

BIOGAZOWNIE ROLNICZE W POLSCE – STAN AKTUALNY, POTENCJAŁ, ANALIZA SWOT

Autorzy: Bartłomiej Igliński, Roman Buczkowski, Marcin Cichosz

("Rynek Energii" - 6/2015)

Słowa kluczowe: biogazownie rolnicze, energia odnawialna, analiza SWOT, Polska

Streszczenie. Przedstawiono stan aktualny, potencjał oraz analizę SWOT biogazowni rolniczych w Polsce. Obecnie pracuje 60 biogazowni rolniczych o łącznej mocy 65 MW. Głównym surowcem dla procesu fermentacji metanowej jest gnojowica. W analizie SWOT przedstawiono mocne i słabe strony energetyki biogazowej, jak również szanse i zagrożenia dalszego jej rozwoju w Polsce. W opisie analizy SWOT zaproponowano rozwiązania problemów pojawiających się w obszarze słabych stron i zagrożeń.

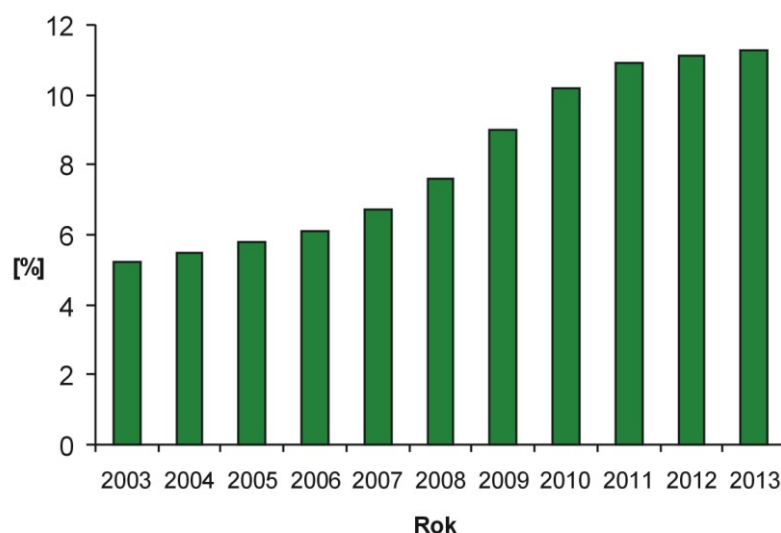
1. WSTĘP

Rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii (OZE) w Polsce jest postrzegany jako działanie zmniejszające obciążenie środowiska oraz zwiększające bezpieczeństwo energetyczne kraju. Należy zaznaczyć, że rozwój energetyki odnawialnej powinien opierać się przede wszystkim na generacji rozproszonej, która jednocześnie przyczynia się do zmniejszenia strat związanych z przesyłem energii, a tym samym istotnie poprawia bezpieczeństwo energetyczne i redukuje emisję gazów cieplarnianych

Krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych [23] przewiduje przede wszystkim rozwój źródeł opartych na energii wiatru, biomasie oraz produkcji biogazu. Zakłada się również wzrost efektywności energetycznej, zarówno w przypadku paliw konwencjonalnych, jak i paliw odnawialnych. Zgodnie z [23] ogólny cel krajowy udziału energii ze źródeł odnawialnych w ostatecznym zużyciu energii brutto w 2020 r. ma wynieść 15% (7,2% w 2005 r.), zaś przewidywana wielkość energii ze źródeł odnawialnych odpowiadająca celowi na 2020 r. to 10380 toe.

W Polsce w latach 2003-11 udział energii ze źródeł odnawialnych energii pierwotnej systematycznie wzrastał (rysunek 1) [10].

Energetyka odnawialna w Polsce nie jest rozwijana równomiernie w całym kraju. Najszybciej rozwija się w regionach o dużym potencjale OZE, ale przede wszystkim tam, gdzie jest duże zainteresowanie inwestorów i przychyłność władz lokalnych. Obecnie, najwięcej energii odnawialnej pozyskuje się w województwach: kujawsko-pomorskim, zachodniopomorskim, pomorskim i wielkopolskim [13,15].



Rys. 1. Udział energii ze źródeł odnawialnych w energii pierwotnej (opracowanie własne za [10])

W ostatnich latach obserwuje się w Polsce rozwój technologii biogazowej w oparciu o surowce organiczne, w tym odpady rolnicze. Celem pracy była analiza SWOT energetyki opartej na biogazie rolniczym, wskazanie jej mocnych i słabych stron oraz szans i zagrożeń dalszego rozwoju.

2. ANALIZA SWOT – METODOLOGIA

SWOT jest kompleksową metodą analizy strategicznej, która uwzględnia zarówno badanie wnętrza przedsięwzięcia/organizacji, jak i badanie jej otoczenia zewnętrznego. Polega na identyfikacji kluczowych atutów i słabości oraz na skonfrontowaniu ich z aktualnymi i przyszłymi szansami i zagrożeniami. Analiza SWOT jest jednym z najpowszechniej stosowanych narzędzi analizy strategicznej [5,25]. Na podstawie analizy SWOT otrzymuje się zestaw:

- **S** (Strengths) – silnych stron, które należy wzmacniać,
- **W** (Weaknesses) – słabych stron, które należy niwelować/redukować,
- **O** (Opportunities) – szans, które należy wykorzystywać,
- **T** (Threats) – zagrożeń, które należy unikać (rysunek 2).



Rys. 2. Diagram analizy SWOT

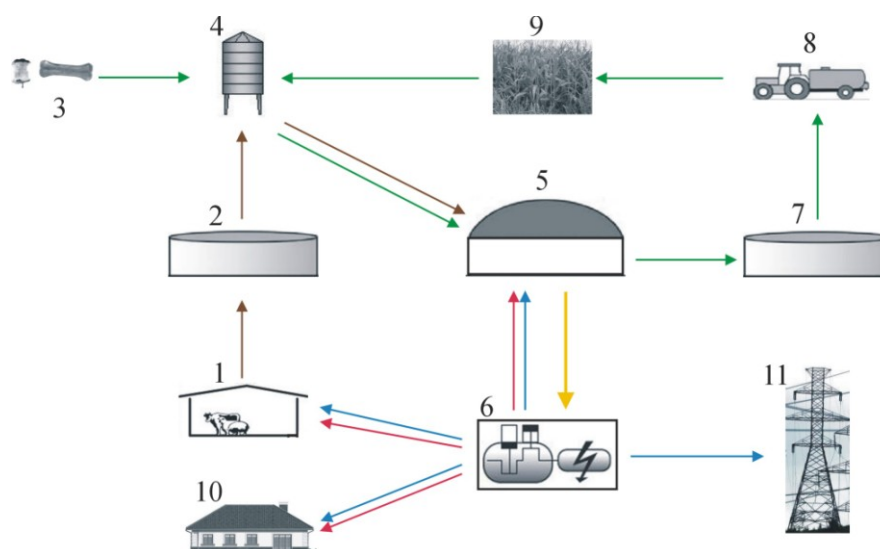
Analiza SWOT pozwala usystematyzować wiedzę, pozwala dostrzec nowe możliwości lub zagrożenia, wyczuła na pewne kwestie. Jest to dobra okazja do rozpoznania rynku/środowiska, zweryfikowanie założeń projektowych, badanie trendów [5,25].

Analizę SWOT biogazowni rolniczych w Polsce przeprowadzono na podstawie informacji uzyskanych bezpośrednio z biogazowni [16], danych literaturowych [1,2,3,6,7,8,14,22], rozporządzeń i przepisów prawnych [24,27]. W opisie analizy SWOT zaproponowano rozwiązania problemów pojawiających się w obszarze słabych stron i zagrożeń.

3. POZYSKIWANIE BIOGAZU W BIOGAZOWNIACH ROLNICZYCH

Ustawa Prawo energetyczne [27] definiuje biogaz rolniczy jako paliwo otrzymywane w procesie fermentacji metanowej surowców rolniczych, produktów ubocznych rolnictwa, płynnych lub stałych odchodów zwierzęcych, produktów ubocznych lub pozostałości z przetworstwa produktów pochodzenia rolniczego lub biomasy leśnej, z wyłączeniem gazu pozyskanego z surowców pochodzących z oczyszczalni ścieków oraz składowisk odpadów.

Obecnie pracujące instalacje do produkcji biogazu rolniczego w Polsce różnią się pod względem doboru poszczególnych elementów ciągu technologicznego. W głównej mierze zależą one od lokalnych uwarunkowań, takich jak rodzaj i właściwości zastosowanych substratów, sposobu wykorzystania biogazu oraz metod zagospodarowania masy pofermentacyjnej. Schemat typowej biogazowni rolniczej w Polsce przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Schemat biogazowni: 1: obora/chlew/kurnik, 2: zbiornik wstępny, 3: odpady rolnicze/poubojowe, 4: zbiornik mieszania, 5: bioreaktor, 6: agregat kogeneracyjny, 7: zbiornik pofermentacyjny, 8: wywóz nawozu pofermentacyjnego, 9: kiszonka z kukurydzy, 10: pomieszczenia biurowe, 11: sieć elektroenergetyczna (opracowanie własne)

Najczęściej dana biogazownia stosuje kilka substratów do fermentacji metanowej, zależnie od pory roku i ich cen, aczkolwiek najczęściej podstawowym substratem jest gnojownica [7,14].

4. POZYSKIWANIE ENERGII Z BIOGAZU ROLNICZEGO W POLSCE

Pierwsze biogazownie w Polsce zaczęły powstawać przed II wojną światową, na szerszą skalę buduje się je od drugiej połowy lat 90-tych XX wieku. Jedną z pierwszych profesjonalnych biogazowni na oczyszczalni ścieków uruchomiono w 1998 r. w Inowrocławiu (moc elektryczna 320 kW, moc cieplna 540 kW). Natomiast jedną z pierwszych biogazowni wykorzystujących gaz wysypiskowy była, uruchomiona w 1996 r., instalacja w Braniewie [14].

W Polsce biogazownie rolnicze działają najczęściej w pobliżu dużych ferm zwierząt, wykorzystując jako substrat uciążliwy odpad w postaci gnojowicy i obornika. Zbiogazowanie jest dużo lepszą alternatywą w stosunku do stosowanej powszechnie metody utylizacji tych odpadów (w Polsce gnojowica i obornik wylewane są bezpośrednio na pola). W wyniku procesu zbiogazowania następuje asenizacja, co zapobiega ryzyku skażenia wód gruntowych. Ponadto, uzyskuje się energię elektryczną i ciepło, a pozostałości pofermentacyjne stosowane są jako nawóz [14].

Przyłączenie biogazowni do systemu energetycznego podlega uregulowaniom zawartym w ustawie – Prawo energetyczne i aktach wykonawczych do tej ustawy [27]. Ustawa ta nakłada na operatora systemu dystrybucyjnego gazowego obowiązek odbioru biogazu rolniczego o

parametrach jakościowych określonych w przepisach wykonawczych do ustawy, wytworzonego w instalacjach przyłączonych bezpośrednio do sieci tego operatora.

W Polsce, podobnie jak w całej Europie, prowadzi się głównie fermentację mezofilową (temp. 32-42°C), jedynie w biogazowni rolniczej w Mełnie biogaz pozyskiwany jest w wyniku fermentacji termofilowej (50-57°C). Z biogazu można pozyskać:

- energię elektryczną w silnikach iskrowych lub turbinach,
- ciepło – w kotłach gazowych,
- energię elektryczną i ciepło – w agregatach kogeneracyjnych, służących do skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła, co jest najpowszechniejszą (i praktycznie jedyną) metodą energetycznego wykorzystania biogazu w Polsce [8,14].

Zastosowanie agregatu do skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła, zapewnia wyższą sprawność całego układu, pozwalając na produkcję energii w sposób bardziej ekonomiczny. Sprawność pozyskania energii elektrycznej w najnowszych agregatach mieści się w granicach 35-40%, a sprawność odzysku ciepła wynosi 40-45%, co pozwala na uzyskanie całkowitej sprawności wykorzystania paliwa rzędu 75-85%.

W 2005 r. powstała w Polsce pierwsza duża, scentralizowana biogazownia rolnicza w PawłóWKu. Na kolejne biogazownie trzeba było czekać 3 lata. Od 2008 r. przybywa kilkanaście biogazowni rocznie. Obecnie pracuje w Polsce 60 biogazowni rolniczych o łącznej mocy 65 MW (rysunek 4) [26].



Rys. 4. Lokalizacja biogazowni rolniczych w Polsce
(opracowanie własne za [26])

4.1. Biogazownia w Pawłóoku

Nakłady inwestycyjne pierwszej scentralizowanej biogazowni rolniczej w Polsce w Pawłóoku (pomorskie) wyniosły 8 mln PLN. W biogazowni w Pawłóoku substratem do produkcji biogazu jest gnojownica pochodząca z pobliskiej fermy w Pawłóoku i Dobrzyniu (około 29 Gg/rok), kiszonka kukurydziana i odpady z pobliskich zakładów mięsnych (3,5 Gg/rok), które wcześniej poddawane są procesowi higienizacji w temperaturze 70°C oraz gliceryna (1 Gg/rok). Instalacja w Pawłóoku składa się z dwóch zbiorników fermentacyjnych, zbiornika mieszającego (wstępnego), dwóch zbiorników pofermentacyjnych, higienizatora odpadów. Pozostałość po procesie fermentacyjnym odprowadzana jest do hermetycznych zbiorników i wykorzystywana jest jako nawóz organiczny. Energia elektryczna pozyskana ze spalania biogazu wykorzystywana jest na cele własne (mieszadła, oświetlenie pomieszczeń) jak również jest przesyłana do sieci energetycznej – biogazownia pokrywa zapotrzebowanie energetyczne blisko 1800 gospodarstw indywidualnych. Wytworzone w kogeneracji ciepło wykorzystywane jest do ogrzewania fermy i pomieszczeń biurowych [7,8,14].

4.2. Biogazownia w Liszkowie

W biogazowni w Liszkowie (kujawsko-pomorskie) wykorzystywane jest szerokie spektrum substratów:

- wywar pogorzelniany: 100 Gg/rok,
- cebula: 10-12 Gg/rok,
- odpady warzywne: 6 Gg/rok,
- pulpa ziemniaczana: 2-3 Gg/rok,
- gliceryna: 2 Gg/rok,
- odpady z przetwórstwa jabłek: 300 Mg/rok,
- osad spod oczyszczania oleju: 60 Mg/rok,
- wysłodki buraczane: 15 Mg/rok [17].

W biogazowni w Liszkowie materia organiczna mogąca jeszcze być źródłem biogazu zawracana jest do ponownego przerobu. Efektem jest wysokie wykorzystanie materii organicznej w procesie. W rozwiązaniu tym nie ma również konieczności poboru wody po fermentacji ponieważ zawarta jest ona w wywarze pogorzelnianym stosowanym jako substrat. Straty wody uzupełniane są poprzez zwracanie do procesu technologicznego wody z odstojnika [17].

W biogazowni w Liszkowie do odsiarczania biogazu zastosowano metodę kolumnową zwaną inaczej odsiarczaniem suchym lub biologicznym. Wpompowany w dolną część kolumny biogaz przemieszcza się w górę. Następnie przechodzi przez złożę wypełnione granulatem tlenku żelaza, którego zadaniem jest zatrzymanie wytrącającej się siarki. W wyniku tej reakcji

wydziela się para wodna lub woda. Równocześnie z procesem odsiarczania zachodzi regeneracja złoża poprzez dodawanie sprężonego powietrza. Z uwagi na możliwość wytworzenia się mieszaniny wybuchowej biogazu z powietrzem, dawka dodawanego powietrza określona jest na minimalnym poziomie. Zaletą reakcji regeneracji jest to, że jest to proces egzotermiczny. Dzięki temu uniemożliwiona jest kondensacja pary wodnej w odsiarczalniku [17].

Agregaty prądotwórcze znajdują się w kontenerach wyposażonych w osobną maszynownię, sterownię, wentylację oraz zamontowane na dachu chłodnicę awaryjną i roboczą jak również tłumik hałasu. Zainstalowany jest również kocioł parowy, który korzysta z ciepła spalin z agregatu, wytwarza 1340 kg/h pary o ciśnieniu 8 bar, którą wykorzystuje się na potrzeby biogazowni [17].

4.3. Biogazownia w Melnie

Biogazownia w Melnie (kujawsko-pomorskie) powstała w 2011 r. celem uzyskania wysokiej efektywności produkcji energii, przy docelowej wydajności biogazu na poziomie 5,5 mln m³ rocznie. Gorzelnia i biogazownia w Melnie ściśle ze sobą współpracują. Ciepło uzyskane ze spalania biogazu w kogeneracji (rysunek 5) wykorzystywane jest do produkcji etanolu w gorzelni. Z kolei podstawowym substratem do fermentacji metanowej w biogazowni jest wywar pogorzelniany (tablica 1) [1].

Tablica 1. Materiał wsadowy/substraty dla instalacji [1].

Nazwa substratu	Razem, Gg/rok	Dostępność w miesiącach
Gnojowica świńska	6	styczeń-grudzień
Wywar pogorzelniany	41	styczeń-grudzień
Wysłodki buraczane	do 25	styczeń-grudzień
Łuska z cebuli	7	wrzesień-maj
Odpady owocowo-warzywne	2	lipiec-październik

Substraty mieszane są w zbiornikach mieszających zwanych mikserami. Na tym etapie łapacze wychwytyują kamienie. Następnie biomasa kierowana jest do maseratora, który je rozdrabnia. Po rozdrobnieniu, zawiesina trafia na płytowy wymiennik ciepła, celem jej podgrzania, a następnie do zbiornika fermentacyjnego. W zbiorniku fermentacyjnym powstaje biogaz o zawartości 55-70% CH₄, 32-37% CO₂, 0,2-0,4% N₂ oraz 6 g/100 m³ H₂S (0,01 g/100 m³ po odsiarczeniu). Odsiarczony biogaz zbierany jest w balonie, skąd sprężarki przemieszczają go do silników kogeneracyjnych [1].



Rys. 5. Układy kogeneracyjne w Mielnie (fot. B. Igliński)

5. ANALIZA SWOT BIOGAZOWNI ROLNICZYCH

Na podstawie informacji uzyskanych od wytwórców biogazu rolniczego [16], danych literaturowych [1,2,3,6,7,8,14,22] i przepisów prawnych [24,27] sporządzono analizę SWOT biogazowni rolniczych w Polsce (tablica 2).

Tablica 2. Analiza SWOT biogazowni rolniczych w Polsce [1,2,3,6,7,8,14,16,22,24,27].

Mocne strony	Słabe strony
– dobrze rozwinięte rolnictwo i znaczny potencjał – technologia dezodoryzująca i unieszkodliwiająca odpady – efekt ekologiczny – zwiększenie plonów dzięki wykorzystaniu pulpy pofermentacyjnej jako nawozu – najczęściej stosowana jest technologia kogeneracji energii – możliwość wykorzystania na miejscu i/lub przesłania wyprodukowanej energii – wzrost zatrudnienia	– zbyt mała pomoc finansowa przy realizacji inwestycji – wysokie koszty inwestycyjne – długi proces inwestycyjny – problemy z przyłączeniem do sieci elektroenergetycznej – problem z zagospodarowaniem ciepła – opór społeczności lokalnej
– Szanse	– Zagrożenia
– szybki rozwój technologii biogazowej – wykorzystanie biogazu jako paliwa motoryzacyjnego – zagospodarowanie ciepła ze spalania biogazu do ogrzewania upraw szklarniowych	– niestabilność cen substratów pochodzących z rolnictwa – brak gwarancji stabilnych dostaw wsadu w biogazowniach rolniczych – spadek cen paliw konwencjonalnych

5.1. Mocne strony

Do mocnych stron energetyki biogazowej należy zaliczyć fakt, że Polska, jako kraj rolniczy, posiada duży potencjał biomasy. W produkcji biogazu mogą być wykorzystywane uprawy celowe (np. kukurydza), jak i szerokie spektrum odpadów, w tym uciążliwa gnojowica. W celu oszacowania możliwej do uzyskania ilości biogazu z odchodów zwierzęcych przyjęto następujące założenia:

- potencjał techniczny biogazu rolniczego z odchodów zwierząt w Polsce przyjęto na poziomie 25% potencjału teoretycznego,
- wprowadzono współczynniki przeliczeniowe sztuk zwierząt na duże jednostki przeliczeniowe inwentarza *DJP* (500 kg) [14] – dla bydła przelicznik 0,8, dla trzody chlewnej 0,2, dla drobiu 0,004,
- liczbę zwierząt zaczerpnięto z danych GUS [11],
- średnia ilość gnojowicy na w przeliczeniu na 1 *DJP* wynosi 44,9 kg dla bydła, 43,5 kg dla trzody chlewnej oraz 26,8 kg dla drobiu [14],
- uzysk biogazu z 1 Mg gnojowicy bydłowej wynosi 50 m³, z gnojowicy świńskiej 55 m³, zaś z pomiotu ptasiego 140 m³ [7].

Ilość biogazu, jaką można uzyskać z odchodów zwierzęcych [mln m³] można obliczyć ze wzoru

$$V_g = 91 \cdot DJP \cdot L \cdot I \cdot U_g \quad (1)$$

gdzie: V_g – objętość biogazu z gnojowicy, mln m³,

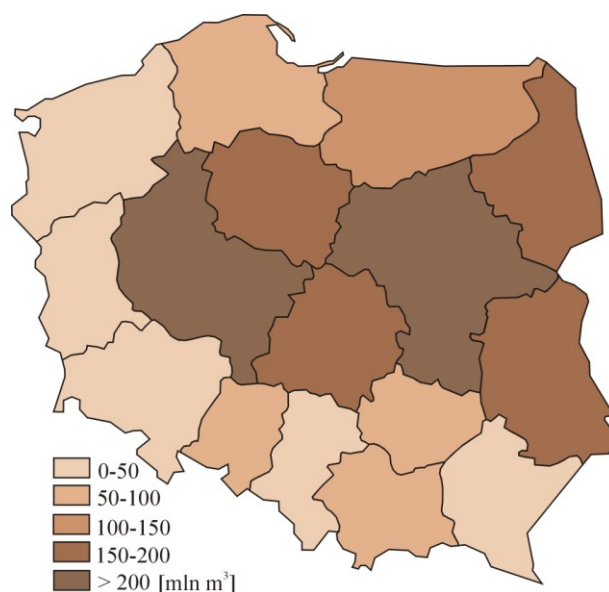
DJP – duża jednostka przeliczeniowa,

L – liczba zwierząt, tys. sztuk,

I – średnia ilość gnojowicy powstającej w ciągu doby/1 *DJP*, kg,

U_g – wydajność biogazu z danej gnojowicy, m³/dobę.

Na rysunku 6 przedstawiono objętość biogazu, którą można otrzymać z gnojowicy krowiej, świńskiej i pomiotu ptasiego Polsce. Największym potencjałem charakteryzują się województwa centralne – jest tam najwięcej dużych ferm zwierząt gospodarskich: województwo wielkopolskie (387 mln m³) i województwo mazowieckie (272 mln m³). Warto zaznaczyć, że obecnie w Polsce najwięcej biogazowni rolniczych znajduje się w województwie pomorskim i zachodniopomorskim. Mimo, że województwa te nie posiadają największego potencjału biogazu z gnojowicy, to duże zainteresowanie inwestorów i przychylność społeczności lokalnej sprawia, że istnieją tam dogodne warunki do budowy biogazowni.



Rys. 6. Objętość biogazu możliwa do pozyskania z odchodów zwierzęcych w Polsce w mln m³ (opracowanie własne)

Mocną stroną energetyki biogazowej jest również fakt, iż jest to technologia dezodoryzująca i unieszkodliwiająca odpady. Biogazownia pozwala w sposób kontrolowany zagospodarować odpadową materię organiczną. W wyniku naturalnych procesów rozkładu biomasy powstaje metan, który przedostając się do atmosfery wzmaga efekt cieplarniany. Według danych Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami [18] emisja metanu w Polsce jest największa właśnie z rolnictwa – 35,5%. Energetyczne wykorzystanie biogazu rolniczego pozwala ograniczyć emisję CO₂, który powstałby podczas spalania paliw konwencjonalnych [22]. Dodatkowo, biogazownia rolnicza pozwala utylizować uciążliwe odpady, jak np. gnojowica.

Możliwość wykorzystania w biogazowni substratów traktowanych często jako odpady niebezpieczne, jak np. odpady poubojowe, pozwala zutylizować je w sposób bezpieczny, poprawiając tym samym standardy sanitarne. Produkcja biogazu pozwala również na znaczną redukcję emisji odorów, wydzielanych w dużych ilościach podczas naturalnego rozkładu odchodów zwierzęcych [7,14].

Kolejną mocną stroną energetyki biogazowej jest fakt, że poferment jest dobrym, naturalnym nawozem rolniczym, zwiększając plony. Poferment może być bezpośrednio wylewany na pola bądź suszony i przerabiany na pelety. Pelety mogą z powodzeniem być wykorzystywane jako opał bądź jako suchy, niemal bezwonny nawóz [19].

Zastosowanie agregatu do skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła, zapewnia wyższą sprawność całego układu, pozwalając na produkcję energii w sposób bardziej ekonomiczny. Sprawność pozyskania energii elektrycznej w najnowszych agregatach mieści się w

granicach 35-40%, a sprawność odzysku ciepła wynosi 40-45%, co pozwala na uzyskanie całkowitej sprawności wykorzystania paliwa rzędu 75-85%. Biogazownie rolnicze zalicza się do mikrogeneracji rozproszonej [6].

Wytworzona energia elektryczna wykorzystywana jest na miejscu lub/i sprzedawana. Wytworzone ciepło wykorzystywane jest do ogrzania budynków biogazowni, czasem pobliskich ferm, wykorzystywane na cele gospodarcze (np. biogazownia w Mełnie) bądź sprzedawane. Najlepsi odbiorcy ciepła to tacy, którzy w ciągu całego roku mają duże (stałe) zapotrzebowanie na ciepło, jak producenci mięsa, hodowcy roślin i zwierząt wodnych, baseny, centra SPA, pralnie, szpitale, itp. Ciepło z biogazowni może być również wykorzystywane do produkcji chłodu (np. dla przemysłu rybnego czy mleczarskiego). Co więcej, jak pokazują przykłady niemieckich biogazowni (np. w Rieth), ciepło z biogazowni może być wykorzystywane do ogrzewania np. chlewni zimą oraz do jej chłodzenia latem. Wykazano, że system chłodzący pozytywnie wpływa na zdrowie świń oraz latem przyczynia się do zmniejszenia o około 50% natężenia nieprzyjemnego zapachu. W końcu, ciepło może być wykorzystane do produkcji prądu elektrycznego. Przykładowo, w czeskiej biogazowni w miejscowości Valovice wykorzystuje się technologię ORC do wytwarzania energii elektrycznej. Przy pomocy systemu ORC o mocy 100 kW, dodatkowo jest generowane około 750 MWh prądu rocznie [2,3,7,14,].

Biogazownia rolnicza pozwala znaleźć zatrudnienie 6-10 osób w samej tylko biogazowni. Oznacza to, że w polskich biogazowniach rolniczych zatrudnionych jest około 500 osób. Warto podkreślić, że biogazownie pracują na terenach wiejskich, o dużym bezrobociu. Co więcej, praca w biogazowni jest dużo bezpieczniejsza niż np. górnika pod ziemią.

Większość materiałów i usług przy budowie biogazowni to lokalni dostawcy. Biogazownie zlecają prace firmom lokalnym podczas eksploatacji biogazowni, takie jak: prace modernizacyjne, naprawy gwarancyjne i pogwarancyjne, prace serwisowe, prace konserwatorskie.

Wybiegając w przyszłość, być może w Polsce powstanie nawet 2 tysiące biogazowni rolniczych. Oznaczałoby to pracę 12-20 tysięcy osób.

5.2. Słabe strony

Inwestorzy i właściciele podkreślają, że kapitałochłonna budowa biogazowni napotyka na bariery ekonomiczne, a wśród nich niedobór programów pomocy finansowej podczas realizacji projektu. Inwestorom trudno spiąć montaż finansowy, bo banki wstrzymały pomoc finansową na tego typu przedsięwzięcia, a pieniądze z banków rzutują na wkład własny inwestorów, który jest niezbędny. Rozwój sektora biogazowni zależy w dużym stopniu od regulacji dotyczących wsparcia dla odnawialnych źródeł energii w postaci zielonych certyfikatów. Niestety, wciąż nie wiadomo, jak te regulacje będą wyglądały w przyszłości. Dlatego bez możli-

wości pozyskania wsparcia na ten cel inwestorzy nie palą się do podjęcia ryzyka związanego z budową i prowadzeniem biogazowni [16].

Potencjalnych inwestorów odstrasza również koszt budowy biogazowni, który wynosi 20-25 mln PLN/MW. Jest to znacznie więcej niż w przypadku np. turbin wiatrowych – średni koszt instalacji elektrowni wiatrowej w Polsce wynosi około 6,3 mln PLN w przeliczeniu na 1 MW zainstalowanej mocy, z czego 85% to koszt samej turbiny i wirników [16].

Budowa biogazowni rolniczej to proces wieloetapowy i bardzo złożony. W pierwszej kolejności należy także przeanalizować szanse na uzyskanie pozytywnej decyzji lokalizacyjnej. Wnioskodawca starający się o lokalizację biogazowni rolniczej, składa wniosek do Prezydenta Miasta, Burmistrza, Wójta (do jednostki samorządowej szczebla podstawowego jakim jest gmina), w którym informuje o zamiarze inwestycji na terenie gminy, którym jest budowa biogazowni rolniczej. Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach jest niezbędna do uzyskania decyzji umożliwiających przeprowadzenie procesu inwestycyjnego. Organem właściwym do wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach jest kierownik jednostki samorządowej stopnia podstawowego (gminy). Organem właściwym do wydania opinii w zakresie stwierdzenia obowiązku przeprowadzenia oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko ze względu na ochronę zdrowia i życia ludzi jest Państwowy Powiatowy Inspektor Sanitarny, a ze względu na ochronę środowiska -Regionalny Dyrektor Ochrony Środowiska. Przyjętą normą jest, że przy wydaniu decyzji lokalizacyjnej na budowę biogazowni rolniczej zawsze należy konsultacje społeczne organizować przez jednostki samorządowe. Celem konsultacji jest poprawa jakości decyzji i legislacji. Decyzje mogą wtedy uwzględniać zróżnicowane potrzeby obywateli, grup, środowisk i instytucji społeczeństwa obywatelskiego [7,14].

Budowa biogazowni rolniczej wymaga podpisywania umów z wieloma podmiotami i na różnym etapie realizacji inwestycji. Typowymi umowami związanymi z budową i eksploatacją biogazowni rolniczych są umowy na: dostawę technologii, wykonawstwo inwestycji, kompleksowe wykonanie prac projektowych, dostawę substratów, przyłączenie do sieci elektroenergetycznej (czasem z tym jest duży problem), dostawę i odbiór mediów, w tym sprzedaż ciepła, ubezpieczenie w okresie budowy, finansowanie projektu inwestycyjnego [8].

Jak już wcześniej napisano, ciepło z biogazowni rolniczej może być zagospodarowane na wiele sposobów. Niestety, niektóre z już pracujących biogazowni ma problem z zagospodarowaniem ciepła, szczególnie w miesiącach letnich. Właśnie ze względu na produkcję ciepła obiekty te powinny być budowane w pobliżu (do 4 km) potencjalnych odbiorców ciepła. Ze względu na duże koszty budowy instalacji zalecane jest zawieranie umów długoterminowych z odbiorcami ciepła [16].

Mniej więcej co druga inwestycja w biogazownię rolniczą napotkała/napotyka na opór społeczny. Jako główne przyczyny sprzeciwu można podać:

- obawa przed zmianą – nowa inwestycja wzbudza wątpliwości co do bezpieczeństwa i komfortu życia,
- brak wiarygodnych źródeł informacji na temat biogazowi,
- aktywne działania przeciwników, operujące często na emocjonalnych, często wybiórczych danych,
- efekt NIMBY – akceptacja potrzeby rozwoju sektora OZE, ale „nie w moim sąsiedztwie” [16].

Za powodzenie przedsięwzięcia budowy biogazowni odpowiada przede wszystkim jej odpowiednia lokalizacja, zapewnienie dodatkowej inwestycji dla społeczności lokalnej (np. plac zabaw dla dzieci), przetwarzanie głównie substratów roślinnych, odpowiednia postawa inwestora, współpraca władz i inwestora oraz zapewnienie rzetelnej wiedzy mieszkańcom.

Większa przychylność władz lokalnych, jak i pomoc finansowa podczas realizacji inwestycji przyczyniłoby się do szybszego rozwoju technologii biogazowej w Polsce. Inwestorów odstrasza mnogość dokumentacji i pozwoleń, które trzeba uzyskać. Należałoby je uprościć. Ważna jest edukacja nie tylko społeczności lokalnej, ale całego społeczeństwa, jak również władz lokalnych czy nawet inwestorów. Zdobyta wiedza pozwoliłaby inwestorom wybierać odpowiednią lokalizację biogazowni, a społeczeństwu dałaby pewność, że są bezpieczni.

5.3. Szanse

Na całym świecie prowadzi się szeroko zakrojone badania, zarówno w skali laboratoryjnej, jak i technicznej nad optymalizacją procesu pozyskania biogazu rolniczego. Przykładowo, Dach i współpracownicy [9] w skali laboratoryjnej wykazali, że już niewielki dodatek (5%) gliceryny podnosi wydajność fermentacji metanowej o 55%; zastosowanie 10%-wego dodatku gliceryny, wydajność wzrasta o 81%. Z kolei Lemmer i współpracownicy [20] pracowali w pełnej skali nad optymalizacją pracy mieszadeł w komorze fermentacyjnej. Okazało się, że zastosowanie mieszadeł śmigłowych pozwala zaoszczędzić aż 70% energii elektrycznej, przy niemal identycznych parametrach fermentacji metanowej. Liczba publikacji i patentów dotyczących technologii biogazowej wynosi kilkadziesiąt tysięcy rocznie i rośnie z każdym rokiem.

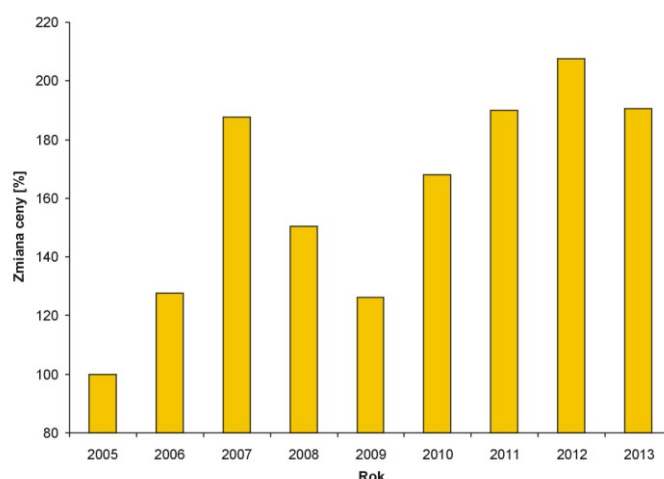
W Polsce biogaz wykorzystuje się do produkcji energii elektrycznej i ciepła. W innych krajach, wzrasta jego rola jako paliwa motoryzacyjnego. Biogaz, po wzbogaceniu, jako biometan, stosowany jest do zasilania samochodów osobowych, autobusów czy pojazdów wolnobieżnych. Przykładowo, biogazownia rolnicza w Linköping (Szwecja) dostarcza paliwo dla autobusów miejskich, taksówek i odbiorców indywidualnych [21].

Część z istniejących, jak i projektowanych biogazowni ma problem z zagospodarowaniem ciepła. Dobrym rozwiązaniem jest wykorzystanie ciepła spalania biogazu do ogrzewania

upraw szklarniowych. Jako pierwsza pomysł ten zrealizowała biogazownia w miejscowości Koczergi (lubelskie). Ciepło z biogazowni przez cały rok ogrzewa szklarnie, głównie z pomidorami, o powierzchni 4 hektarów [28]. Połączenie szklarni z biogazownią umożliwia zmniejszenie lub zupełne wyeliminowanie nawozów mineralnych, gdyż mogą one być zastąpione masą pofermentacyjną z biogazowni. Masa ta jest bogata we wszystkie składniki mineralne potrzebne roślinom. Do uprawy szklarniowej potrzeba mniej wody z zewnątrz, gdyż do produkcji biogazu potrzebne są duże ilości wody, którą można wykorzystać do fertygacji roślin. Woda ta zawiera wiele związków mineralnych i może być po odpowiednim przygotowaniu wykorzystywana w tymże celu. Dzięki biogazowni rośliny mogą mieć zawsze optymalny poziom CO_2 . Biogaz spalany w odpowiednich warunkach i przy zastosowaniu odpowiednich filtrów jest znakomitym źródłem CO_2 do dokarmiania roślin.

5.4. Zagrożenia

Do głównych zagrożeń rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce należy zaliczyć niestabilność substratów, przykładowo kukurydzy (rysunek 7). Nagły wzrost cen surowców do fermentacji metanowej stawia biogazownię niemal na skraju bankructwa. Dobrym rozwiązaniem problemu jest podpisywanie długoterminowych umów na dostawę substratów dla biogazowni.



Rys. 7. Dynamika zmian cen kukurydzy w % w latach 2005-13 [12]

Inwestorzy zmagają się z problemem zapewnienia nieprzerwanych dostaw podstawowych substratów procesu fermentacji. Ciągłość dostaw wymaga rozwoju sieci logistycznej, co generuje dodatkowe koszty i niekorzystnie wpływa na ekonomikę przedsięwzięcia. Już na etapie wyboru lokalizacji pod bioelektrownię, należy uznać ten problem za priorytetowy – obiekt musi znajdować się w pobliżu surowca. Dobrze posadowione są biogazownie, np. Poldanoru (Giżyń, Koczal, Naław, Pawłówko, Płaszczyc, Świelino, Uniechówek) – pracujące w oparciu o gnojowicę z pobliskich ferm [29]. Innym rozwiązaniem problemu dostawy surowca, jest opisywana już wcześniej biogazownia w miejscowości Koczergi (lubelskie).

Od połowy 2014 r. obserwuje się systematyczny spadek cen paliw konwencjonalnych. Cena tony węgla na rynkach światowych na początku 2015 spadła poniżej 60 USD za tonę, cena ropy naftowej spadła poniżej 60 USD za baryłkę. Jeśli tendencja się utrzyma, może to zahamować dalszy rozwój biogazowni rolniczych. Decydując się na budowę biogazowni, należy zagwarantować odpowiednią ilość i jakość tanich substratów, jak i znaleźć odbiorców na ciepło. Wówczas budowa bioelektrowni jest opłacalna.

6. PODSUMOWANIE

Mimo wielu problemów, szanse na dalszy rozwój biogazowni rolniczych w Polsce są duże. Właściciele dużych ferm zwierzęcych i zakładów rolno-spożywczych upatrują w biogazowniach sposób na zagospodarowanie gnojowicy czy odpadów rolno-spożywczych. Potencjalnych inwestorów nadal odstrasza rozbudowana biurokracja, wysokie koszty, długi okres inwestycyjny. Uproszczenie przepisów prawnych i większa pomoc finansowa przyczyniłyby się do szybszego rozwoju technologii biogazowej w Polsce.

Bardzo ważna jest właściwa lokalizacja biogazowni rolniczej – w pobliżu źródła surowca do produkcji biogazu, jak i odbiorcy ciepła i pofermentu. Aby zapobiec protestom społecznym, biogazownia powinna być w pewnej odległości od siedzib ludzkich, najlepiej otoczona pasmem drzew. Inwestor powinien nawiązać współpracę ze społecznością lokalną, rzetelnie przedstawiając wady i zalety biogazowni rolniczych.

Biogazownia rolnicza pozwala nie tylko na produkcję energii w kogeneracji, ale również na utylizację uciążliwych odpadów rolniczych, jak gnojowica. Odpady te, ulegając rozkładowi emitowałyby odory oraz metan. Metan powoduje zagrożenie pożarowe, jest również gazem cieplarnianym – jego potencjał cieplarniany jest 72-krotnie większy niż dwutlenku węgla.

Rozwój biogazowni rolniczych, przynajmniej w pewnym stopniu, pozwoli ograniczyć bezrobocie na obszarach wiejskich, w tym w Polsce wschodniej. Jedna biogazownia rolnicza zatrudnia 6-10 osób; dodatkowo budowa, remonty i konserwacja bioelektrowni zapewnia pracę dla pobliskich firm. Budowa i eksploatacja biogazowni realizowana jest dzięki (najczęściej) polskim materiałom budowlanym, a to z kolei zapewnia pracę kolejnym firmom. Co więcej, praca w biogazowni jest bezpieczniejsza niż w przypadku wielu grup zawodowych.

LITERATURA

- [1] Buczkowski R., Igliński B., Cichosz M., Ojczyk G., Stańczak M., Piechota G.: *Biomasa w energetyce*. Wyd. UMK, Toruń 2012.
- [2] Budzianowski W.M., Chasiak I.: *The expansion of biogas fuelled power plants in Germany during the 2001-2010 decade: Main sustainable conclusions for Poland*. Journal of Power Technologies 91(2) (2011) 102-113.
- [3] Budzianowski W.M.: *Sustainable biogas energy in Poland: prospects and challenges*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 16(1) (2012) 342-349.
- [4] Chen W-M., Kim H., Yamaguchi H.: *Renewable energy in eastern Asia: Renewable energy policy review and comparative SWOT analysis for promoting renewable energy in Japan*. South Korea, and Taiwan, Energy Policy 74 (2014) 319-329.
- [5] Chermack T.J., Bernadette K.K.: *The use of and misuse of SWOT analysis and implications for HRD professionals*. Human Resource Development International 10(4) (2007) 383-399.
- [6] Chmielewski A., Gumiński R., Radkowski S., Szulim P.: *Aspekty wsparcia i rozwoju mikrokogeneracji rozproszonej na terenie Polski*. Rynek Energii, 6(115), 2014.
- [7] Curkowski A., Mroczkowski P., Oniszk-Popławska A., Wisniewski G.: *Biogaz rolniczy – produkcja i wykorzystanie*. Mazowiecka Agencja Energetyczna Sp. z o.o., Warszawa 2009.
- [8] Curkowski A., Oniszk-Popławska A., Mroczkowski P., Zowski M., Wiśniewski G.: *Przewodnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych*. Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2011.
- [9] Dach J., Zbytek Z., Pilarskie K., Adamski M.: *Badania efektywności wykorzystania odpadów z produkcji biopaliw jako substratu w biogazowni*. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna 6, 2009.
- [10] Główny urząd Statystyczny, *Energia ze źródeł odnawialnych w 2013 r. – notatka informacyjna*.
- [11] Główny Urząd Statystyczny, *Rocznik statystyczny rolnictwa 2014*, Warszawa 2014.
- [12] Główny Urząd Statystyczny, *Roczniki statystyczne rolnictwa 2006-14*, Warszawa 2006-14.

- [13] Igliński B., Kujawski W., Buczkowski R., Cichosz M.: *Renewable energy in the Kujawsko-Pomorskie Voivodeship (Poland)*. *Renew Sust Energ Rev* 2010;14(4):1336-41.
- [14] Igliński B., Buczkowski R., Iglińska A., Cichosz M., Piechota G., Kujawski W.: *Agricultural biogas plants in Poland: investment process, economical and environmental aspects, biogas potencial*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16(7), 4890-4900, 2012.
- [15] Igliński B., Buczkowski R., Cichosz M., Piechota G., Kujawski W., Plaskacz M.: *Renewable energy production in the Zachodniopomorskie Voivodeship (Poland)*. *Renew Sust Energ Rev* 2013;27:768-77.
- [16] Informacje uzyskane od właścicieli biogazowni rolniczych.
- [17] Kocińska K.: *Pozyskiwanie biogazu z materiału roślinnego w biogazowni Liszkowo*. Praca magisterska, UMK, Toruń 2010.
- [18] Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, *Krajowy raport inwentaryzacyjny 2011*, Warszawa 2011.
- [19] Kratzeisen M., Starcevic N., Martinov M., Muller J.: *Applicability of biogas digestate as solid fuel*. *Fuel* 89, 2544-2548, 2010.
- [20] Lemmer A., Naegele H-J., Sondermann J.: *How efficient are agitators in biogas digesters? Determination of the efficiency of submersible motor mixers and incline agitators by measuring nutrient distribution in full-scale agricultural biogas digesters*. *Energies* 2013, 6(12), 6255-6273.
- [21] Martin M.: *The "biogasification" of Linköping. A large technical systems perspective*. Environmental Technology and Management, Linköping University, Linköping 2009.
- [22] Mendecka B., Koziół J.: *Ocena efektów ekologicznych substitucji paliw nieodnawialnych przez odnawialne źródła energii*. *Rynek Energii* 6(115), 100-104, 2014.
- [23] Minister Gospodarki: *Krajowy Plan Działania w Zakresie Energii ze Źródeł Odnawialnych*, Warszawa 2010.
- [24] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko, *Dziennik Ustaw* nr 257, poz. 2573.

- [25] Terrados J., Almonacid G., Hontoria L.: *Regional energy planning through SWOT analysis and strategic planning tools. Impact on renewables development: Renewable and Sustainable Energy Reviews* 11 (2007) 1275-1287.
- [26] Urząd Regulacji Energetyki, Mapa odnawialnych źródeł energii <http://www.ure.gov.pl/uremapoze/mapa.html> (wejście 09.02.15).
- [27] Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 Prawo energetyczne, Dz.U. 1997 Nr 54 poz. 348, <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU19970540348> (wejście 24.01.15).
- [28] www.elektroonline.pl/news/6748,Pierwsza-w-Polsce-biogazownia-ogrzewajaca-szklarnie (wejście 28.01.15)
- [29] www.poldanor.com.pl/pl/produkcja-energii-z-biogazu/o-biogazie (wejście 30.01.15).

AGRICULTURAL BIOGAS PLANTS IN POLAND – CURRENT STATUS, POTENTIAL, SWOT ANALYSIS

Key words: agricultural biogas plants, renewable energy, SWOT analysis, Poland

Summary. The current state, the potential and the SWOT analysis of agricultural biogas plants in Poland have been presented. Currently, there are 60 agricultural biogas plants operating, of total power of 65 MW. Slurry is the main substrate in the process of methane fermentation. The SWOT analysis shows the strengths and weaknesses of the biogas power sector in Poland as well as the opportunities and threats to its further development in Poland. When discussing the SWOT analysis, solutions to problems arising from weaknesses and threats have been suggested.

Bartłomiej Igliński, dr, adiunkt w Zakładzie Chemicznych Procesów Proekologicznych, Wydziału Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Specjalność: energetyka odnawialna, techniki membranowe, inżynieria środowiska.
E-mail: iglinski@chem.umk.pl.

Roman Buczkowski, dr hab., prof. UMK, kierownik Zakładu Chemicznych Procesów Proekologicznych, Wydziału Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Specjalność: energetyka odnawialna, krystalizacja, inżynieria środowiska.
E-mail: rbucz@chem.umk.pl.

Marcin Cichosz, dr, adiunkt w Zakładzie Chemicznych Procesów Proekologicznych, Wydziału Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Specjalność: energetyka odnawialna, krystalizacja, inżynieria środowiska.
E-mail: chemik@chem.umk.pl.