

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII W GOSPODARSTWACH ROLNYCH I GMINACH WIEJSKICH

Patrycja Sałagan, Tomasz K. Dobek
*Katedra Budowy i Użytkowania Urządzeń Technicznych,
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie*

Paweł Wieliczko
Centrum Energii Sp. z o.o.

Streszczenie. W artykule przedstawiono ekonomiczne aspekty budowy biogazowni rolniczej na terenach gmin wiejskich i indywidualnych gospodarstwach rolnych. Obliczenia przeprowadzone zostały dla biogazowni wykorzystującej jako substraty gnojowicę, kiszonkę z kukurydzy oraz substrat uzupełniający w postaci żyta, a moc zainstalowana w analizowanej biogazowni wynosiła 511 kW. Wyniki przeprowadzonej analizy wykazały, że bez wsparcia państwa w zakresie OZE budowa biogazowni rolniczej nie jest uzasadniona ekonomicznie.

Słowa kluczowe: odnawialne źródła energii, aspekt ekonomiczny, gospodarstwa rolne, gminy wiejskie

Wstęp

W nowoczesnym modelu społeczeństwa promuje się ekologiczne podejście do codzienności. Ostatnie lata, to technologie oszczędnych samochodów, niskoenergetyczne domy, małe instalacje energetyczne dla gospodarstw domowych. Wiąże się to nieodzownie z rozwojem sektora odnawialnych źródeł energii. Liderami w tej dziedzinie są społeczeństwa skandynawskie, gdzie można mówić o „eko-kulturze”, w dużym stopniu wspierającej lokalnych producentów, w szczególności z sektora spożywczego. Tam także koncentruje się duży odsetek instalacji związanych z oszczędzaniem energii, a także z „energią zieloną”. Przykładem jest duńska wieś Stenløse w gminie Egedal, gdzie miejscowa rada gminy przeznaczyła obszar o powierzchni 100 hektarów pod budowę wyłącznie obiektów o niskim zużyciu energii [www.wiecejtleni.pl, www.ecobuilding-club.net]. Wykorzystano tam badania wskazujące, że sektor budownictwa, odpowiada za zużycie 40% energii wykorzystywanej w Unii Europejskiej. Wprowadziła ona rygorystyczne wymagania dla budynków powstających na tym terenie i wdrożyła jednocześnie system zachęt podatkowych wspierających wznoszenie budowli w energooszczędnych, ale droższych technologiach.

Współcześnie wykorzystanie odnawialnych źródeł energii na obszarach wiejskich staje się gospodarczą koniecznością, zarówno ze względów ekonomicznych, energetycznych, jak i ekologicznych. Już teraz na obszarach wiejskich obserwuje się większe zainteresowanie w zakresie wykorzystania agropaliw, pomp ciepła, czy energii słonecznej. Związane jest to z nakładami finansowymi poniesionymi na zakup instalacji oraz wymiernymi korzyściami w postaci oszczędności i zmniejszenia zużycia innych nośników energii [Wójcicki 2001]. Jednak dużym potencjałem odznacza się również sektor biomasy, w tym biogazu rolniczego. W krajowych indywidualnych gospodarstwach rolnych szerokie zainteresowanie mogłyby znaleźć biogazownie o mocy do 300 kW. Biogazownie wykonywane według nowoczesnych technologii charakteryzują się lepszą efektywnością, zwłaszcza przy dużych wartościach zainstalowanej mocy energetycznej (mocy elektrycznej i cieplnej). Najefektywniejszym wariantem biogazowni są instalacje o mocy 500 kW i więcej [Romaniuk i in. 2010]. Można uznać to za ogromną szansę dla gmin wiejskich posiadających duży potencjał rolniczy. Celem publikacji była analiza możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii, w szczególności biogazu, w gminach wiejskich i indywidualnych gospodarstwach rolnych oraz analiza ekonomiczna możliwości budowy instalacji biogazowych na obszarach wiejskich.

Charakterystyka OZE i możliwości ich wykorzystania w kontekście zobowiązań unijnych

Założenia polityki ekologicznej państwa w zakresie OZE określone zostały m.in. w „Założeniach Polityki Energetycznej Polski do roku 2030” oraz „Strategii Rozwoju Energetyki Odnawialnej”. Ponadto ostatnia nowelizacja Ustawy Prawo Energetyczne wprowadza definicję biogazu rolniczego [Dz.U.06.89.625 z późn. zm.]. Ustawa Prawo Energetyczne nakłada obowiązek na gminy w zakresie zaopatrzenia w energię elektryczną, ciepło i paliwa gazowe (art. 18). Stwarza to ogromne możliwości rozwoju odnawialnych źródeł energii, szczególnie w gminach wiejskich, gdzie dominuje sektor rolniczy.

W gospodarstwach rolniczych i w indywidualnych domach mieszkańców wsi zmienia się struktura użytkowania surowców na cele grzewcze, co uwidacznia się zmniejszeniem zużycia węgla i koksu. Przewiduje się, iż na terenach wiejskich wzrośnie wykorzystanie w zakresie agropaliw, pomp ciepła i energii słonecznej. Natomiast zwiększenie zużycia odpadów drzewnych, biomasy, w tym również słomy, oraz biogazu, energii geotermalnej, wodnej i wiatrowej będzie możliwe w przypadku wprowadzenia zespołowych, samorządowych lub przemysłowych ciepłowni, elektrowni i instalacji OZE [Wójcicki 2001].

Powyższe przykłady zastosowania OZE w różnych aspektach, zarówno wytwarzania energii elektrycznej, cieplnej, jak i mechanicznej w gospodarstwach indywidualnych, czy na szczeblu gminy dają obraz istotnego udziału w bilansie energetycznym. Potencjalnie największym odbiorcą energii ze źródeł odnawialnych może być rolnictwo, czy gospodarstwa indywidualne. Duży potencjał rozwoju upatruje się na obszarach gmin wiejskich. W tabeli 1 przedstawiono prognozę stanu i rozwoju OZE na wsi i w rolnictwie na terenie Polski.

Możliwości wykorzystania...

Tabela 1. Stan i prognoza rozwoju odnawialnych źródeł energii na wsi i w rolnictwie
Table 1. Condition and forecast of development of renewable sources of energy in the country and in agriculture

Rodzaj nośnika energii odnawialnej i innej niekonwencjonalnej	Wykorzystanie OZE na wsi i rolnictwie – w PJ w roku:				Struktura % w roku 2020
	1996	2000	2010	2020	
Drewno i odpady drzewne	50	55	65	80	34
Pozostała biomasa (spalanie)	0,5	1	5	25	10
Agropaliwa (etanol, rzepak)	2	3	10	30	13
Biogaz (paliwa gazowe)	0,5	1	3	8	3
Odzyskiwane ciepło (geotermalne i inne)	1	2	5	15	6
Energia wodna	2	3	6	20	8
Energia wiatrowa	0,5	0,5	2	8	3
Energia słoneczna	2	3	15	40	17
Inna niekonwencjonalna	1,5	1,5	4	14	6
Razem wieś i rolnictwo	60	70	115	340	100
Udział % w:					
- łącznym wykorzystaniu OZE w kraju	50	44	34	32	-
- ogólnym bilansie energetycznym	1,5	1,7	2,5	4,5	-

Źródło: [Wójcicki 2001]

Energia z biogazu

Biogazownia rolnicza może być dochodowa pod warunkiem wykorzystania efektu skali takiego jak: infrastruktura, lokalizacja, dobór substratów, ocena ryzyka itp. Jednostkowe nakłady inwestycyjne rosną lub maleją wraz ze zmianą mocy instalacji. W warunkach polskich nie jest możliwe określenie techniczno-ekonomicznych kryteriów podziału na mikro-biogazownie (np. poniżej 100 kWel - moc elektryczna), małe biogazownie (np. 100-500 kWel), średnie (np. 500-1.000 kWel) i duże (np. powyżej 1.000 kWel), brak bowiem doświadczeń krajowych w tym względzie. Nie wiadomo też do jakiej wielkości pojedynczej biogazowni działa efekt skali, o którym decydują elementy takie, jak konieczność rozbudowy niezbędnej infrastruktury, *etc.* Różnie także wygląda rozkład ryzyka w dużych i małych obiektach, wpływając na działalność podstawową inwestora. Wyżej wymienione zagadnienia muszą być zawsze elementem indywidualnej oceny inwestycji [Cukrowski i in. 2011]. Wysokość nakładów związanych z budową biogazowni rolniczej zależy od lokalizacji, technologii, doboru substratów i przede wszystkim wielkości biogazowni. Zakres inwestycji zwykle wiąże się z przygotowaniem samej biogazowni, jak i przystosowaniem otoczenia. Pierwszym etapem jest szacowanie całkowitych kosztów inwestycji, zarówno na etapie budowy, jak i eksploatacji. Istotny jest rozpatrywany horyzont czasowy, który nie powinien być krótszy niż dziesięć lat, a w praktyce odniesie się do całego okresu funkcjonowania biogazowni.

Koszty inwestycji klasyfikuje się według nakładów na środki trwałe, koszty rozruchu oraz zmiany w kapitale obrotowym. W przypadku biogazowni – podobnie, jak przy innych inwestycjach energetycznych – wymagane jest założenie spółki celowej, która będzie obsługiwała inwestycję oraz eksploatację obiektu. Instytucja finansująca jest wtedy zainteresowana przepływami pieniężnymi i zyskami generowanymi tylko przez tę jednostkę, która

jako kredytobiorca spłaca poszczególne raty i jednocześnie jej aktywa są źródłem zabezpieczenia (project finance). Wyodrębnienie spółki pozwala też na lepszą kontrolę kosztów, rozliczenia inwestycji oraz ewentualnego jej zbycia. Nabywa się bowiem udziały w spółce, nie zaś poszczególne składniki majątku trwałego.

W przypadku finansowania biogazowni można wyodrębnić cechy charakterystyczne [Cukrowski i in. 2011]:

- wysoki stopień złożoności prawnej, organizacyjnej i finansowej projektu oraz konieczność tworzenia szczegółowych studiów wykonalności i celowości,
- długi okres finansowania powiązany z odroczonym w czasie uzyskaniem korzyści,
- wysoki poziom ryzyka wynikający z okresu realizacji inwestycji oraz wysokiego odsetka udziału kredytów,
- duża liczba źródeł finansowania, a co za tym idzie utrudniający działanie system możliwych kontroli.

Sukces samego przedsięwzięcia zależy w dużej mierze od właściwego montażu finansowego, który właściwie skonstruowany umożliwi maksymalizację osiągniętych efektów ekonomicznych przez właścicieli projektu. Do źródeł finansowania biogazowni można zaliczyć:

- dotacje, kredyty i dopłaty do kredytów ze środków publicznych i UE (środki publiczne),
- bankowe kredyty komercyjne,
- środki własne podmiotów realizujących projekt,
- rynek finansowy.

Metodyka pracy

Praca została wykonana w oparciu o aktualny stan wiedzy i dostępne dane literaturowe na temat opłacalności ekonomicznej budowy biogazowni rolniczej. Zadaniem obliczeń było określenie, czy budowa biogazowni rolniczej jest opłacalna, jeśli pominie się kwestie wsparcia ze strony państwa. Obliczenia wykonano dla modelowej biogazowni rolniczej przetwarzającej gnojowicę świńską i kiszonkę z kukurydzy wraz z kosubstratem w postaci żyta. Ponadto dokonano wyliczeń dochodu pochodzącego ze sprzedaży zielonych certyfikatów w latach 2009 i 2010, jako aparatu wsparcia ze strony państwa.

Wyniki badań

Dla celów szacunkowych można przyjąć, że nakład finansowy dla biogazowni rolniczej o mocy 300-500 kW wynosi ok. 2500-3000 EUR·kW⁻¹. Nakład ten obejmuje koszt instalacji biogazowej (około 80% całkowitych nakładów) oraz koszty związane z przygotowaniem inwestycji, projektami, pozwoleniami, pracami ziemnymi, przyłączeniem do sieci energetycznej, budową laguny itp. Łatwo obliczyć, że inwestycja wyniesie około 1 500 000 EUR, co w dzisiejszych warunkach jest programem niemożliwym dla osiągnięcia przez przeciętnego rolnika.

Popularną metodą wstępnej oceny opłacalności biogazowni jest prosty okres zwrotu (ang. *simple payback period*, SPB). Metoda prostego okresu zwrotu szacuje długość okresu (OZ), jaki jest potrzebny, aby nakłady inwestycyjne (I) poniesione na realizację biogazowni (zaangażowany kapitał) zostały w pełni pokryte – zrównoważone korzyściami netto – (KN) generowanymi przez tę inwestycję. Prosty okres zwrotu (SPB) określa okres, w którym nakłady inwestycyjne zwrócą się z uzyskiwanych korzyści netto, czyli po ilu latach zwróci się inwestycja. Ogólna formuła prostego okresu zwrotu przedstawia się następująco:

$$I = \sum_{t=0}^{OZ} KNt \quad (1)$$

Analizując inwestycję trzeba brać pod uwagę dostępność substratów, w tym możliwość ewentualnego odbioru odpadów poubojowych, traw, liści, *etc.* Głównym dostawcą substratów dla biogazowni powinny być gospodarstwa o dużej obsadzie zwierząt. Z danych GUS wynika, że w Polsce około 700 gospodarstw utrzymuje stada krów powyżej 100 sztuk, 2000 gospodarstw posiada powyżej 500 sztuk trzody chlewnej, a kilkadziesiąt ferm chowa po kilkanaście tysięcy sztuk drobiu [Węglarzy 2010].

Typowa biogazownia rolnicza przetwarza odpady organiczne pochodzące z produkcji rolniczej (m.in. gnojowica, kiszonki, trawy, itp.). Biogazownie tego typu są w tej chwili budowane w Niemczech w ilości kilkuset rocznie, a ogólna liczba niemieckich instalacji wynosi ok. 6 000 (stan na 2010 r.) [Płatek Ozdoba 2011]. Wielkość biogazowni określa się najczęściej mocą zainstalowaną układu kogeneracyjnego, którego typowa moc wynosi 100-1400 kW, ostatnio coraz częściej jest to ok. 500 kW [Józwiak 2009].

Potencjał energetyczny zawarty w biomase odpadowej z produkcji zwierzęcej określono przy założeniu, że z 1 m³ gnojowicy wytwarza się średnio 20 m³ biogazu, natomiast z 1 t obornika – 30 m³ biogazu o wartości energetycznej ok. 23 MJ·m⁻³ [Romaniuk i in. 2010; Węglarzy Podkówek 2010].

Na podstawie danych udostępnianych przez firmę Biogaz Zeneris Sp. z o.o. posłużono się przykładem modelowej biogazowni rolniczej przetwarzającej gnojowicę świńską i kiszonkę z kukurydzy oraz zastosowano substrat uzupełniający w postaci żyta. Do wyprodukowania odpowiedniej ilości metanu do zasilenia silnika o mocy 511 kW konieczna jest określona w tabeli 2 przykładowa ilość substratów.

Tabela 2. Wybrane substraty oraz ich koszt w latach 2009–2010
Table 2. Selected substrates and their costs in 2009–2010

Nazwa substratu	Roczna ilość [t]	Cena PLN 2009	Cena PLN 2010
Gnojowica świńska	2 500	0	0
Kiszonka z kukurydzy	8 000	120,00	140,00
Ziarno żyta	500	341,00	376,40

Źródło: obliczenia własne

Łącznie w ciągu roku instalacja przerobi 11 tys. ton biomasy, plus dodatkowa ilość wody, przy czym część wody używana jest w recyrkulacji. Z tej ilości biomasy zostanie wyprodukowane ok. 1,8 mln m³ biogazu, 3 740 MWh energii elektrycznej i 15 000 GJ ciepła.

Dodatkowo w ciągu roku powstanie ok. 12 500 m³ pulpy pofermentacyjnej [Jóźwiak 2009].

Ceny zielonych certyfikatów są ustalane przez Urząd Regulacji Energetyki (URE), który nałożył także na zakłady energetyczne obowiązek zakupu energii elektrycznej. W roku 2009 było to 155,44 PLN za MWh energii oraz 258,89 PLN za certyfikat odpowiadający 1 MWh wytworzonej energii. Odpowiednio w roku 2010 przy założeniu możliwości sprzedaży energii elektrycznej, można było uzyskać około 736 780 PLN rocznie (197 PLN·MWh⁻¹) oraz dodatkowo 1 002 133 PLN z tytułu sprzedaży zielonych certyfikatów (267,95 PLN·MWh⁻¹). Dodatkowo z tytułu wytwarzania ciepła odpadowego, można poczynić odpowiednie oszczędności, ogrzewając budynki gospodarce. Jest to istotne także ze względu na rentowność samego przedsięwzięcia. Produkcja energii elektrycznej i ciepła w systemie skojarzonym pozwala na osiągnięcie sprawności przetwarzania energii zawartej w biogazie na poziomie 87-88%, ale jednocześnie, energia elektryczna to tylko 37-40%, a cieplna 48-50% [Węglarzy, Podkówka 2010]. Inne wykorzystanie ciepła niż na własne potrzeby może być utrudnione, gdyż przesył ciepła na duże odległości jest nieopłacalny z powodu konieczności budowania instalacji przesyłowej oraz strat w transporcie. Kłopot z ciepłem może okazać się atutem, jeśli biogazownia jest umieszczona obok instalacji suszarniczej.

Zasadniczo należy uznać też rozlewanie pulpy pofermentacyjnej na pola za kosztotwórcze dla przedsięwzięcia biogazowego, ale powinno być rozpatrywane jako koszt alternatywny, bowiem zakłada się, że nawóz wytwarza i wykorzystuje ten sam podmiot. W biogazowniach centralnych, gminnych, czy też indywidualnych rolników, nawóz może być rozliczany w barterze dla dostawców substratu roślinnego.

Wnioski

1. Biogazownie jako inwestycja są dostępne dla gospodarstw lub ich grup, cechujących się wysoką kulturą technologiczną.
2. Ze względu na poziom ryzyka planowanie finansowe budowy biogazowni należy oprzeć na wielu podmiotach finansujących.
3. Na opłacalność biogazowni wpływa wiele uwarunkowań, które muszą być brane pod uwagę na każdym etapie inwestycji oraz użytkowania.
4. Najkorzystniej w przypadku biogazowni rolniczej jest rozpatrywać warianty związane z przeprowadzeniem inwestycji jako elementu uzupełniającego, który związany jest przede wszystkim z produkcją zwierzęcą.

Bibliografia

- Cukrowski A., Oniszk-Popławska A., Mroczkowski P., Zowski M., Wiśniewski G. 2011. Przewodnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych [online]. [dostęp 1-08-2011]. Dostępny w Internecie <http://www.mg.gov.pl/node/13229>
- Jóźwiak M. 2009. Biogazownia rolnicza-koncepcja [online]. [dostęp 20-06-2011]. Dostępny w Internecie <http://www.biogaz.com.pl/>

- Plątek W., Ozdoba A.** 2011. Biogazownie rolnicze w Polsce i w Europie [online]. [dostęp 1-08.2011]. Dostępny w Internecie <http://www.energiaidom.pl/biogazownie-rolnicze-w-polsce-i-w-europie>
- Romaniuk W., Łukaszuk M., Leśniewicz N.** 2010. Potencjał i możliwości produkcji energii w wyniku fermentacji metanowej substratów rolniczych. Materiały konferencyjne. Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem poprawy struktury obszarowej gospodarstw rodzinnych, ochrony środowiska i standardów UE. Część I. Warszawa 14-15 września 2010 r. s. 241-249. ISBN 978-83-62416-03-5.
- Węglarzy K.** (red.) 2010. Rolnictwo XXI wieku - nowe aspekty gospodarowania. Instytut Zootechniki – Państwowy Instytut Badawczy. Zakład Doświadczalny Instytutu Zootechniki PIB Grodziec Śląski. ISBN 978-83-7607-027-8.
- Węglarzy K., Podkówka W.** (red.) 2010. Agrobiogazownia, Grodziec Śląski. ISBN 978-83-7607-100-8.
- Wójcicki Z.** 2001. Metody badań i ocena przemian w rozwojowych gospodarstwach rodzinnych. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej i Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa, Kraków, ss. 136.
- Najbardziej energooszczędna wioska w Europie [online]. 2010. [dostęp 1-08-2011]. Dostępny w Internecie <http://wiecejtlenu.pl/2010/06/18/najbardziej-energooszczedna-wioska-w-europie/>
- Stenløse Syd Development Area 2009. EU-CONCERTO project CLASS 1. Pre feasibility study of technology application [online]. [dostęp 20-06-2011]. Dostępny w Internecie <http://www.ecobuilding-club.net>
- Ustawa Prawo Energetyczne z dnia 1 stycznia 2011 r. [Dz. U. z 2010 r. Nr 21, poz. 104]

POSSIBLE APPLICATIONS OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN AGRICULTURAL FARMS AND IN RURAL BOROUGHS

Abstract. The article presents economic aspects of a farm biogas works construction on territories of rural boroughs and individual agricultural farms. Calculations were carried out for a biogas works using liquid manure, maize silage and complimentary rye substrate as a substrate, and the power installed in the analysed biogas works was 511 kW. The results of the conducted analysis showed that a farm biogas works construction is not economically justified without the support of the state referring to renewable sources of energy.

Key words: renewable sources of energy, economic aspect, agricultural farms, rural borough

Adres do korespondencji:

Tomasz K. Dobek; e-mail: tomasz.dobek@zut.edu.pl
Katedra Budowy i Użytkowania Urządzeń Technicznych
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Papieża Pawła VI/3
71-459 Szczecin