 088,00	202 176,00	404 352,00
Łącznie:	34 799,36	164 246,80	328 493,60	821 234,00	1 642 468,00	3 284 936,00	6 569 872,00
DOCHODY							
Suma przychodów pomniejszona o koszty operacyjne [zł/rok]	8 799,36	34 246,80	68 493,60	171 234,00	342 468,00	684 936,00	1 369 872,00
Dofinansowanie							
Koszt budowy [zł]	500 000,00	2 500 000,00	4 000 000,00	6 000 000,00	10 100 000,00	18 500 000,00	32 000 000,00
Dofinansowanie [%]	50	30	30	30	50	50	50
Przewidywane dofinansowanie [zł]	250 000,00	750 000,00	1 200 000,00	1 800 000,00	5 050 000,00	9 250 000,00	16 000 000,00
Koszt budowy pomniejszony o dofinansowanie [zł]	250 000,00	1 750 000,00	2 800 000,00	4 200 000,00	5 050 000,00	9 250 000,00	16 000 000,00
Okres zwrotu							
Przewidywany okres zwrotu [rok]	28	51	41	25	15	14	12

*cena 1 MWh ciepła — 32,4 zł; cena zielonego certyfikatu 1 MWh — 155,98 zł (średnia z 2014 r.); cena 1 MWh energii elektrycznej — 195,32 zł.

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5

Wartości typowe* i standardowe** dla przykładowych biopaliw produkowanych bez emisji netto dwutlenku węgla w związku ze zmianą sposobu użytkowania gruntów

Biopaliwo	Typowe ograniczenie emisji gazów cieplarnianych [%]	Standardowe ograniczenie emisji gazów cieplarnianych [%]
etanol z buraka cukrowego	61	52
etanol z pszenicy (paliwo technologiczne nieokreślone)	32	16
etanol z pszenicy (gaz ziemny jako paliwo technologiczne w konwencjonalnym kotle)	45	34
etanol z pszenicy (słoma jako paliwo technologiczne w elektrociepłowni)	69	69
etanol z trzciny cukrowej	71	71
biodiesel z ziaren rzepaku	45	38
biodiesel z soi	40	31
biodiesel z oleju palmowego (technologia nieokreślona)	36	19
czysty olej roślinny z ziaren rzepaku	58	57
biogaz z organicznych odpadów komunalnych jako sprężony gaz ziemny	80	73
biogaz z mokrego obornika jako sprężony gaz ziemny	84	81
biogaz z suchego obornika jako sprężony gaz ziemny	86	82

* wartość typowa — oznacza szacunkową wartość ograniczenia emisji gazów cieplarnianych reprezentatywnego dla danej ścieżki produkcji biopaliw;

** wartość standardowa — oznacza wartość wyprowadzoną z wartości typowej przy zastosowaniu czynników określonych z góry, która może być stosowana zamiast wartości rzeczywistej w pewnych okolicznościach, określonych w niniejszej dyrektywie.

Źródło: Dyrektywa 2009/28/WE, załącznik V.

- trudność uzyskania pozwolenia na budowę i przyłączenia do sieci; miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego nie uwzględniają instalacji z OZE,
- długotrwała procedura przyłączenia do sieci — do 150 dni,
- niestabilny system certyfikatów i ich niska cena,
- nieuregulowane przepisy dot. wykorzystania masy pofermentacyjnej do nawożenia upraw,
- brak zaplecza technicznego, merytorycznego, słaba infrastruktura sieci gazowej, elektroenergetycznej, ciepłowniczej,
- brak dostępu do informacji o zasadzie działania biogazowni,
- niechęć środowisk lokalnych (protesty; Wnuk i Asztemborski, 2013).

Wynika z powyższej oceny, że atrakcyjność sektora biogazu rolniczego staje się wątpliwa przy aktualnych, wysokich barierach wejścia i ryzyku związanym z niepewnością odnośnie do sposobu płatności za zieloną energię w przyszłości, w szczególności świadectw pochodzenia (nie tylko ich ceny, ale i ograniczonego okresu funkcjonowania; Tucki, Szwarz, Będkowski, Stęplewska i Kupczyk, 2014). Aktualnie atrakcyjność sektora bioga-

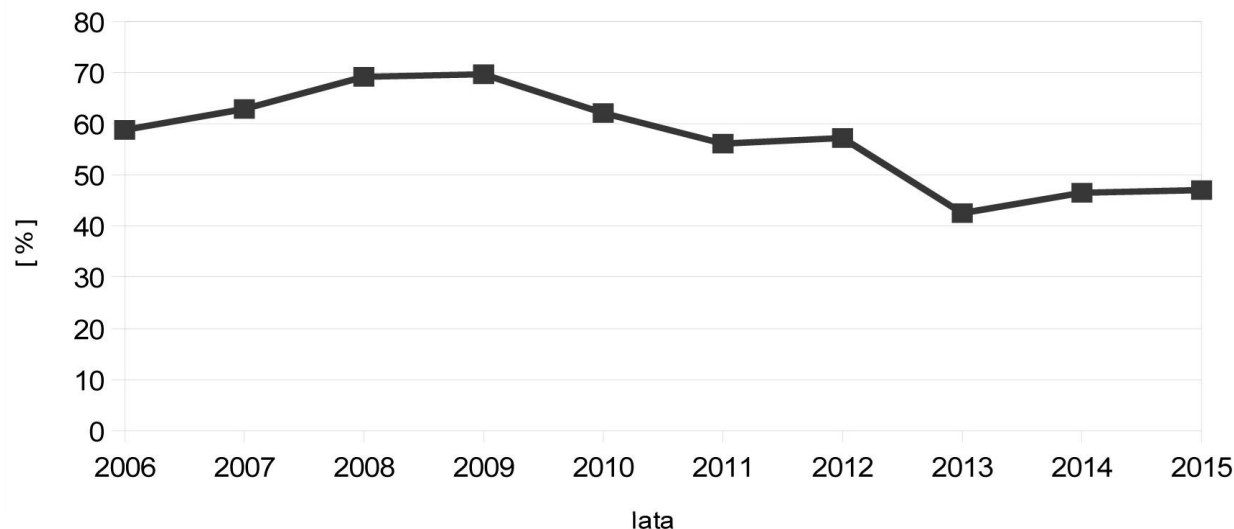
zu rolniczego ocenia się na 47%, biorąc pod uwagę, że w 2008 r. wynosiła ona ponad 69%, a w 2011 r. — 56,1%, widoczna jest znaczna tendencja spadkowa (rys. 4).

Niewątpliwie duże wyzwania stoją przed sektorem biogazowni w Polsce. Pomimo wspomnianych wcześniej przeciwności pojawiających się na drodze jego rozwoju, możliwości są ogromne. Duże znaczenie ma fakt, że areał pod uprawy roślin energetycznych, a co za tym idzie skala uzyskania substratu do produkcji biogazu, jest porównywalny z niemieckim. Według planów do 2020 roku miało powstać ponad 2000 biogazowni, niestety zgodnie z tempem powstawania nowych instalacji nie będzie osiągnięte nawet 10% tej ilości.

Istotny wpływ na rozwój biogazowego sektora ma wejście w życie ustawy o odnawialnych źródłach energii. Gwarantuje ona stałą podstawę prawną do wspierania biogazowni, zapobiegając możliwości zmiany systemu wsparcia w trakcie rozwoju inwestycji. Nowa ustawa ureguluje też system zielonych certyfikatów, stabilizując ich wartość, a brak tejże stabilności był największą bolączką poprzedniego systemu wspierania OZE. Równie istotne dla rozwoju biogazowni są naj-

Rysunek 4

Dynamika zmian atrakcyjności w sektorze biogazu rolniczego w Polsce



Źródło: opracowanie własne (wyniki badań publikowane od 2006 r. na łamach GMiL).

nowsze postulaty klimatyczne Rady Europejskiej. Unia Europejska w dalszym ciągu prowadzi politykę energetyki proodnawialnej. Ważnym aspektem wpływającym na korzystne postrzeganie krajowych biogazowni jest możliwość zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju. Biorąc pod uwagę możliwości tego sektora i niestabilną sytuację polityczną na Wschodzie, rodzime biogazownie mogą stanowić zabezpiecze-

nie w przypadku ewentualnych sankcji energetycznych.

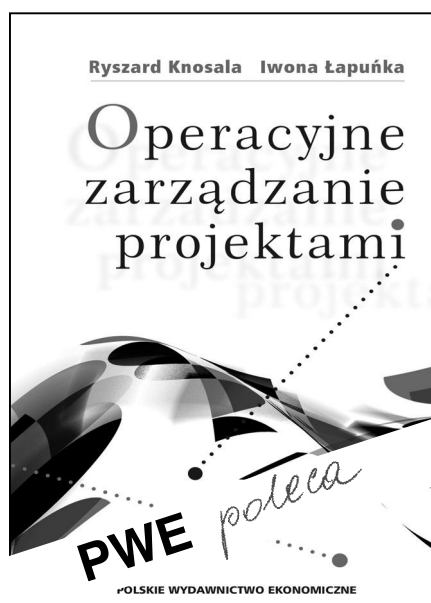
W podsumowaniu należy stwierdzić, że w dynamicznie zmiennym świecie energii nieznana jest przyszłość dyrektywy 2009/28/EC po roku 2020, wspierającej OZE, w tym sektor biogazu rolniczego.

Praca powstała w ramach projektu PBS1/A8/16/2013 (WOODTECH) finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

Literatura

- Art. 3 ust. 20a ustawy z dn. 10.04.1997 r. — Prawo energetyczne (Dz. U. z 2012 r. poz. 1059, z późn. zm.);
Bioalians (2011). *Przegląd surowców oraz potencjał biomasy w produkcji biogazu*, materiały konferencyjne. Warszawa.
Borowski, P. (2010). Rolnictwo energetyczne odpowiedzią na rosnące zapotrzebowanie energii. *Agrotrendy*, (1), s. 66–69.
GUS (2013). *Użytkowanie gruntów i powierzchnia zasiewów*.
IEO (2007). *Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce do roku 2020*. Warszawa.
EurObserv'ER (2014). *Biogas barometer 2014*.
IEO (2011). *Podręcznik dla inwestorów zainteresowanych inwestycją w biogazownię rolniczą*. Warszawa.
De Witt (2007). *REFUEL Project*.
IERE (2008). *Innowacyjna energetyka, rolnictwo energetyczne* (projekt). Warszawa.
EkoEfekt (2009). *Technologie odzysku energetycznego i przetwarzania odpadów organicznych ze strumienia odpadów komunalnych z nacięciem na technologie suchej fermentacji odpadów*, Warszawa.
KAPE (2013). *Mapa Drogowa Rozwoju Rynku Biometanu w Polsce*. Warszawa.
Kowalczyk-Juško, A. (2014). Mikrobiogazownie rolnicze. *Czysta Energia*, (1), 32–34.
Licznarski, E. (2011). *Rozwój biogazowni rolniczych w Polsce na tle osiągnięć innych krajów UE*. Warszawa: „Biogaz i Biomasa”.
Ledakowicz, S., Krzystek, L. (2005). Wykorzystanie fermentacji metanowej w utylizacji odpadów przemysłu rolno-spożywczego. *Biotechnologia*, 3(70), 165–183.
Kaparaju, P., Serrano, M., Thomsen, A.B., Kongjan, P., Angelidaki, I. (2009). *Bioethanol, biohydrogen and biogas production from wheat straw in a biorefinery concept*. *Bioresource Technology*. Elsevier, 2562–2568.
Kwaśny, J., Kowalski, Z., Banach, M. (2012). Technologie produkcji biogazu różnego pochodzenia. *Czasopismo techniczne*, 2-Ch, 83–102.
Londo, M. i in. (2010). The REFUEL EU road map for biofuels in transport: Application of the project's tools to some short-term policy issues. *Biomass&Bioenergy*, 34(2), 244–250.

- Mirowski, T., Szurlej, A., Wielgosz, G., (2005). Kierunki energetycznego wykorzystania biomasy w Polsce. *Polityka Energetyczna*, 8(2), 55–75.
- Ministerstwo Gospodarki (2014). *Kluczowe elementy projektu Ustawa o odnawialnych źródłach energii*.
- Moreira, J.R. (2005). Global biomass energy potential. Die Technik der Biogas-Aufbereitung, *Oekoenergie*, (60).
- Pontailier, J.Y., Ceulemans, R., Guittet, J. (1999). Biomass yield of poplar after five 2-year coppice rotations. *Forestry*, (72), 157–163.
- Popczyk, J. (2014). Mikrobiogazownia jako innowacja przełomowa. *Czysta energia*, (2), 28–32.
- Popczyk, J. (2011). *Energetyka rozproszona. Od dominacji energetyki do zrównoważonego rozwoju, od paliw kopalnych do energii odnawialnej i efektywności energetycznej*. Warszawa: Polski Klub Ekologiczny Okręg Mazowiecki.
- Truax, B., Gagnon, D., Fortier, J., Lambert, F., (2012). Yield in 8 year-old hybrid poplar plantations on abandoned farmland along climatic and soil fertility gradients. *Forest Ecology and Management*, (267), 228–239.
- Tucki, K., Szwarc, M., Będkowski, W., Stęplewska, M., Kupczyk, A. (2014). Przegląd sytuacji biogazowni rolniczych w Polsce. *Hodowca Bydła*, (4), 72–77.
- Ustawa z dnia 20.02.2015 r. o odnawialnych źródłach energii — projekt przekazany w dn. 23.02.2015 r. do podpisu Prezydenta RP.
- <http://www.fao.org/countryprofiles> (27.02.2015)
- <http://www.nfosigw.gov.pl> (27.02.2015)
- <http://www.arimr.gov.pl> (27.02.2015)
- <http://www.kriegfischer.de> (27.02.2015)
- <http://www.energiaidom.pl> (27.02.2015)
- <http://forumopolskiegobiznesu.pl/jak-finansuja-biogazownie-w-czechach> (27.02.2015)
- <http://www.fao.org/docrep/008/ae574e/AE574E06.htm#TopOfPage> (27.02.2015)
- <http://www.eurobserv-er.org/downloads.asp> (27.02.2015)
- <http://www.ieo.pl> (27.02.2015)
- <http://www.refuel.ue> (27.02.2015)
- <http://Bioalians.pl> (27.02.2015)
- <http://www.greengasgrids.eu> (27.02.2015)
- http://www.mae.com.pl/files/poradnik_biogazowy_mae.pdf (27.02.2015)
- <http://www.swetree.com/application-areas/transgenic-trees.html> (27.02.2015)
- www.kriegfischer.de: Fischer T., Krieg A., *Biogazownie rolnicze — przegląd sytuacji na świecie* (27.02.2015)



www.pwe.com.pl

Funkcjonowanie współczesnych przedsiębiorstw coraz częściej opiera się na realizacji różnych projektów. Poznanie metod operacyjnego zarządzania projektami pozwala osiągnąć zamierzone cele dotyczące czasu i terminu realizacji, kosztów i jakości wyniku. W książce autorzy przedstawili między innymi:

- ▶ istotę i rodzaje projektów,
- ▶ planowanie sieciowe w zarządzaniu projektami,
- ▶ metody i techniki tworzenia harmonogramów realizacji projektów,
- ▶ metody wyznaczania optymalnego wariantu realizacji projektu,
- ▶ tworzenie planów realizacji projektów przy ograniczonych zasobach.