



Z energetyką przyjazną środowisku za pan brat



INSTYTUT NA RZECZ EKOROZWOJU
przy współpracy
INSTYTUTU ENERGII ODNAWIALNEJ



mała biogazownia
rolnicza

Wydawca:

Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju
ul. Nabelaka 15, lok. 1, 00-743 Warszawa
tel. 22 851-04-02, -03, -04, faks 22 851-04-00
e-mail: ine@ine-isd.org.pl, <http://www.ine-isd.org.pl>

Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju (InE) jest pozarządową organizacją typu think-tank powstałą w 1990 r. z inicjatywy kilku członków Polskiego Klubu Ekologicznego. InE zajmuje się promowaniem i wdrażaniem zasad oraz rozwiązań służących zrównoważonemu rozwojowi Polski, dążąc do jej proekologicznej restrukturyzacji. W swojej działalności kieruje się misją: budowania pozytywnych relacji między rozwojem społecznym i gospodarczym a ochroną środowiska oraz występowania w interesie obecnego i przyszłych pokoleń. Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju współpracuje z krajowym i europejskim ruchem pozarządowym. Instytut ma doświadczenie w tworzeniu strategii ekorozwoju wspólnie ze społecznościami lokalnymi – ich samorządami i partnerami społecznymi, ekologicznymi i partnerami otoczenia biznesu. Opracowania InE wykorzystują parlamentarzysty, administracja rządowa i samorządowa, naukowcy, studenci i uczniowie.

Instytucje i osoby pragnące wesprzeć działalność na rzecz ekorozwoju mogą dokonywać wpłat na konto: Bank PeKaO SA, II Oddział w Warszawie
Wpłaty w PLN: **92 1240 1024 1111 0000 0267 8197**

Redakcja językowa: Ewa Sulejczak, Anna Grzegorzółka

Projekt serii i okładki:

Joanna Chatizow & Leszek Kosmański
Wydawnictwo WIATR s. c.

Skład komputerowy:

Leszek Kosmański

Druk i oprawa:

Grafix Centrum Poligrafii
ul. Bora Komorowskiego 24
80-377 Gdańsk

© Copyright by Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2011

ISBN: 978-83-89495-06-8

Wydrukowano na papierze ekologicznym

INSTYTUT NA RZECZ EKOROZWOJU
przy współpracy
INSTYTUTU ENERGETYKI ODNAWIALNEJ

MAŁA BIOGAZOWNIA ROLNICZA

Z LOKALNYM ZAGOSPODAROWANIEM CIEPŁA
ODPADOWEGO I MASY POFERMENTACYJNEJ

Broszura wydana w ramach projektu „Z energią przyjazną środowisku za pan brat”
przy wsparciu finansowym Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Autorzy:
ANDRZEJ CURKOWSKI
ANNA ONISZK-POPLAWSKA
GRZEGORZ WIŚNIEWSKI
MAGDALENA ZOWSIK
Instytut Energetyki Odnawialnej

Reportaż i wywiad:
KATARZYNA TEODORCZUK
Instytut na rzecz Ekorozwoju

Warszawa, listopad 2011

SPIS TREŚCI

| | |
|---|----------------|
| Przedmowa | 4 |
| Wprowadzenie | 5 |
| 1. Opis technologii | 6 |
| 1.1 Surowce do produkcji biogazu | 6 |
| 1.2 Proces fermentacji metanowej | 7 |
| 1.3 Dostępne technologie | 9 |
| 1.4 Podstawowe elementy ciągu technologicznego | 10 |
| 2. Od koncepcji do realizacji biogazowni rolniczej | 13 |
| 2.1 Etap I: Identyfikacja zakresu projektu | 13 |
| 2.2 Etap II: Uzyskanie niezbędnych pozwoleń formalno-prawnych | 15 |
| 2.3 Etap III: Opracowanie dokumentacji technicznej i uzyskanie decyzji o pozwoleniu na budowę | 16 |
| 2.4 Etap IV: Budowa i użytkowanie, rozpoczęcie eksploatacji | 17 |
| 3. Projekty biogazowe realizowane w Polsce | 17 |
| 4. Finansowanie projektu | 18 |
| 4.1 Montaż finansowy | 18 |
| 4.2 Wsparcie na etapie eksploatacji | 18 |
| 4.3 Opłacalność inwestycji | 19 |
| 5. Polski rynek biogazowy. Gdzie jesteśmy? Dokąd zmierzamy? – wywiad z Pierrem Haiderem z Polskiego Stowarzyszenia Biogazu | 20 |
| 6. Pomoc w zaplanowaniu małej biogazowni rolniczej | 23 |
| | |
| Słownik podstawowych pojęć | 23 |
| Spis aktów prawnych | 23 |
| Literatura | 24 |
| | |
| Przykład instalacji w Studzionce – reportaż | wkładka |

SPIS RYSUNKÓW



- | | |
|--|----|
| 1. Produktywność biogazu z różnych substratów | 7 |
| 2. Uproszczony schemat procesu fermentacji metanowej | 8 |
| 3. Schemat etapów budowy biogazowni rolniczej | 14 |

| | | | | |
|-------|---|------------------|---|---------------|
| ARiMR | Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa | kW _{el} | Kilowaty elektryczne | Wykaz skrótów |
| CHP | Combined Heat and Power (kogeneracja) | kW _t | Kilowaty ciepłe | |
| DWZ | Decyzja o warunkach zabudowy | MWh | Megawattogodziny | |
| EBA | European Biogas Association (Europejskie Stowarzyszenie Biogazu) | MPZP | Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego | |
| FiT | Feed-in-tariff (system stałych cen wspierający rozwój energetyki odnawialnej) | NH ₃ | Chemiczny wzór amoniaku | |
| GJ | Gigadzule | NN | Linie przesyłowe niskich napięć | |
| GPZ | Główny Punkt Zasilający | NPV | Net Present Value (Wartość bieżąca netto) | |
| GSM | Global System for Mobile Communications (standard telefonii komórkowej) | OC | Ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej | |
| HRT | Hydrauliczny czas retencji | OOŚ | Ocena oddziaływania na środowisko | |
| IEO | Instytut Energetyki Odnawialnej | OZE | Odnawialne źródła energii | |
| InE | Instytut na rzecz Ekorozwoju | ppm | Parts per milion (ilość cząstek na milion) | |
| IRR | Internal Rate of Return (Wewnętrzna stopa zwrotu) | PROW | Program rozwoju obszarów wiejskich | |
| KAPE | Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A. | REDOX | Reakcja chemiczna, w której dochodzi zarówno do redukcji jak i utleniania | |
| KPD | Krajowy plan działań w zakresie energii ze źródeł odnawialnych | SN | Linie przesyłowe średnich napięć | |
| KRUS | Kasa Rolniczego Ubezpieczenia Społecznego | SPBT | Simply Pay Back Time (prosty czas zwrotu nakładów) | |
| | | UE | Unia Europejska | |
| | | WE | Wspólnota Europejska | |
| | | ZUD | Zakład Uzgodnień Dokumentacji | |

Przedmowa

Oddajemy do Państwa rąk broszurę przygotowaną i wydaną w ramach projektu „Z energetyką przyjazną środowisku za pan brat”, którego celem jest poszerzenie lub utrwalenie wiedzy na temat energetyki przyjaznej środowisku, w szczególności produktów z nią związanych, oddziaływania energetyki na środowisko oraz zebranie i rozpowszechnienie informacji na temat lokalnych i regionalnych inicjatyw promujących energetykę przyjazną środowisku w Polsce. W ten sposób chcemy włączyć się w prowadzoną dyskusję na temat przyszłości energetyki w Polsce, z praktycznym ukierunkowaniem na potrzebę rozwoju energetyki przyjaznej środowisku. Mamy nadzieję, że przyczyni się to do zmiany zachowań użytkowników energii, wpłynie na wybory biznesowe, a także przyniesie ze sobą potrójne korzyści w postaci: ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko (zwłaszcza wzmocni ochronę klimatu), tworzenia miejsc pracy w skali lokalnej, a także uzyskania korzyści finansowych.

Projekt polega na: przeprowadzeniu i opracowaniu wyników badania socjologicznego, przygotowaniu i dystrybuowaniu materiałów informacyjnych (ulotki, broszury, płyta CD, plakaty) dotyczących różnych zagadnień związanych z energetyką i środowiskiem, a także przeprowadzeniu warsztatów regionalnych (z wykorzystaniem nowoczesnych metod aktywizowania uczestników) i konferencji końcowej. Szczególna rola przypadnie działaniom promocyjnym przedsięwzięć realizowanych w ramach projektu, a także ich wynikiom. Prace te wykonuje zespół Instytutu na rzecz Ekorozwoju (InE) przy merytorycznym wsparciu Krajowej Agencji Poszanowania Energii S.A. (KAPE), Instytutu Energetyki Odnawialnej (IEO) oraz we współpracy z utworzonym specjalnie zespołem społecznych informatorów regionalnych (SIR). Projekt został sfinansowany głównie przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Niniejsza broszura jest jedną z jedenastu, które zostały przygotowane w ramach projektu. Każda broszura jest produktem edukacyjnym wykorzystującym wkład wiedzy fachowej partnerów projektu KAPE i IEO, oraz materiał o charakterze reportażowym, przygotowany przez ekspertów InE.

Broszury służą mają przybliżyć czytelnikowi danego produktu lub usługi opartej na innowacyjnych rozwiązaniach w zakresie energetyki przyjaznej środowisku, w sposób odpowiedni do jego poziomu wiedzy oraz zachęcić go do dalszego interesowania się tym tematem lub aktywnego działania na rzecz skorzystania lub wdrożenia danych usług, ewentualnie wprowadzenia danego produktu na rynek Polski, także z pobudek ekologicznych. Każda broszura promuje nowy sposób myślenia o energetyce i środowisku, zgodny z założeniami zrównoważonego rozwoju, tzn. zwrócona jest w nich uwaga na ograniczenia środowiskowe w rozwoju i na stosowanie produktów oraz usług związanych z wykorzystaniem energetyki przyjaznej środowisku.

Przygotowano następujące broszury:

Mała biogazownia rolnicza

Dom pasywny

Energetyka rozproszona

Energia w gospodarstwie rolnym

Energia w obiekcie turystycznym

Energooszczędny dom i mieszkanie

Inteligentne systemy zarządzania użytkowaniem energii

Samochód elektryczny

Urządzenia konsumujące energię

Zielona energia

Zrównoważone miasto – zrównoważona energia



Wprowadzenie

Broszura informacyjna, którą oddajemy w Państwa ręce, powstała w związku z rosnącym zapotrzebowaniem rynku na biogazownie rolnicze. Ma ona służyć przede wszystkim promocji małych biogazowni rolniczych (do 150 kW_{el}) oraz popularyzacji wiedzy na temat ich wykorzystania przez rolników – potencjalnych inwestorów – oraz przedstawicieli samorządów i administracji centralnej.

Mikrobiogazownia jest małą biogazownią rolniczą działającą przy gospodarstwie rolnym o mocy do 50 kW_{el}, którą można podłączyć do wiejskiej sieci niskiego napięcia. Wielkość mikrobiogazowni i bliskość zabudowań gospodarstwa rolnego pozwalają też na lokalne wykorzystanie ciepła odpadowego zarówno na potrzeby produkcji rolniczej, jak i na potrzeby bytowe. Poprzez wykorzystanie odpadów rolniczych do produkcji energii oraz masy pofermentacyjnej jako nawozu, mikrobiogazownia jest najbardziej zbliżona do idei biogazowni bezodpadowej, która zamyka obiegi materii i energii.

Programy i strategie rządowe, które wyznaczają krajowe cele dotyczące udziału odnawialnych źródeł energii (OZE) na rok 2020, tworzą pole dynamicznego rozwoju sektora biogazu rolniczego w najbliższych 10 latach oraz wzrostu jego udziału w wytwarzaniu „zielonej” energii w Polsce. Sprzyjającą atmosferę tworzą też podejmowane przez rząd inicjatywy na rzecz rozwoju tej technologii, w tym liczne inicjatywy legislacyjne oraz kampanie informacyjne, wpisujące się w program rozwoju biogazowni rolniczych. Zwiastunem dobrego klimatu dla inwestycji w dziedzinie biogazu rolniczego jest ożywienie na rynku deweloperskim i inwestorskim. W obecnych warunkach i przy istniejącym systemie wsparcia rynek jest zdominowany przez duże inwestycje (powyżej 0,5 MW_{el}). Oczekuje się, że zmiany prawa oraz systemu wsparcia OZE (Ustawa o odnawialnych źródłach energii) mają umożliwić rozwój również małych biogazowni w typowych gospodarstwach rolnych. Znamienne jest wprowadzenie konkursu dla małych biogazowni w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich (PROW), gdzie małe biogazownie mogą liczyć na wsparcie do 0,5 mln PLN.

Dynamiczny rozwój technologii produkcji biogazu rolniczego i jej popularyzacja nastąpiły w ostatnim dziesięcioleciu w większości krajów Unii Europejskiej w wyniku podjęcia przez UE zobowiązań na rzecz redukcji emisji gazów cieplarnianych i promocji OZE. Pozyskanie energii z OZE jest obecnie bardziej kosztowne od zakupu energii ze źródeł konwencjonalnych, dlatego kraje UE, realizując założenia przyjętej polityki energetyczno-klimatycznej, podjęły działania na rzecz promocji wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych poprzez wprowadzenie skutecznych mechanizmów ekonomicznych. Do krajów europejskich, w których dzięki temu wykorzystanie biogazu rolniczego jest obecnie najbardziej rozpowszechnione, należą m. in.: Niemcy, Austria, Wielka Brytania i Dania. Liderem są w Europie Niemcy, w których prawie 6 tys. biogazowni wytwarza ponad 80% biogazu rolniczego produkowanego w UE (oczekiwane 7 tys. w 2011 r.), 25% z tych instalacji to małe biogazownie o łącznej mocy zainstalowanej 36 MW_{el}.

W tekście poniżej opisano uwarunkowania rozwoju małych biogazowni rolniczych w Polsce, przedstawiono technologię produkcji i wykorzystania biogazu oraz typowy ciąg technologiczny biogazowni produkującej energię elektryczną i ciepło w systemie kogeneracji. W celu ułatwienia inwestorom rozpoczęcia przygotowań do inwestycji, opisano ścieżkę uzyskania wymaganych pozwoleń formalno-prawnych prowadzących do otrzymania pozwolenia na budowę. Takie informacje mogą przyczynić się do rozpoznania rynku, a także pomóc inwestorom w przeprowadzeniu wstępnej oceny możliwości wypełnienia procedur i uzyskania wymaganych decyzji i pozwoleń. Mikrobiogazownię przedstawiono na przykładzie pilotażowej instalacji w Studzionce, wykorzystywanej przez rolników indywidualnych.

Skromne ramy broszury informacyjnej spowodowały, że autorzy skupili się na przedstawieniu najważniejszych uwarunkowań rozwoju małych biogazowni rolniczych. Osoby zainteresowane bardziej szczegółowymi informacjami o wszystkich (nie tylko małych) biogazowniach rolniczych, a zwłaszcza potencjalni inwestorzy, znajdą więcej informacji w poradniku Przewodnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczej, wydanym przez Instytut Energetyki Odnawialnej. Jest on dostępny na stronie internetowej Ministerstwa Gospodarki¹.

1. <http://www.mg.gov.pl/files/upload/13229/poranik%20biogazowy.pdf>

1. Opis technologii

1.1 Surowce do produkcji biogazu

Obecnie powszechnie stosowane jest przetwarzanie przez biogazownię mieszaniny kilku substratów, zwane kofermentacją. Zróżnicowanie substratów sprzyja uzyskaniu lepszych parametrów procesu i zwiększa bezpieczeństwo zapewnienia dostaw surowca. Wsad do biogazowni powinien zapewniać wysoką wydajność produkcji biogazu, stabilny przebieg procesu fermentacji oraz możliwość wykorzystania powstałej masy pofermentacyjnej zgodnie z obowiązującym prawem. W dużych biogazowniach stosuje się wspólną fermentację mieszaniny odchodów zwierzęcych z odpadami z przemysłu rolno-spożywczego lub roślinami energetycznymi. Dobór właściwej kompozycji mieszaniny na etapie projektowym powinien zaproponować doświadczony technolog, a dla bezpieczeństwa procesu fermentacji wskazane jest systematyczne badanie laboratoryjne substratów. Praktyka wykazuje, że uzupełnianie odchodów zwierzęcych substratami o większej zawartości suchej masy organicznej w jednostce masy (lub objętości) oraz wysokiej wartości energetycznej wpływa na wzrost produkcji biogazu. Należy jednak pamiętać, aby w trakcie trwania procesu nie zmieniać w niekontrolowany sposób składu oraz ilości substratów. W przypadku małych biogazowni rolniczych zaleca się łączenie odchodów zwierzęcych jedynie z roślinami energetycznymi.

Odpady pochodzenia zwierzęcego z gospodarstw rolnych

Do produkcji biogazu może być wykorzystywana gnojowica, gnojówka lub obornik, które różnią się pod względem właściwości w zależności od: gatunku zwierząt, sposobu ich karmienia i chowu (ściółkowy, beźściółkowy) oraz składu i proporcji składników (np. uwodnienie). Wysoką produktywność wykazują odchody drobiowe. Jednak duża zawartość suchej masy w kurzeńcu generuje koszty związane z jego rozcieńczeniem. Najczęściej stosuje się gnojowicę – mieszaninę kału i moczu zwierząt gospodarskich. Odchody zwierzęce charakteryzują się mniejszą produktywnością niż odpady organiczne z przemysłu rolno-spożywczego i biomasa roślinna. Stosowanie gnojowicy wpływa korzystnie na przebieg procesu oraz na możliwość pozyskania dobrego nawozu naturalnego.

Biomasa roślinna, w tym rośliny energetyczne

Szerokie zastosowanie może znajdować biomasa odpadowa z gospodarstw rolnych lub z uprawianych w tym celu roślin energetycznych, charakteryzujących się wysoką efektywnością wytwarzania biogazu. Najczęściej wykorzystuje się kukurydzę, buraki, trawy oraz sucrosorgo, przeważnie w formie kiszonek. Ponadto można wykorzystać: koniczynę, ziemniaki, bób, żyto, słonecznik, cebulę, gorczycę, groch, kalarepę, kapustę, kalafior, pszenicę, owies, jęczmień, rzepak czy dynię. Rośliny mogą być stosowane w całości lub części (owoce, bulwy, liście, nasiona).

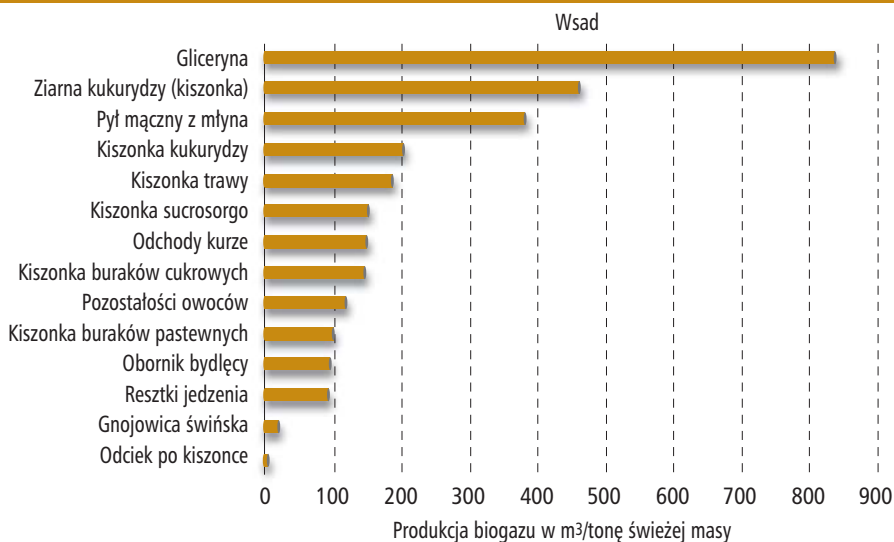
Odpady z przetwórstwa spożywczego i owocowo-warzywnego

Takie odpady są powszechnie stosowane w większych biogazowniach rolniczych, nie zaleca się natomiast ich wykorzystania w małych instalacjach, ze względu na trudności eksploatacyjne. Odpady są wydajnym substratem do produkcji biogazu. Mogą być to m. in. odpady z przemysłu owocowo-warzywnego, mleczarskiego, piekarniczego, cukrowniczego, gorzelnianego czy mięsnego. Ze względu na duże zróżnicowanie właściwości poszczególnych substratów ocenę przydatności każdego z nich do produkcji biogazu należy przeprowadzać odrębnie.

Produktywność surowców

Aby określić parametry poszczególnych elementów ciągu technologicznego instalacji, trzeba w pierwszej kolejności dokonać szczegółowej analizy wsadu (substratów). Następnie należy obliczyć produkcję powstałych z ich fermentacji biogazu, energii elektrycznej i ciepła. Kalkulację można

Produktywność biogazu z różnych substratów



Rysunek 1



oprzecz na publikowanych w atlasach substratów wskaźnikach produktywności biogazu (wyrażonych w metrach sześciennych na tonę suchej masy organicznej). Zazwyczaj podaje się wartości minimalne i maksymalne, zaleca się jednak przyjmowanie wartości dolnych. Znacznie dokładniejszą kalkulację umożliwi wykonanie prób fermentacyjnych, jednak można je wykonać dopiero na dalszych etapach realizacji projektu. Zastosowanie w biogazowni odpadów należących do kategorii sanitarno-epidemiologicznych, powodujących konieczność ich higienizacji, wywiera bezpośredni wpływ na technologię, wymuszając zainstalowanie urządzeń do higienizacji. Na rys. 1, dla uproszczenia, produktywność wybranych substratów przedstawiono w metrach sześciennych biogazu na tonę świeżej masy.

1.2 Proces fermentacji metanowej

Fermentacja metanowa jest procesem rozkładu substancji organicznych zachodzącym w warunkach beztlenowych, przy odpowiedniej zawartości substancji odżywczych i w odpowiedniej temperaturze, dokonywanym przez bakterie fermentacyjne. W wyniku rozkładu substancji organicznych powstaje biogaz oraz masa pofermentacyjna, która może stanowić dobry nawóz.

Biogaz jest mieszaniną gazową składającą się zwykle w 50–75% z metanu i 25–45% dwutlenku węgla; inne związki występują w ilościach śladowych. Proporcje dwutlenku węgla do metanu mogą być bardzo różne: niekiedy udział metanu może wynosić nawet 80%. Przebieg procesu fermentacji można podzielić na cztery fazy: hydrolizę, fazę acydofilną, fazę octanogenną i fazę metanogenną. W każdej z nich uczestniczą inne szczepy bakterii. Zachodzący w biogazowni proces fermentacyjny i sterowanie nim są znane w przyrodzie i porównywane z procesem trawienia przebiegającym w żwaczu krowy (rys. 2). W procesie fermentacji metanowej uczestniczą bakterie, którym należy stworzyć odpowiednie warunki rozwoju. Dla zapewnienia ciągłego i stabilnego procesu ważne jest więc zachowanie stałej temperatury w całej objętości zbiornika oraz składu i ilości wsadu.

Zapewnienie odpowiedniej temperatury

Dynamika fermentacji jest ściśle powiązana z temperaturą, w której przebiega proces. Fermentacja może przebiegać w następujących zakresach temperatur:

- psychrofilowa 10–25°C – popularna w Azji,
- mezofilowa 32–38°C – powszechnie stosowana w Europie,
- termofilowa 42–55°C – rzadko stosowana.

Zapewnienie odpowiednio długiego czasu kontaktu bakterii z substancjami odżywczymi

Czas przebywania bakterii w komorze fermentacyjnej powinien być na tyle długi, aby możliwy był pełny rozkład substancji organicznych, co równocześnie zapobiega wymywaniu bakterii wraz z nieprzetrawionymi przez nie substancjami organicznymi. Z drugiej strony czas ten nie powinien być zbyt długi, ponieważ prowadzi to do przewymiarowania komory fermentacyjnej i innych elementów biogazowni, co pociąga za sobą wzrost kosztów. Optymalny czas kontaktu bakterii z substancjami odżywczymi oblicza się ze stosunku dopływu substratów do pojemności komory; nazywa się go hydraulicznym czasem retencji (HRT). Od przyjętego na etapie projektowania HRT zależy dobór wielkości komory fermentacyjnej, dlatego w praktyce pełen rozkład substancji organicznych nie jest jednak osiągany, gdyż wymagałoby to budowy dużego i drogiego zbiornika fermentacyjnego. Substancje organiczne znacznie różnią się pod względem szybkości rozkładu biochemicznego. Na przykład optymalne HRT dla gnojowicy świńskiej wynosi 15 dni, dla kiszonki kukurydzy 85 dni, a dla ich mieszanki (w proporcji 70:30) 65 dni.

Mieszanie biomasy

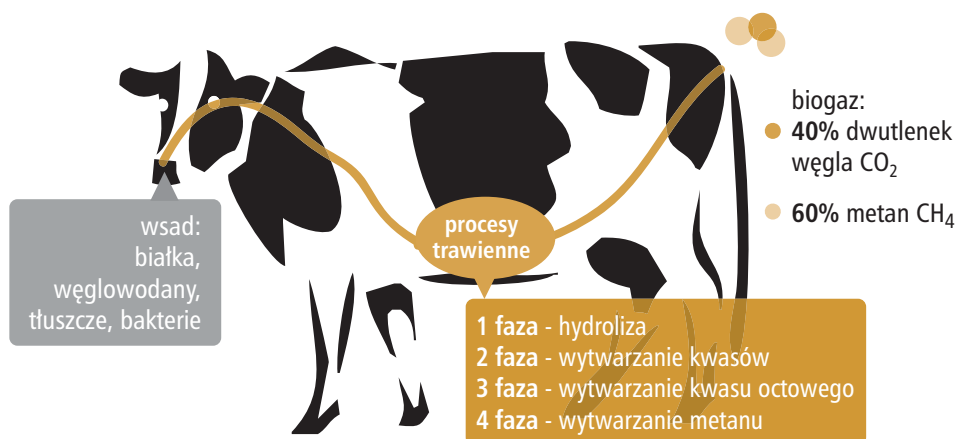
Mieszanie biomasy poddawanej fermentacji ma na celu zapewnienie jednorodnego przebiegu procesu w całej objętości komory, szczególnie utrzymania stałej i jednakowej w każdym punkcie temperatury oraz konsystencji. Dobre wymieszanie zwiększa dostęp bakterii do cząstek substancji organicznej, prowadząc do podwyższenia aktywności bakterii i przyspieszenia procesu fermentacji. Zapewnia też równomierne rozprowadzenie dopływającej biomasy w masie fermentującej, zapobiegając powstawaniu kożucha i umożliwiając łatwiejsze odgazowanie. Dzięki temu nie powstają martwe pola, do których dopływ substancji organicznych jest zakłócony. Zbyt intensywne mieszanie może również doprowadzić do zahamowania procesu poprzez naruszenie skupiska bakterii.

Odczyn

Odczyn optymalny dla bakterii metanowych, prowadzących proces fermentacji, zawiera się w przedziale pH 6,8–7,2. W pierwszym etapie procesu, w którym następuje szybki rozkład substancji organicznych do niższych kwasów organicznych, może występować obniżenie odczynu do pH 6,2–6,5. To spowalnia lub wstrzymuje proces, ponieważ spadek pH poniżej 6,2 wywiera szkodliwy wpływ na bakterie metanowe. Znaczne obniżenie pH może też świadczyć o nadmiernym obciążeniu układu i jest bardzo niebezpieczne dla zachowania ciągłości procesu. Można temu przeciwdziałać poprzez dodanie wapna lub świeżej gnojowicy.

Uproszczony schemat procesu fermentacji metanowej

Rysunek 2





Obecność inhibitorów

Do inhibitorów procesu, czyli substancji, które nawet w niewielkich stężeniach zakłócają i spowalniają przebieg fermentacji, należą m. in. antybiotyki i środki ochrony roślin. Przyczyną załamania procesu fermentacji może być podwyższona zawartość antybiotyków w odchodach zwierząt lub nadmiar azotu, który może doprowadzić do powstania amoniaku (NH_3), który już w niewielkich stężeniach hamuje wzrost bakterii. Dlatego stężenie amoniaku jest istotnym wskaźnikiem poprawności przebiegu procesu. Amoniak w stężeniach powyżej $3\ 000\ \text{g/m}^3$ niekorzystnie wpływa na bakterie metanowe, a w przedziale $1\ 500\text{--}3\ 000\ \text{g/m}^3$ jest inhibitorem procesu. Inne substancje zakłócające proces fermentacji to: miedź, nikiel i chrom, jeśli występują w ilości powyżej $100\ \text{mg/dm}^3$.

1.3 Dostępne technologie

Istnieje wiele możliwości przeprowadzenia procesu fermentacji, ale najważniejszy jest wybór trybu pracy komory fermentacyjnej. Konfiguracja biogazowni, która odbywa się już na etapie planowania i projektowania, powinna w pierwszej kolejności zależeć od cech dostępnych substratów. Ich rodzaj, ilość i jakość (zawartość suchej masy, możliwość produkcji metanu, pochodzenie) decydują o wielkości produkcji biogazu, a także o objętości zbiorników, wielkości urządzeń i instalacji oraz o mocy agregatów do produkcji energii elektrycznej i ciepła.

Temperatura

Największe zastosowanie znajdują fermentacja mezofilowa (85% instalacji działających w Niemczech) oraz – w niektórych instalacjach – fermentacja termofilowa. Fermentacja psychrofilowa jest popularna w krajach klimatu zwrotnikowego i podzwrotnikowego.

Sucha masa

Zawartość suchej masy we wsadzie do komory fermentacyjnej decyduje o tym, czy biogaz jest produkowany podczas fermentacji mokrej (do 16% suchej masy – standard), czy fermentacji suchej (16–35% suchej masy – technologia w fazie rozwoju).

Etapy fermentacji

Standardowo stosuje się fermentację bez rozdziału faz. W przypadku wykorzystania odpadów tłuszczowych lub substancji trudno rozkładalnych, których rozkład może powodować nadmierne zakwaszenie środowiska bytowania bakterii, można zastosować proces fermentacji z rozdzieleniem faz. Takie postępowanie jest zalecane szczególnie wówczas, gdy we wsadzie znajduje się dużo odpadów tłuszczowych lub gdy zawiera on substancje trudno rozkładalne.

Tryb załadunku wsadu

Wsad może być załadowywany do komory fermentacyjnej w trybie:

- ciągłym (standard),
- nieciągłym (duże znaczenie przy fermentacji suchej),
- quasi-ciągłym.

Załadunek ciągły oznacza, że dostawa substratów oraz odprowadzenie przefermentowanej substancji następują równocześnie, natomiast w trybie nieciągłym załadunek odbywa się porcjami, po czym przefermentowana masa jest usuwana z komory. To drugie rozwiązanie jest popularne w fermentacji suchej w tzw. fermentorach garażowych.

Wykorzystanie biogazu

Skojarzone, czyli jednoczesne wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła w agregatach kogeneracyjnych (CHP) jest obecnie najbardziej rozpowszechnioną metodą energetycznego wykorzystania biogazu. Energia elektryczna przekazywana jest do sieci elektroenergetycznej,

a ok. 9% produkcji biogazownia zużywa na potrzeby własne (mieszadła, pompy, układ sterowania, oświetlenie). Potrzeby procesowe biogazowni (ogrzewanie komory fermentacyjnej) zaspokaja 25–40% produkowanej energii cieplnej, a nadwyżka ciepła może być wykorzystana przez rolnika lub sprzedana lokalnym odbiorcom. Ciepło z biogazowni dostępne do sprzedaży podlega znacznym sezonowym wahaniom. W kogeneracji korzystnym rozwiązaniem może być wykorzystanie nadwyżki ciepła poza sezonem grzewczym np. do suszenia ziarna, drewna, peletów, bądź w zakładach przemysłu spożywczego. Ze względu na system wsparcia dla „zielonej” energii elektrycznej raczej nie buduje się biogazowni wytwarzających biogaz służący wyłącznie jako źródło ciepła. Alternatywnym sposobem wykorzystania biogazu jest jego wtłaczanie, po uprzednim oczyszczeniu, do sieci gazowej. W przyszłości możliwa jest budowa wspólnego rurociągu oraz stacji oczyszczania biogazu do parametrów biometanu (3–98% metanu). Technologia ta nie jest stosowana w małych biogazowniach rolniczych ze względu na wysokie koszty instalacji do oczyszczania biogazu.

1.4 Podstawowe elementy ciągu technologicznego

Pod względem konfiguracji układu i zastosowanych urządzeń ciąg technologiczny biogazowni rolniczej może być różny, bo zależy od cech gospodarstwa, w którym działa biogazownia. Dobór urządzeń i ich zestawienie zależy zwłaszcza od rodzaju i właściwości dostępnych substratów, tempa fermentacji oraz sposobu wykorzystania biogazu i zagospodarowania masy pofermentacyjnej. Rodzaj, ilość i jakość stosowanych substratów decyduje o wielkości produkcji biogazu, a także o objętości zbiorników fermentacyjnych i pofermentacyjnych, wielkości urządzeń i instalacji oraz o mocy agregatów do produkcji energii elektrycznej i ciepła. Szczególną uwagę należy zwrócić na wymogi Ustawy o nawozach i nawożeniu, która określa terminy, w których można wywozić nawóz na pole. Analiza tych uwarunkowań pozwala określić odpowiednią pojemność zbiorników pofermentacyjnych.

Przygotowanie substratów

Przechowywanie

Gdy substraty dostarczane są z zewnątrz za pomocą środków transportu, konieczna jest budowa punktu ich zrzutu. Z niego substraty są transportowane do zbiornika wstępnego, który służy do magazynowania surowców. Konstrukcja zbiornika zależy od rodzaju składowanego materiału – może być wykonana z betonu, żelbetu, stali lub tworzyw sztucznych. Surowce o większym uwodnieniu można przechowywać w zbiorniku żelbetowym przez kilka dni. Substraty o małym uwodnieniu mogą być składowane w przyzmach pod przykryciem foliowym (kiszonka) lub w silosach (ziarno).

Rozdrabnianie/homogenizacja

Stosowany w niektórych instalacjach zbiornik wstępnego mieszania służy do przygotowania wsadu do komory na kolejną dobę; wsad jest dozowany do komory fermentacyjnej kilka razy dziennie. Przed zastosowaniem biomasa powinna być rozdrobniona za pomocą maceratora (rozdrabniacza), dzięki czemu uzyskuje się jednorodny materiał wsadowy, niezbędny do optymalnego przebiegu procesu fermentacji.

Higienizacja i/lub sterylizacja

Higienizacja jest stosowana wtedy, gdy wykorzystuje się odpady poubojowe (czyli raczej nie w przypadku małych biogazowni), ponieważ mogą one stanowić źródło patogenów, a zatem zagrażać zdrowiu ludzi i zwierząt. Zgodnie z procedurą, substraty, dla których wymagana jest higienizacja lub sterylizacja (w zależności od kategorii odpadów), powinny być rozdrobnione, a następnie poddane obróbce termiczno-ciśnieniowej (w temperaturze 70°C lub 133°C i pod odpowiednim ciśnieniem, w określonym przedziale czasowym).



Komora fermentacyjna

Ze zbiornika mieszania biomasa wsadowa jest przepompowywana do komory fermentacyjnej (fermentora), w której zachodzi proces rozkładu substancji organicznych oraz produkcji biogazu. Komora fermentacyjna może być wykonana z blachy, żelbetu lub tworzyw sztucznych i najczęściej ma kształt cylindryczny. Są komory wolno stojące, zagłębione w ziemi lub komory o osi poziomej na fundamentach. W fermentacji suchej stosowane są również zbiorniki garażowe. Reaktor powinien być szczelny i dobrze izolowany termicznie, by ograniczyć straty ciepła procesowego; powinien być także wyposażony w systemy: grzewczy, mieszania oraz odprowadzania przefermentowanej masy. Ponadto fermentory powinny być zaopatrzone w detektor i wyłapywacz piany, ujęcie gazu, rurociągi przelewowe, miernik poziomu cieczy oraz zawory bezpieczeństwa. Układ mieszania stanowią zazwyczaj mieszadła mechaniczne i/lub pompy hydrauliczne. Mieszanie hydrauliczne polega na wtłaczaniu skompresowanego biogazu do zbiornika, co powoduje powstawanie pęcherzyków gazu, wymuszających mieszanie zawartości komory fermentacyjnej. Podgrzewanie materiału wsadowego, które odbywa się za pomocą wymienników ciepła, zapewnia stabilną temperaturę procesu. Jeżeli wymagane jest rozcieńczenie biomasy, materiał wsadowy może być podgrzewany również przez dodawanie gorącej wody, podgrzewanej ciepłem z agregatu kogeneracyjnego (tzw. CHP) lub z odzysku ze spalin.

Zbieranie i przetwarzanie biogazu na produkty końcowe

Zbiornik biogazu

Do przechowywania biogazu służą zbiorniki mokre lub suche. Zbiorniki mokre są instalowane bezpośrednio nad komorą fermentacji; w nich zbierany jest biogaz z bieżącej produkcji. Zbiorniki suche stanowią oddzielne konstrukcje, do których biogaz jest przesyłany z komory fermentacyjnej i przechowywany do momentu odbioru paliwa lub potrzeby wykorzystania do produkcji energii. Zbiorniki na biogaz wytwarza się z tworzyw sztucznych; zazwyczaj mają kształt balonu lub poduszki. Zbiornik do przechowywania biogazu powinien być wyposażony w hydrauliczne i elektryczne zabezpieczenia przed występowaniem nagłych różnic ciśnienia, zabezpieczenia konstrukcyjne przed zniszczeniem, dmuchawę (sprężarkę) do transportu biogazu, ciśnieniomierze, licznik do pomiaru ilości wyprodukowanego biogazu oraz zabezpieczenia bhp i ppoż (pochodnię do spalania nadwyżek biogazu i przerywacz płomienia, który zapobiega przedostaniu się ognia do wnętrza instalacji).

Instalacja do oczyszczania biogazu

Przed wykorzystaniem na cele energetyczne biogaz powinien być oczyszczony z domieszek (np. siarkowodoru), które powodują korozję i uszkodzenia rurociągów oraz urządzeń do produkcji energii. Stężenie siarkowodoru w „świeżym” biogazie może osiągać 3 000 ppm, dlatego należy je zredukować do poziomu poniżej 700 ppm, np. poprzez przepuszczanie biogazu przez złożo biologiczne z dodatkiem powietrza lub przez zbiornik wypełniony rudą darniową. Do oczyszczania biogazu wykorzystuje się również kolumny filtracyjne ze związkami żelaza oraz z węglem aktywnym (rozwiązanie drogie w eksploatacji). Parę wodną można usunąć z biogazu przez zastosowanie odwadniaczy.

Agregat kogeneracyjny

Dzięki zastosowaniu skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła (kogeneracji) całkowita sprawność układu dochodzi do 80–85%. Sprawność pozyskania energii elektrycznej w najnowszych dużych agregatach mieści się w granicach 30–40%, a sprawność cieplna 40–44%. Dla małych biogazowni sprawność elektryczna wynosi 25–33%, cieplna jest zwykle wyższa niż 50%. Współczynniki sprawności zwiększają się zazwyczaj wraz ze wzrostem elektrycznej mocy instalacji. Należy zwrócić uwagę na to, że sprawność rzeczywista agregatów i silników zainstalowanych w biogazowniach może być niższa od sprawności podawanej przez producenta. Wynika to

z ich zastosowania do produkcji energii z biogazu, którego wartość opałowa jest niższa niż gazu ziemnego, a to skutkuje pracą przy niepełnym obciążeniu.

Infrastruktura elektroenergetyczna

Małe biogazownie rolnicze można podłączyć do infrastruktury SN (zalecane) lub NN. Linie średniego napięcia są doprowadzone do wiejskich stacji transformatorowych, które stanowią punkty zasilania sieci niskiego napięcia. Podstawowym urządzeniem tych stacji są transformatory, przetwarzające napięcie ze średniego na niskie. Transformatory o małej mocy znamionowej, zasilające sieci niskiego napięcia, budowane są często jako napowietrzne i umieszczane na pewnej wysokości nad ziemią, na słupowych konstrukcjach wsporczych, natomiast w wykonaniu wewnątrzowym – w specjalnych kioskach murowanych, betonowych lub blaszanych.

Przyjmuje się, że do 40 kW_{el} mocy zainstalowanej mała biogazownia może być przyłączona bez większych problemów do sieci niskiego napięcia, pod warunkiem że zlokalizowana jest ona w niewielkiej odległości od stacji transformatorowej SN/NN. Biogazownia musi być wyposażona w odpowiednie urządzenia do współpracy z siecią, producenci nowych agregatów CHP zazwyczaj wyposażają je w takie instalacje. Trzeba jednak sprawdzać czy używane agregaty są w nie wyposażone. Obecnie rozważa się produkcję energii elektrycznej z biogazu do sieci wydzielonej (mikrosieci) jako alternatywne zabezpieczenie przed awariami sieci wiejskich i przerwami w dostawach prądu.

Ciepłociągi

Jeżeli w najbliższym sąsiedztwie biogazowni możliwy jest odbiór ciepła (np. osiedle mieszkaniowe), należy rozważyć możliwość budowy ciepłociągu. Jest to rozwiązanie kosztowne, a jego opłacalność zależy od: wielkości sprzedaży ciepła, rytmiczności odbioru (sezonowości) oraz odległości od najbliższych odbiorców. Potencjalnemu odbiorcy ciepła, przed złożeniem oferty sprzedaży ciepła należy przede wszystkim przedstawić korzyści finansowe z wprowadzenia takiego rozwiązania.

Gazociągi

Jeżeli odległość do potencjalnych odbiorców ciepła jest zbyt duża i ciepłociąg okaże się rozwiązaniem nierentownym, biogaz można przesyłać gazociągiem do miejsca lokalnego zapotrzebowania. To jest tańsze rozwiązanie, a przy tym umożliwia przetwarzanie biogazu na energię elektryczną i ciepło bezpośrednio u odbiorców końcowych. Taki gazociąg może stać się początkiem rozwoju lokalnej sieci biogazowej, ważnej dla rozwoju lokalnego rynku biogazu i bezpieczeństwa energetycznego np. gminy.

Obróbka, przechowywanie i wykorzystanie masy pofermentacyjnej

Zbiorniki i laguny do przechowywania osadu

Aby spełnić warunek bezodpadowości instalacji oraz zamknąć bilans ekonomiczny inwestycji, należy zapewnić zagospodarowanie masy pofermentacyjnej jako nawozu. Masa pofermentacyjna może być wykorzystywana tylko w określonych przez ustawodawcę terminach; istnieje zakaz wylewania/rozzucania jej na pola od 30 listopada do 1 marca. Trzeba zatem magazynować ją w zbiornikach lub lagunach przez 4–6 miesięcy. Zbiorniki żelbetowe stosuje się wtedy, gdy brakuje terenu do przechowywania masy pofermentacyjnej, ale są rozwiązaniem droższym. Laguny – zbiorniki ziemne wyłożone membraną – są rozwiązaniem tańszym, ale zajmują duży teren. W zbiornikach lub lagunach proces fermentacji, choć z mniejszą wydajnością, zachodzi nadal, dlatego powinny być one szczelne (lub zakryte), dzięki czemu całkowitą produkcję biogazu można zwiększyć o 3–4 %. Zbiorniki na masę pofermentacyjną, w których jest odzyskiwany dodatkowy biogaz, nazywa się komorami wtórnej fermentacji.

Przykład instalacji w Studzionce



W Polsce istnieje tylko 14 biogazowni rolniczych. Pierwszą w Polsce biogazownię rolniczą, o małej skali (mikrobiogazownię), uruchomiono w listopadzie 2009 r. w Studzionce (gmina Pszczyna, województwo śląskie). Właściciele otrzymali za nią nagrodę Fundacji na Rzecz Rozwoju Elektroenergetyki „Zielony Feniks” oraz główną nagrodę w konkursie Eurozagroda w 2009 roku, przyznaną przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Mikrobiogazownię należy traktować jako prototypową dla małych inwestycji w Polsce. Ze względu na pilotażowy charakter, brak wszystkich potrzebnych rozwiązań technologicznych na krajowym rynku oraz braki w systemie promocji mikroźródeł, jeszcze nie można jej uznać jako wzorcowej dla przyszłych mikrobiogazowni, ale zdobyte przy jej budowie i eksploatacji doświadczenia są niezwykle cenne.

Biogazownię zrealizowali sposobem gospodarczym rolnicy indywidualni prowadzący 40-hektarowe gospodarstwo rolne nastawione na hodowlę kur niosek oraz trzody chlewnej. Instalacja przetwarza rocznie ok. 690 t odchodów kurzych i 320 t gnojowicy świńskiej oraz substraty dodatkowe – 365 t kiszonki kukurydzy i trawy oraz odpadów organicznych z gospodarstwa. Wyprodukowany biogaz jest przetwarzany na energię w agregacie kogeneracyjnym o mocy 30 kW_e i ok. 40 kW_t. Energię elektryczną wykorzystuje się obecnie na potrzeby własne biogazowni oraz gospodarstwa, ciepło natomiast jest przeznaczone do ogrzewania budynków mieszkalnych oraz budynku inwentarskiego dla prosiąt. Przefermentowaną gnojowicę właściciele gospodarstwa wykorzystują do nawożenia pól.

Podstawową jednostką instalacji jest komora fermentacyjna – izolowana cieplnie cysterna stalowa o pojemności 61 m³. Masę pofermentacyjną gromadzi się w betonowym, zbrojonym, okrągłym zbiorniku zagłębionym w ziemi na około 1,5 m o objętości 350 m³. Zbiornik biogazu to balon z tworzywa sztucznego o pojemności ok. 90 m³, umieszczony w osłonie (blaszanym silosie zbożowym). Zakładana (docelowa) roczna produkcja biogazowni to:

- biogaz (ok. 98 tys. m³),
- energia elektryczna (ok. 180 MWh),
- ciepło (ok. 1 000 GJ).

Całkowite nakłady inwestycyjne na budowę biogazowni wyniosły ok. 400 tys. PLN. Zamknięcie się w tej kwocie było możliwe jedynie dzięki wykonaniu znacznej części pracy przez właścicieli metodą „zrób to sam” oraz – niekiedy – wykorzystaniu urządzeń używanych, po regeneracji (np. układ

Ludwik Latocha przy biogazowni w Studzionce.



kogeneracyjny). Obniżenie nakładów inwestycyjnych było możliwe również dzięki adaptacji elementów mających wcześniej zupełnie inne zastosowanie (np. komora fermentacyjna powstała z cysterny kolejowej). Budowa instalacji sposobem gospodarczym, nakład pracy własnej oraz pomoc sponsorów pozwoliły znacznie ograniczyć nakłady inwestycyjne, które – dla projektu tej mocy – mogłyby sięgnąć nawet 1 mln PLN. W warunkach niemieckich małe biogazownie wymagają nakładów jednostkowych 4 500–5 000 EUR/kW_{el}, a mikrobiogazownie do 15 000 EUR/kW_{el}.

Inwestycja nie uzyskała żadnego dofinansowania. Na nieznaczną część nakładów (ok. 25%) właściciele uzyskali kredyt bankowy (zaciągnięty na potrzeby gospodarstwa), reszta została pokryta ze środków własnych. Miesięcznie koszty eksploatacyjne biogazowni Studzionka szacowane są obecnie na ok. 800 PLN. Na bieżącą obsługę biogazowni właściciele przeznaczają 1–1,5 godzin dziennie.

Pomysł budowy biogazowni w gospodarstwie zrodził się w 2006 r. w związku z pojawieniem się nowych unijnych wymagań budowania w każdym gospodarstwie hodowlanym płyty gnojowej. Dzięki pomocy członków stowarzyszenia biogazu z Niemiec właściciele odwiedzili kilkanaście indywidualnych i grupowych biogazowni rolniczych w Austrii i Bawarii. To przekonało ich do alternatywnego sposobu pozbywania się odpadów hodowlanych.

Projekt instalacji został wykonany przez dr. Jana Cebulę z Politechniki Śląskiej w Gliwicach oraz mgr. inż. Ludwika Latochę. Prace przy budowie biogazowni trwały dwa lata. Roboty budowlane wykonała firma Wolf System.

Na wzmiankę o problemach projektant i właściciele śmieją się ironicznie. – *Budowa pierwszej mikrobiogazowni w Polsce to nie potyczka z problemami, to istny poligon* – twierdzą. Kwestią fundamentalną jest oczywiście brak ustawy o odnawialnych źródłach energii. Wyływa z tego wiele niedogodności. Sam etap uzyskiwania pozwoleń niezbędnych do rozpoczęcia budowy w Studzionce trwał ok. 2,5 roku. Najtrudniejsza do przejścia okazała się procedura oceny oddziaływania na środowisko (OoŚ), która zabrała inwestorom pół roku i była pomyślana niczym raport wielkiego zakładu chemicznego. Gdyby nie aktywna pomoc pomysłodawcy i doradcy w załatwieniu pozwoleń, właściciele – na co dzień zajęci prowadzeniem gospodarstwa rolnego – w żaden sposób nie byłiby w stanie zamknąć etapu przedinwestycyjnego.

Istniejące przepisy, a konkretnie rozporządzenie z 7 października 1997 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie, wpłynęły znacząco na kształt samej biogazowni. Konieczne było m. in. wybudowanie zbiornika na biogaz poza komorą fermentacyjną oraz budowa ogrodzenia dookoła instalacji, chociaż biogazownia stoi na terenie gospo-

Komora fermentacyjna o pojemności 61m³ powstała z cysterny kolejowej.





darstwa, które jest już ogrodzone. Rozwiązaniem części problemów wynikających z niedostosowania prawa do specyfiki małych biogazowni byłoby wpisanie prowadzenia biogazowni rolniczej do działu specjalnego produkcji rolnej. Uprościłoby to przede wszystkim księgowość – prowadzący biogazownię płaciliby podatek ryczałtowy i nie musieliby rejestrować działalności gospodarczej.

Kolejny poważny problem pojawił się w momencie podłączenia biogazowni do sieci. Operator zażądał instalacji urządzenia informującego go, czy układ produkujący prąd jest przyłączony w danej chwili do sieci. Cena urządzenia wynosi 90 tys. PLN. To niebagatelny wydatek w stosunku do wartości całego przedsięwzięcia. Przed inwestorami stanął kolejny problem polegający na niedostosowaniu dostępnej techniki i prawa do specyfiki małych biogazowni.

Po wielu rozmowach udało się w końcu wynegocjować zastosowanie do licznika modemów, które przekazują minutowe sygnały do sieci GSM operatora. Jest to 10 razy tańsze rozwiązanie. Właściciele biogazowni musieli również odbyć szkolenie energetyczne Stowarzyszenia Elektryków Polskich, przewidziane dla osób, które na co dzień zajmują się „eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci energetycznych, wykonujących prace w zakresie obsługi, konserwacji, napraw, montażu i kontrolno-pomiarowych”. Jak można było się spodziewać, ukończenie kursu nie było właścicielom do niczego potrzebne, bo specyfika pracy mikrobiogazowni jest zupełnie inna niż dużych instalacji, o których mówi polskie prawo. Właściciele zostali również poproszeni o dostarczenie do Urzędu Regulacji Energetyki zaświadczenia o niekaralności. Jest to niezbędny warunek, aby móc obracać świadectwami pochodzenia energii elektrycznej z biogazowni, tzw. zielonymi certyfikatami.

Z kolei do sprzedaży wyprodukowanej energii niezbędne okazało się zarejestrowanie działalności gospodarczej. Dla rolników oznacza to konieczność płacenia drugiej składki KRUS i wiąże się z ryzykiem, że jeśli roczna kwota od podatku dochodowego z działalności gospodarczej wyniesie powyżej 2 863 PLN, gospodarze – zamiast płacić składki KRUS – będą musieli płacić dużo wyższą składkę ZUS. W tym przypadku także znacznym uproszczeniem byłoby wpisanie prowadzenia biogazowni rolniczej do działu specjalnego produkcji rolnej. Zmianie uległaby księgowość: prowadzący biogazownię płaciliby podatek ryczałtowy i nie musieliby rejestrować działalności gospodarczej.

Niekwestionowaną korzyścią z funkcjonowania biogazowni jest zagospodarowanie odpadów i redukcja emisji gazów cieplarnianych. Podczas rozmowy właściciele podkreślali szczególnie fakt, że nie muszą już wywozić gnojowicy. – Samo mycie urządzeń do tego przeznaczonych trwało kilka dni – wspominają. Istotne jest dla nich również to, że mogą zaoszczędzić na nawozach potasowych i fosforowych, które zastępuje płyn pofermentacyjny.

Instalacja przetwarza rocznie m.in. ok. 690 ton odchodów kurzych.



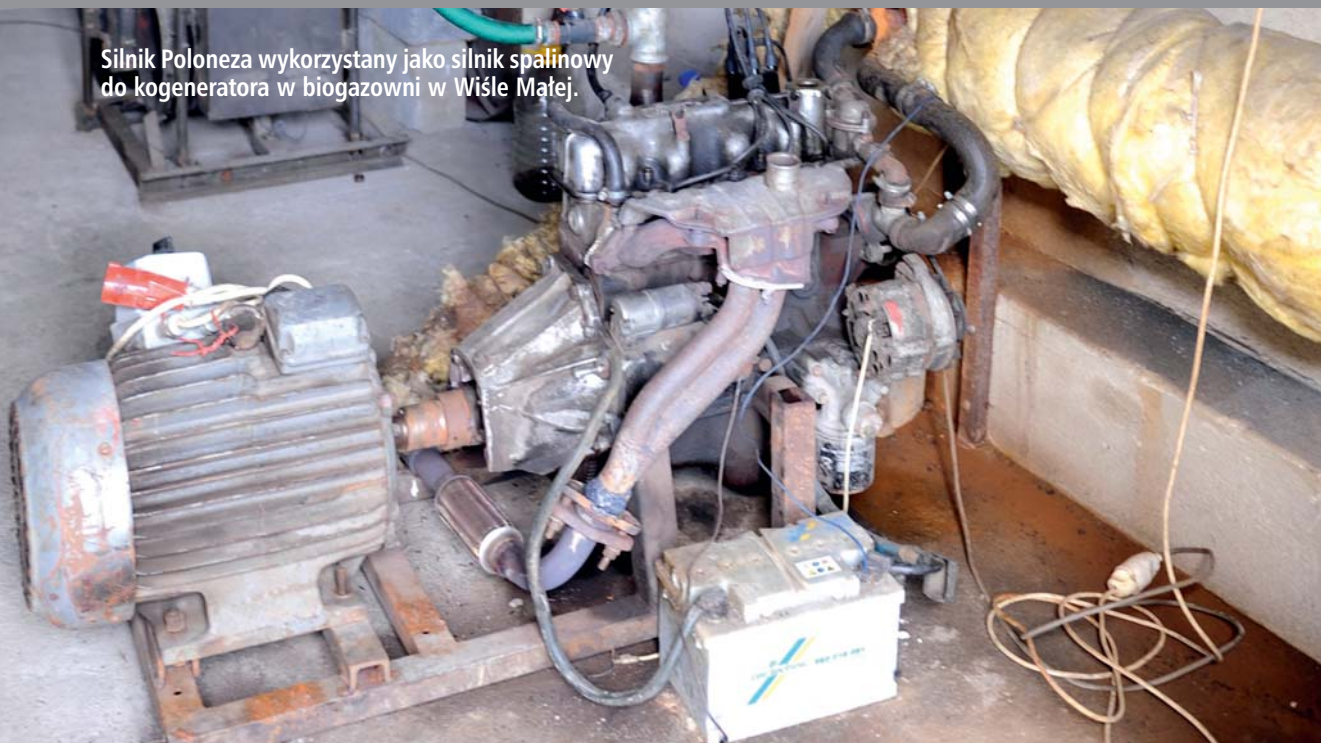
Sąsiedzi doceniają znaczące zmniejszenie odorów, które przez długi czas unosiły się na polach. – *Dziś możemy powiedzieć, że w Studzionce pachnie – cieszą się mieszkańcy. – Przefermentowana gnojowica, która aktualnie służy do nawożenia pól to już zupełnie inna jakość –* twierdzą. Pewnie dlatego nastawienie lokalnej społeczności do inwestycji jest bardzo przychylne. W okolicy są podejmowane podobne przedsięwzięcia: równolegle do inwestycji w Studzionce powstała biogazownia w Wiśle Małej, następna planowana jest w Strumieniu.

Do Studzionki przyjeżdżają rolnicy i studenci z całej Polski. Właściciele są wyraźnie zmęczeni udzielaniem informacji i bardzo chcieliby wkrótce zacząć na tym zarabiać. Ze względu na talent inwestorski właścicieli, biogazownia w Studzionce nie jest jednak pomysłem do powielenia. Jej komponenty mogą okazać się trudne lub niemożliwe do zastosowania w innych warunkach. Aby taki typ biogazowni mógł się rozprzestrzenić, potrzebny jest przemysł, który będzie wytwarzał poszczególne elementy oraz umożliwiał tanie, szybkie i bezpieczne postawienie instalacji.

Mikrobiogazownia w Studzionce to pierwsza próba zrealizowania w polskich warunkach małej instalacji w towarowym, indywidualnym gospodarstwie rolnym. Inwestorzy, przechodząc przez kolejne etapy realizacji oraz próbując równoważyć koszty i przychody, zostali zmuszeni do realizacji przedsięwzięcia po najniższych możliwych kosztach. Nakłady są relatywnie niskie jedynie dzięki wykorzystaniu metody budowy sposobem gospodarczym, osobistego zaangażowania pomysłodawców i inwestorów oraz na skutek podjęcia kompromisów technicznych i technologicznych. W tym sensie nie wszystkie rozwiązania techniczne są tu modelowe i niekoniecznie nadają się do bezpośredniego powielenia. Godne uwagi są przyjęte rozwiązania organizacyjne oraz prosta i oszczędna koncepcja technologiczna.

Pełniejsza ocena możliwości szerszego zastosowania przyjętych rozwiązań i zrealizowanych koncepcji będzie możliwa po 2–3 latach eksploatacji tego unikalnego obecnie obiektu. Możliwości będą w znacznej mierze zależeć od rozwiązań w zakresie promocji mikroźródeł przyjętych w planowanych i oczekiwanych ustawach o odnawialnych źródłach energii i o inteligentnych sieciach energetycznych. Na poprawę parametrów ekonomicznych mikrobiogazowni w Polsce wpłynie także uruchomienie zaplanowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi systemu mikrodotacji w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich oraz szersze uwzględnienie mikrobiogazowni w programach mikrodotacji i mikropożyczek krajowych funduszy ekologicznych.

Silnik Poloneza wykorzystany jako silnik spalinowy do kogeneratora w biogazowni w Wiśle Małej.





Instalacja do rozdzielania frakcji osadu

Rozdział faz osadu na frakcje stałą i moką (obie możliwe do wykorzystania jako nawóz), może okazać się niezbędny ze względu na potrzebę zmniejszenia objętości zbiorników do przechowywania masy pofermentacyjnej. Rozdział frakcji odbywa się za pomocą metod fizycznych (sedymentacja, suszenie w szklarniach, filtracja membranowa), mechanicznych (wirówki, prasy) lub termiczno-ciśnieniowych (odparowanie). Wybór technologii przechowywania i przygotowania masy pofermentacyjnej jako nawozu naturalnego musi być zgodny z opinią (decyzją) środowiskową i pozwoleniem na budowę. Ograniczenie terminowe rozwożenia na pola dotyczy również płynu po dekantacji masy pofermentacyjnej.

Nawożenie

W procesie fermentacji powstają biogaz oraz masa pofermentacyjna, która może być wykorzystana do nawożenia. Nawóz najlepiej jest wykorzystać na polach własnych, można go również przekazać nieodpłatnie okolicznym rolnikom. Aby sprzedawać wytworzony nawóz, trzeba spełnić szereg kryteriów, przeprowadzić badania i uzyskać specjalne pozwolenia. Przefermentowaną biomasę najlepiej jest wtryskiwać bezpośrednio do gruntu specjalistyczną maszyną rolniczą; nie traci ona wtedy w kontakcie z powietrzem niektórych właściwości nawozowych.

Sterowanie, kontrola i monitoring procesu

W celu utrzymania wysokiej wydajności oraz ciągłości procesu fermentacji należy zapewnić jego kontrolę za pomocą odpowiednich czujników oraz aparatury pomiarowej. Monitoring i automatyzacja ciągu technologicznego umożliwiają efektywne zarządzanie pracą biogazowni i kontrolę wszystkich procesów. Biogazownia powinna być wyposażona w:

- system sterowania – napędy rozdabniacza, maceratora, podajnika, mieszadeł w komorze fermentacyjnej oraz pomp do przepompowywania substratów;
- aparaturę kontrolno-pomiarową, umożliwiającą ciągłą kontrolę podstawowych wskaźników poprawności procesu technologicznego, takich jak: rodzaj oraz ilości materiału wsadowego, napełnienie, temperatura, wartość pH, ilość i skład biogazu, powstawanie piany, system wczesnego ostrzegania przed niebezpieczeństwem wybuchu. Należy monitorować także parametry będące indykatorami nieprawidłowości pracy biogazowni, takie jak: zawartość lotnych kwasów tłuszczowych, potencjał REDOX oraz zawartość amoniaku (NH_3).

W małych biogazowniach niezastąpiony jest czynnik ludzki – nadzorowanie pracy biogazowni przez przeszkolonych pracowników.

2. Od koncepcji do realizacji biogazowni rolniczej

Praktyka budowy biogazowni rolniczych w Polsce wykazuje, że czas niezbędny na przygotowanie dokumentacji projektowej, uzyskanie decyzji i pozwoleń oraz zawarcie umów wynosi ok. dwóch lat, podczas gdy budowa, rozruch i odbiór biogazowni trwa ponad rok. Równolegle do pozyskiwania niezbędnych pozwoleń formalno-prawnych i dokumentów technicznych trwa proces pozyskiwania środków na realizację projektu (rys. 3).

2.1 Etap I: Identyfikacja zakresu projektu

Na etapie identyfikacji zakresu projektu należy rozważyć różne warianty technologiczne i organizacyjne, formę prawną realizacji oraz koncepcje finansowania. Przede wszystkim jednak o wyborze wariantu inwestycji decydują kwestie ekonomiczne – inwestor, w określonych warunkowaniach zewnętrznych, podejmie się realizacji wariantu optymalnego pod względem

finansowym. Kluczowe elementy poprawnie przeprowadzonej identyfikacji to: wybór lokalizacji, analiza wariantów technologicznych i popytu na wytworzone produkty oraz ryzyka prawnego, a także studium celowości projektu.

Pozyskanie substratów

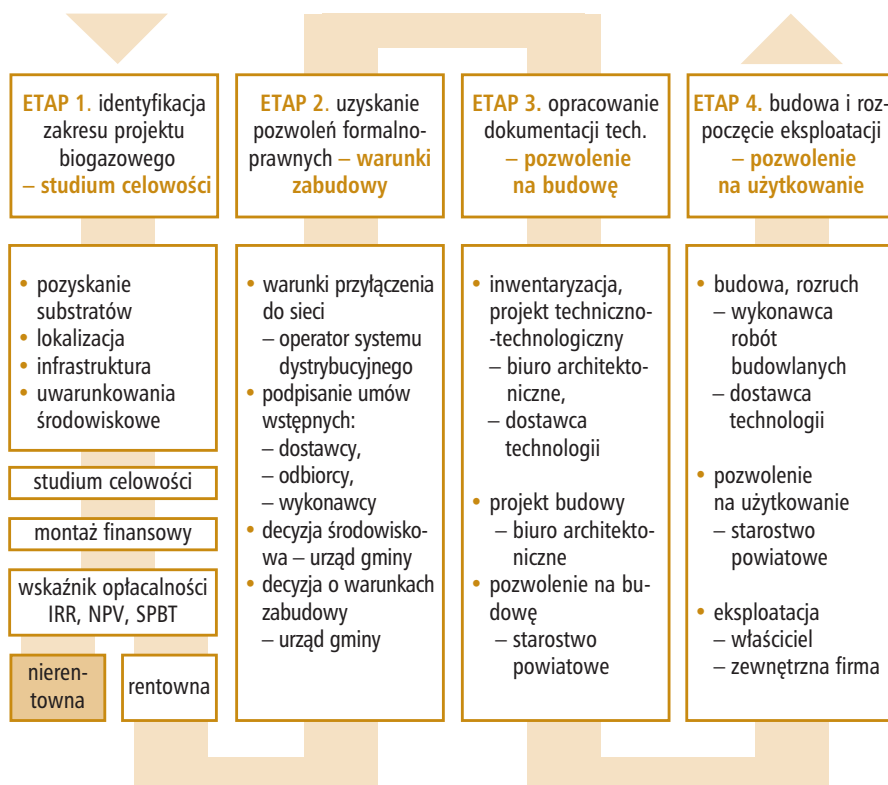
Identyfikację zakresu projektu rozpoczyna się od analizy substratów: ich dostępności, możliwości zapewnienia dostaw oraz oceny produktywności biogazu z tony substratu. Kolejnym elementem jest ustalenie całego łańcucha zaopatrzenia, rodzaju i ilości substratów oraz ich obróbki. Należy sprawdzić, czy substraty są dostępne lokalnie, czy konieczne będzie ich dowożenie. Decydujące będzie kryterium kosztów dowozu. Planując zastosowanie roślin energetycznych, należy określić dostępny areał i klasę gruntów przeznaczonych pod ich uprawę. Jeśli substraty będą dowożone, należy ocenić możliwość rozbudowy lokalnych dróg. Wstępne plany wykorzystania substratów trzeba również poddać analizie od strony prawnej (np. w przypadku fermentacji odpadów poubojowych, eliminacji odpadów niebezpiecznych czy wykorzystania masy pofermentacyjnej jako nawozu naturalnego).

Lokalizacja

Wybór odpowiedniej lokalizacji decyduje o powodzeniu i opłacalności inwestycji. Pierwszą czynnością jest analiza stanu prawnego działki przeznaczonej pod inwestycję, a także ocena szans na uzyskanie pozytywnej decyzji lokalizacyjnej. Ważne jest usytuowanie sąsiednich działek i bezpieczna odległość od sąsiadów oraz wielkość dostępnego terenu. Dla małych biogazowni wystarczy działka o powierzchni do 1,5 ha. Należy zbadać możliwość odizolowania działki z biogazownią poprzez stworzenie specjalnych pasów zieleni. Wielkość i wymiary działki wpływają na wybór technologii produkcji, rodzaj wykorzystywanych substratów oraz rozwiązania w zakresie dostaw substratów i odprowadzania masy pofermentacyjnej.

Schemat etapów budowy biogazowni rolniczej

Rysunek 3





Infrastruktura

Należy przeprowadzić inwentaryzację infrastruktury potencjalnie możliwej do zaadaptowania na potrzeby biogazowni. Inwentaryzacja obejmuje m. in. budynki i uzbrojenie terenu (przyłącza, infrastrukturę liniową). Ze względu na konieczność dowożenia surowców do biogazowni przez pojazdy o dużej ładowności, wymagana jest droga dojazdowa o nawierzchni dostosowanej do ruchu samochodów ciężarowych. Ważna jest dostępność infrastruktury sieciowej (wodno-kanalizacyjnej, ciepłowniczej, elektroenergetycznej) czy dróg. Szczególne znaczenie ma dostęp do sieci elektroenergetycznej z możliwością przyłączenia oraz odległość od punktu przyłączeniowego (GPZ - Główny Punkt Zasilający lub wiejska stacja transformatorowa). Wskazane jest uzyskanie wstępnego przyrzeczenia – promesy – od lokalnego dystrybutora w sprawie warunków odbioru energii elektrycznej. Efektywność ekonomiczna biogazowni znacznie wzrasta, gdy istnieje możliwość sprzedaży nadmiaru ciepła wyprodukowanego w procesie kogeneracji; możliwość odbioru ciepła przez odbiorcę przemysłowego (np. mleczarnie) lub rolniczego (np. suszarnie drewna czy ziarna) czy na cele bytowo-gospodarcze (budynki mieszkaniowe, pomieszczenia dla zwierząt).

Uwarunkowania środowiskowe

Na etapie wstępnych decyzji inwestycyjnych niezbędne jest uzyskanie wstępnej opinii środowiskowej dotyczącej lokalizacji biogazowni. Służy to ograniczeniu negatywnego oddziaływania biogazowni na otoczenie (emisji hałasu, spalin, nieprzyjemnych zapachów). Ze względu na konsekwencje możliwych awarii wymagane jest, aby biogazownia była zlokalizowana w odległości powyżej 300 m od siedlisk ludzkich, obiektów mieszkalnych usytuowanych po stronie zawiętrznej oraz obszarów chronionych. Wskazane jest również ograniczenie do minimum transportu surowców i odpadów masy pofermentacyjnej przez tereny zabudowane. Ponadto biogazownie powinny być odizolowane od przyległych terenów zamieszkałych ogrodzeniem i pasami zieleni. Korzystny dla realizacji inwestycji jest brak większych skupisk domów mieszkalnych w bezpośrednim sąsiedztwie biogazowni (ale dobrze jest, jeśli znajdują się niezbyt daleko i zapewnią stały odbiór ciepła).

Studium celowości

Inwestor powinien decydować się na realizację biogazowni tylko pod warunkiem spełnienia kryterium opłacalności wybranego wariantu inwestycji. Kluczowym elementem takiej analizy jest ocena możliwości i wybór montażu finansowego, czyli ustalenie wkładu własnego, rozeznanie możliwości pozyskania kredytu preferencyjnego lub dotacji. Dla dużych biogazowni już na tym etapie konieczne staje się wykonanie pełnego studium wykonalności. Dla małych biogazowni może się to okazać zbyt dużym wydatkiem, dlatego zaleca się wykonanie studium celowości projektu. Dokładniejszą analizę finansową pomogą wykonać banki udzielające kredytu na realizację przedsięwzięcia. Ważnym elementem jest analiza ryzyka i wrażliwości projektu.

2.2 Etap II: Uzyskanie niezbędnych pozwoleń formalno-prawnych

Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach zawierająca zgodę na realizację przedsięwzięcia jest jedną z ważniejszych wydawanych w trakcie procesu inwestycyjno-budowlanego. Jej wydanie jest niezbędne do uzyskania decyzji o warunkach zabudowy oraz decyzji o pozwoleniu na budowę. W 2010 roku dla inwestycji o mocy poniżej 500 kW_{el} (a więc małych biogazowni) procedury znacznie ułatwiono – nie jest wymagane przeprowadzanie oceny oddziaływania na środowisko (OOS). Po uzyskaniu wszelkich wymaganych dokumentów wójt lub burmistrz wydaje decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia. Ze względu na to, że konsultacje społeczne przewidziane są w procedurze OOS, inwestorzy w małe biogazownie rolnicze muszą odpowiednio wcześniej poinformować zainteresowane strony o zamiarze budowy biogazowni. Nie są zobligowani do tego prawem, ale powinni, zrobić to we własnym interesie, aby uniknąć konfliktów społecznych w danej lokalizacji. Inwestor składa wniosek do właściwej regionalnej spółki dystrybucyjnej (operatora systemu dystrybucyjnego, zwanego zakładem energetycznym) o wydanie decyzji o warunkach przyłączenia

do sieci SN (lub NN). W przypadku dużych biogazowni o mocy elektrycznej większej niż 2 MW_{el} (a więc nie dla małych biogazowni) operator może zażądać wykonania ekspertyzy przyłączeniowej, czyli określenia wpływu przyłączanej instalacji na system elektroenergetyczny. Dokumentacja związana z pozyskaniem decyzji o warunkach zabudowy zależy od tego czy istnieje miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego (MPZP) obszaru, na którym ma być zlokalizowana inwestycja. MPZP stanowi bezpośrednią podstawę do ubiegania się o pozwolenie na budowę. W przypadku braku MPZP określenie sposobów zagospodarowania i warunków zabudowy terenu następuje w drodze decyzji o warunkach zabudowy (DWZ), potocznie nazywanej „wuzetką”. DWZ to decyzja ustalająca warunki zmiany sposobu zagospodarowania terenu poprzez budowę obiektu lub wykonanie innych robót budowlanych.

W przypadku małej biogazowni rolniczej realizacja przedsięwzięcia wymaga zawarcia wielu umów z różnorodnymi podmiotami i na różnym etapie realizacji przedsięwzięcia. Ich poprawna konstrukcja prawna pozwala zmniejszyć ryzyko inwestycyjne. Umowy typowe dla realizacji biogazowni rolniczej to umowy na:

- dostawę substratów (dla wsadu dostarczanego z zewnątrz),
- przyłączenie do sieci elektroenergetycznej,
- kompleksowe wykonanie prac projektowych,
- dostawę technologii i wykonawstwo inwestycji,
- dostawę i odbiór mediów, w tym sprzedaż ciepła,
- ubezpieczenie w okresie budowy,
- finansowanie projektu inwestycyjnego (umowa z instytucją finansującą).

2.3 Etap III: Opracowanie dokumentacji technicznej i uzyskanie decyzji o pozwoleniu na budowę

Ten etap zaczyna się od inwentaryzacji. Polega ona na lustracji terenu i obiektów na nim się znajdujących, sporządzeniu protokołu opisującego istniejące uszkodzenia (lub stwierdzającego ich brak) oraz wykonaniu dokumentacji fotograficznej obiektu, a następnie – ocenie możliwości adaptacji istniejących obiektów na potrzeby biogazowni (np. wykorzystanie istniejących zbiorników żelbetowych czy infrastruktury przyłączeniowej). Projekt techniczno-technologiczny zawiera:

- charakterystykę i opis przebiegu procesów produkcyjnych wraz ze schematami technologicznymi oraz określeniem zapotrzebowania na surowce, produkty, urządzenia, ilości i rodzajów odpadów oraz sposobu ich zagospodarowania,
- zestawienie maszyn i urządzeń stanowiących wyposażenie technologiczne,
- zestawienie powierzchni produkcyjnych i pomocniczych,
- określenie zapotrzebowania na czynniki energetyczne i inne media,
- szczegółowe wytyczne dla projektów branżowych i opracowań specjalistycznych (np. w zakresie ochrony środowiska).

Projekt budowlany obejmuje projekt zagospodarowania działki lub terenu oraz projekt architektoniczno-budowlany (w tym techniczno-technologiczny), opracowany z udziałem na branżę przez projektantów posiadających uprawnienia budowlane lub instalacyjne. Każda z branż jest zaopiniowana (uzgodniona) przez uprawnionych rzeczoznawców w zakresie bhp, ppoż i sanitarno-higienicznym. Należy pamiętać, że decyzja o pozwoleniu na budowę może być wydana po uprzednim dokonaniu przez inwestora wymaganych uzgodnień projektu budowlanego (np. uzbrojenie terenu, bhp, ppoż, sanitarno-epidemiologicznych, geologicznych etc.).

Uzyskanie decyzji o pozwoleniu na budowę obiektu budowlanego kończy formalno-prawny etap przygotowania inwestycji i umożliwia rozpoczęcie prac budowlanych. Decyzja zachowuje ważność przez trzy lata; w tym czasie inwestor musi rozpocząć prace budowlane. Postępowanie zmierzające do wydania pozwolenia na budowę (projekt wraz z uzgodnieniami) jest sprawdzianem kompletności i poprawności całego formalno-prawnego procesu przygotowania inwestycji.



2.4 Etap IV: Budowa i użytkowanie, rozpoczęcie eksploatacji

Po wyborze wykonawcy robót budowlanych rozpoczyna się budowa biogazowni, po czym następuje końcowy odbiór robót budowlanych. Najważniejszymi i najbardziej newralgicznymi momentami są dla przedsięwzięcia nadzór autorski projektanta technologii oraz rozruch i początkowy okres eksploatacji. Bardzo bezpiecznym rozwiązaniem jest umowa z wykonawcą, zapewniająca – w ramach kontraktu – dostarczenie urządzeń, wykonanie rozruchu oraz zarządzanie i serwisowanie w okresie gwarancji, czyli przez co najmniej dwa lata od zakończenia inwestycji (na warunkach umowy operatorskiej gwarantującej kary za nieosiągnięcie zakładanego poziomu przychodów).

Celem rozruchu biogazowni jest sprawdzenie działania zainstalowanych urządzeń pod pełnym obciążeniem oraz ich niezawodności, osiągnięcie zaprojektowanych technologicznych i ekonomicznych parametrów pracy oraz ustalenie optymalnych parametrów pracy urządzeń. Rozruch składa się z etapów:

- mechanicznego „na sucho” – bez podania mediów;
- hydraulicznego – w trakcie którego prowadzony jest rozruch z użyciem neutralnego medium (wody);
- oraz technologicznego – z użyciem właściwego medium (substratów, biogazu) i osiągnięciem założonych parametrów technologicznych.

W trakcie trwania rozruchu technologicznego konieczne jest również „zaszczepienie” biogazowni odpowiednim szczepem bakterii. Bakterie takie będą pobrane w postaci zaszczepienia (kilka beczkówek) od innej instalacji biogazowej lub z pobliskiej oczyszczalni ścieków.

Przed oddaniem biogazowni do eksploatacji trzeba ponownie przejść szereg kontroli i formalności. Końcowym etapem uruchomienia biogazowni, z formalnego punktu widzenia, jest kontrola inspekcji nadzoru budowlanego. Ponieważ budowa dotyczy instalacji gazowej, podlega również kontroli przeprowadzanej przez Straż Pożarną i Urząd Dozoru Technicznego.

Przed uzyskaniem pozwolenia na użytkowanie konieczne jest również zdobycie odpowiednich pozwoleń: emisyjnego oraz na prowadzenie działalności w zakresie odzysku lub unieszkodliwiania odpadów. Od 2011 roku przedsiębiorstwa obowiązują wpis do rejestru przedsiębiorstw energetycznych zajmujących się wytwarzaniem biogazu rolniczego, prowadzonego przez Agencję Rynku Rolnego; równocześnie zniesiono obowiązek ubiegania się o koncesję na wytwarzanie energii elektrycznej. Po tym etapie można wreszcie rozpocząć normalną eksploatację.

3. Projekty biogazowe realizowane w Polsce

Liczba instalacji biogazowych ciągle się zwiększa. W bazie danych inwestycji biogazowych, prowadzonej przez Instytut Energetyki Odnawialnej, we wrześniu 2011 roku funkcjonowało łącznie 14 instalacji (ok. 12 MW_{el}), z czego do firmy Poldanor S.A. należy 6 obiektów znajdujących się w województwach kujawsko-pomorskim, pomorskim i zachodniopomorskim. Działa już ponadto mała biogazownia rolnicza w Studzionce, której inwestorami byli rolnicy indywidualni. W planach i w realizacji znajduje się obecnie ok. 300 instalacji, z czego 65 – na etapie zaawansowanego przygotowania do budowy. Dane te wskazują, że przeważnie budowane są duże instalacje (średnia moc zainstalowana to 1,5 MW_{el}), które dotychczas wykazywały największą rentowność.

Większość z dotychczas zrealizowanych biogazowni rolniczych w Polsce zbudowano metodą uczenia się inwestorów na własnych doświadczeniach, zbieranych podczas realizacji kolejnych instalacji. Pierwsze biogazownie w Polsce, zbudowane przez firmę Poldanor S.A., ze względu na dostępność substratów (gnojowicy, roślin uprawowych, odpadów poubojowych) oraz możliwość wykorzystania

energii elektrycznej i ciepła na potrzeby własne, zlokalizowano przy dużych gospodarstwach hodowlanych. Sektor biogazu będzie się rozwijał dynamicznie w najbliższych 10 latach w tempie dochodzącym nawet do kilkudziesięciu procent rocznie. Z przyjętego przez rząd Krajowego planu działań na rzecz energii ze źródeł odnawialnych (KPD), stanowiącego implementację dyrektywy 2009/28/WE o promocji stosowania odnawialnych źródeł energii, wynika również, że wykorzystanie biogazu rolniczego w Polsce będzie – oprócz energetyki wiatrowej – jednym z najwyższych w całym „zielonym koszyku energetycznym”. Przewiduje się, że w kolejnych latach dynamika wzrostu liczby instalacji będzie znacznie większa (do kilkuset obiektów rocznie).

4. Finansowanie projektu

4.1 Montaż finansowy

Sukces przedsięwzięcia zależy w dużym stopniu od właściwego montażu finansowego. Montaż finansowy polega na zidentyfikowaniu możliwych źródeł finansowania i optymalnym ich wykorzystaniu. Właściwie skonstruowany montaż finansowy umożliwia maksymalizację osiągniętych efektów ekonomicznych. Powinien on uwzględniać optymalne rozłożenie ryzyka pomiędzy inwestorów, bank i innych dostawców kapitału bądź środków trwałych. Zazwyczaj przygotowanie montażu rozpoczyna się od określenia koniecznych wydatków związanych z projektem oraz wysokości posiadanych środków własnych. Do źródeł finansowania biogazowni można zaliczyć:

- dotacje, kredyty i dopłaty ze środków publicznych,
- bankowe kredyty komercyjne,
- środki własne podmiotów realizujących projekt,
- rynek finansowy.

Przykładem źródła dotacji, dostępnego jedynie dla dużych instalacji o znaczeniu ponadregionalnym jest Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko. Jednak i to źródło finansowania zostało już wyczerpane. Wobec tego, ze względu na wyczerpywanie się publicznych środków dotacyjnych, wzrasta znaczenie kredytów bankowych oraz giełdy.

Obecnie można starać się o dofinansowanie na tego typu małe inwestycje z działania 3.11 Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich, którego środkami zarządzają regionalne oddziały ARiMR. Działanie to zmieni nazwę na „Program wsparcia dla mikroelektrowni i mikrogazowni”. Jego celem będzie zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii na obszarach wiejskich oraz stymulowanie rozwoju pozarolniczych sektorów gospodarki regionów (pierwszy nabór jesienią 2011 roku).

4.2 Wsparcie na etapie eksploatacji

Nie można pominąć również dopłat na etapie eksploatacji biogazowni, tj. do produkcji energii w postaci zielonych świadectw pochodzenia (tzw. certyfikatów) czy za wysokosprawną kogenerację (certyfikatów żółtych i fioletowych). Dzięki kontynuacji tego ostatniego rodzaju wsparcia w najbliższych latach biogazownie będą rentowne, a ich rozwój – dynamiczny.

System tzw. zobowiązań ilościowych, nakładanych na przedsiębiorstwa sprzedające energię elektryczną, wymusza na nich wzrost, z roku na rok, udziału energii wytworzonej z OZE w bilansie sprzedaży energii elektrycznej odbiorcom końcowym. Niespełnienie tego obowiązku będzie skutkowało opłatą zastępczą lub nałożoną przez regulatora rynku karą, której wysokość wyznacza wartość świadectwa pochodzenia „zielonej” energii (zielonego certyfikatu).

System wsparcia projektów biogazowych w Polsce opiera się na przyznawaniu za energię wyprodukowaną z OZE tzw. zielonych certyfikatów podlegających obrotowi rynkowemu. Kształt obecnego systemu wsparcia sprawia, że w tych warunkach najlepiej rozwijają się projekty o mocy zainstalowanej powyżej 1 MW_{el}, które są preferowane przez inwestorów. Średnia moc zainstalowana



w Polsce to 1,5 MW_{el}, podczas gdy w Austrii to 6 razy mniej tj. 250 kW_{el}. Małe biogazownie wymagać będą większego wsparcia, w związku z tym przeprowadza się zmiany ustawodawcze zmierzające do stymulacji rozwoju mniejszych instalacji, które mogłyby powstać w większości polskich gmin dysponujących odpowiednim zasobem odpadów z produkcji rolnej.

4.3 Opłacalność inwestycji

Zestawienie nakładów inwestycyjnych dla małych biogazowni realizowanych na terenie państw członkowskich Unii Europejskiej wykazuje bardzo silną zależność wysokości jednostkowych nakładów inwestycyjnych od wielkości biogazowni. Jednostkowe nakłady inwestycyjne dla biogazowni o mocy do 500 kW_{el} maleją logarytmicznie wraz ze wzrostem mocy zainstalowanej.

Przykładowo budowa biogazowni o mocy 100 kW_{el} to koszt 2,8 mln PLN. Sygnały, które dochodzą z rynku świadczą o tym, że w polskich warunkach, przy wykorzystaniu polskich komponentów oraz dostawców technologii, inwestycję taką można zrealizować ponosząc koszty rzędu 1,6 mln PLN. Pojawiają się polscy dostawcy technologii oraz wykonawcy – do programu 3.11 PROW przygotowano inwestycję o mocy 60 kW_{el}, a jej koszt to ok. 1 mln PLN.

Około 20–30% nakładów stanowią koszty zakupu samego agregatu do kogeneracji, producenci krajowi mają tu dość szeroką ofertę urządzeń.

Kolejnym decydującym elementem analizy rentowności jest bilans kosztów operacyjnych/finansowych i przychodów. Jeżeli po pewnym czasie (okresie zwrotu) bilans jest dodatni, oznacza to, że inwestycja jest opłacalna. Najważniejszą pozycją kosztów małej biogazowni są nakłady inwestycyjne, które zazwyczaj, w przeliczeniu na jednostkę mocy zainstalowanej, rosną wraz ze zmniejszeniem skali/wielkości inwestycji. W praktyce, jeśli pominąć koszty pozyskania kapitału na budowę biogazowni, analizę opłacalności można przeprowadzić na podstawie porównania rocznych kosztów (w których nakład inwestycyjny reprezentuje amortyzacja) i rocznych przychodów.

Koszty

Zakup i logistyka dostaw substratów

Przedział kosztów jest tu bardzo szeroki. Na przykład za kiszonkę kukurydzy trzeba zapłacić 100–120 PLN/t (plus koszty przechowywania), natomiast za gnojowicę 0–25 PLN/t. Do tego trzeba dodać koszt transportu substratów z miejsca wytwarzania odpadów lub produkcji roślin do biogazowni.

Rozwożenie nawozu

Koszty rozwożenia nawozu na pola wynoszą kilkadziesiąt PLN na hektar. Mała biogazownia będzie potrzebowała do nawożenia pół kilkadziesiątu hektarów.

Podatki i opłaty

- podatek dochodowy (19%) od osób prawnych,
- podatek od budowli i od gruntów (według stawek lokalnych).

Naprawy, amortyzacja i eksploatacja

- amortyzacja urządzeń (8–10% nakładów inwestycyjnych rocznie),
- usługi remontowe, naprawcze i konserwacyjne (w warunkach niemieckich wynoszą one zwykle ok. 10% rocznych kosztów eksploatacyjnych).

Inne

- ubezpieczenie majątku i OC (odpowiedzialności cywilnej),
- wynagrodzenia,
- ochrona obiektu,
- obsługa biura,
- analizy fizyko-chemiczne,
- obsługa prawno-finansowa.

Przychody

Sprzedaż energii elektrycznej

Średnia cena sprzedaży energii elektrycznej na rynku konkurencyjnym w 2010 roku to 195,32 PLN/MWh.

Sprzedaż ciepła

Średnia cena ciepła z OZE w 2010 roku (według raportu Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki): 38,58 PLN/GJ, w praktyce niższa o 20–25 PLN/GJ.

Sprzedaż świadectw pochodzenia

- Średnia cena zielonych świadectw na Towarowej Giełdzie Energii we wrześniu 2010 roku: 275,73 PLN/MWh. Uwaga: przepisy obowiązują do końca 2017 roku, ale ten okres zostanie przedłużony;
- Średnia cena świadectw kogeneracyjnych (żółtych) dla instalacji poniżej 1 MW_{el} na Towarowej Giełdzie Energii we wrześniu 2010 roku: 124,61 PLN/MWh. Uwaga: przepisy obowiązują tylko do końca 2012 roku.

Wykorzystanie/sprzedaż nawozu

Cena sprzedaży nawozu lub wysokość opłaty za przekazanie – w praktyce 20-25 PLN/t (zależnie od zawartości azotu, fosforu i potasu).

Ze względu na liczne źródła kosztów i przychodów oraz zmieniające się przepisy dotyczące systemu wsparcia, obliczenie opłacalności budowy biogazowni, zwłaszcza mikrobiogazowni rolniczej, jest dość skomplikowane. Przedstawione źródła kosztów i przychodów są typowe dla biogazowni kogeneracyjnej zbudowanej metodą przemysłową. Na krajowym rynku brakuje jeszcze pełnej i sprawdzonej technologicznej oferty mikrobiogazowni, w tym w szczególności najprostszych w budowie małych biogazowni kontenerowych. W takim, z konieczności uproszczonym, „modelu biznesowym” nie wszystkie pozycje kosztów i przychodów biogazowni rolniczej znajdują pełne odzwierciedlenie.

5. Polski rynek biogazowy. Gdzie jesteśmy? Dokąd zmierzamy? - wywiad z Pierrem Haiderem z Polskiego Stowarzyszenia Biogazu

■ *Katarzyna Teodorczuk: W jakim stadium rozwoju znajduje się rynek biogazu w Polsce?*

Pierre Haider (Polskie Stowarzyszenie Biogazu): By zacząć mówić o biogazie, trzeba poznać jego definicję. My definiujemy biogaz jako produkt beztlenowej fermentacji wszelkich materiałów organicznych na użytek energetyczny. Polskie Stowarzyszenie Biogazu jest członkiem Europejskiego Stowarzyszenia Biogazu (European Biogas Association – EBA). Nasze główne cele to promocja wiedzy dotyczącej biogazu, aktywizacja sektora biogazu, integracja europejska, edukacja i upowszechnienie wiedzy o OZE.

■ *Jak z takiej perspektywy wygląda sytuacja w Polsce?*

Kiedy mówi się o biogazie, ma się głównie na myśli biogazownie rolnicze. Ponieważ w Polsce jest tylko kilkanaście biogazowni rolniczych oraz 46 ściekowych i 73 na wysypiskach śmieci, można powiedzieć, że Polski rynek biogazu jest ciągle w początkowej fazie rozwoju.

■ *Gdzie jest najlepiej rozwinięty rynek?*

W Niemczech. Tam najbardziej popularne są biogazownie rolnicze. Dziś działa ok. 6 000 takich instalacji, dających łącznie 2 300 MW mocy. Z kolei instalacje wykorzystujące odpady komunalne



nie są już tak istotne, bo prawie wszystkie wysypiska śmieci zostały pozamykane. Śmieci podlegają recyklingowi, w specjalnych procesach odzyskuje się też ich wartość energetyczną. W Polsce jednak ok. 90% śmieci z miast nadal trafia na wysypiska.

■ *U naszego zachodniego sąsiada nie było tak jednak od początku.*

Pierwszy projekt biogazowni rolniczych powstał w Niemczech ponad 20 lat temu. To był bardzo ekscytujący moment. Ludzie, którzy wtedy zaczęli, eksperymentowali, adaptowali urządzenia z innych obszarów. Polska jest w lepszej sytuacji, bo dziś istnieją już gotowe technologiczne rozwiązania oraz komponenty biogazowni, które można bez przeszkód wdrażać. Nie są to jednak wielkie innowacje.

■ *Wpływają jednak na optymalizację zysków...*

Kiedy mówimy o systemach biogazowych, musimy wziąć pod uwagę dwie rzeczy: wyposażenie oraz technologię uzyskiwania samego biogazu. Liderzy przemysłu biogazowego, naturalnie, dążą do maksymalizacji efektywności i zminimalizowania kosztów inwestycji biogazowej.

■ *Jak to osiągnąć?*

Jednym z pomysłów jest przemysłowe wytwarzanie biogazowni z systemem prefabrykowanych elementów, które rolnik może zakupić.

■ *Mam jednak pewne wątpliwości, bo jeśli substraty zależą od regionu i jeśli charakter projektu jest zawsze bardzo indywidualny, to czy można używać tych samych elementów do budowy biogazowni?*

Oczywiście, każdy projekt jest inny. Zawsze musimy brać pod uwagę lokalizację i uwarunkowania z niej wynikające. Nie można wyprodukować jednej maszyny, która będzie zawsze najlepiej się sprawdzać. Nie można też założyć a priori wielkości preferowanego urządzenia: 50, 150 czy 500 kW_{el}. Tak jak jest niemożliwe znalezienie dwóch takich samych miejsc, tak każda biogazownia będzie inna. Istnieją jednak technologie, które sprawdzają się dla większego spektrum substratów niż inne. Tu jednak bardzo ważna jest wiedza. Jeśli gospodarstwo hoduje świnie czy krowy, do produkcji biogazu może wykorzystać ich odchody. Innych substratów użyje gospodarstwo, które nie zajmuje się hodowlą. Tak jak technologie, tak i komponenty można dopasować do indywidualnego charakteru projektu.

■ *Co lepiej sprawdza się w Niemczech – duże czy małe biogazownie?*

Wszystko zależy od lokalizacji. Jeśli dysponujesz odpowiednim terenem i masz gwarancję dostatecznej ilości substratów, możesz otworzyć elektrownię 500 kW_{el}. W Niemczech zaczęliśmy od małych: 50–150 kW_{el}, potem zaczęliśmy stawiać większe, nawet do 20 MW_{el}. W Niemczech wiele dużych inwestycji biogazowych powstaje w miejscach, które nie są optymalne dla produkcji biogazu. Inwestorzy kupują duży obszar pod uprawę roślin energetycznych. Często są to ludzie, którzy nie mają nic wspólnego z rolnictwem. Za sprawą takich inwestycji drożeje ziemia uprawna, dzięki istniejącemu systemowi wsparcia bardziej opłaca się uprawiać rośliny do produkcji biogazu niż prowadzić gospodarstwo rolne i hodować zwierzęta. Dlatego w nowej ustawie o odnawialnych źródłach energii zostały wprowadzone zmiany: pomoc została przesunięta z wielkich biogazowni na małe instalacje zdecentralizowane, na skalę gospodarstwa pomoc dla biogazu opartego na roślinach energetycznych ograniczona.

■ *W ten sposób koło się zamyka.*

Tak. Zrozumieliśmy, że aby rynek biogazu mógł się rozwijać, powinien pozostać zdecentralizowany i małoskalowy. Z naszych doświadczeń wynika, że również w Polsce, gdy chcemy budować biogazownię, powinniśmy przede wszystkim wziąć pod uwagę uwarunkowania związane z lokalizacją i do nich dostosować wielkość elektrowni.

■ *W Polsce apetyty inwestorów nie są mniejsze, tym bardziej, że system wsparcia jest bardzo wąty. Nakłady jednostkowe na wdrożenie małego czy dużego projektu znacznie się różnią, natomiast w Polsce poziom wsparcia jest niezależny od mocy. Inwestor optuje więc za inwestycjami bardziej rentownymi tj. o mocy 1 czy 2 MW_{el}, które są tańsze, a otrzymują takie samo wsparcie jak małe instalacje.*

■ *My, jak dotąd, mamy w Liszkowie biogazownię o mocy ponad 2 MW_{el}, która jednak nie cieszy się zbyt dobrą sławą.*

Tak, i wydaje mi się to niesprawiedliwe. Problemy, które tam się pojawiły, nie są tak duże, jak wskazują na to relacje w mediach. Na nieprawdziwym wizerunku cierpi cały rynek biogazu. Oczywiście rząd i ministerstwa powinny jak najszybciej stworzyć regulacje prawne, które zapewniłyby rozwój bezpiecznego i zrównoważonego rynku biogazu.

■ *W przyszłości może się jednak powtórzyć sytuacja z Niemiec i wtedy nastąpi powrót do małych biogazowni.*

Już dziś rząd musi stworzyć warunki do rozwoju małych biogazowni. Koszt 1 kW_{el} wyprodukowanego w małej biogazowni jest relatywnie wyższy niż wyprodukowanego w dużej biogazowni. W Niemczech system wsparcia zależy od wielkości elektrowni.

■ *Jakie są potencjał i perspektywy rozwoju biogazu w Polsce? Czy jest o co walczyć?*

Potencjał rynku biogazu w Polsce jest bardzo podobny do niemieckiego. Tu też może powstać 6 000 biogazowni rolniczych. Problem stanowi wykorzystanie tego potencjału i stworzenie korzystnych warunków rozwoju. Wsparcie finansowe dla produkcji biogazu jest tu ciągle znacznie niższe od niemieckiego. Jeszcze istotniejsze wydaje się wypracowanie stabilnych warunków, które dałyby możliwość planowania w przyszłości. W Polsce dochód zależy w znacznej mierze od certyfikatów, których cena zmienia się każdego roku. Nie wiadomo też, jaka będzie sytuacja od 2017 czy 2019 roku. Niestabilna sytuacja nie sprzyja inwestycjom. W Niemczech biogazownie są wspierane poprzez stałe wysokie ceny (FiT) za energię elektryczną zasilaną do sieci. W Polsce poziom wsparcia zależy od zielonych certyfikatów, których cenę określa rynek.

■ *Jakie regiony są najbardziej interesujące dla biogazownictwa?*

Regiony rolnicze: w Polsce są to m. in. Pojezierze Pomorskie i Pojezierze Wielkopolskie. Województwo lubelskie obrało rozwój biogazowni jako działanie priorytetowe dla rozwoju rolnictwa. Niewątpliwie również Polska ma szansę stać się jednym z większych rynków biogazu w Europie. Czy ten potencjał zostanie wykorzystany, zależy w dużym stopniu od polityków. Wkrótce Polska będzie musiała przedstawić Brukseli plan, w jaki sposób chce osiągnąć cel zwiększenia udziału OZE do 15% w 2020 roku, z czego znaczną część stanowić będzie biogaz².

■ *Dziękuję za rozmowę.*

2. Polska przedłożyła taki plan w czerwcu 2011 roku.



6. Pomoc w zaplanowaniu małej biogazowni rolniczej

Planowanie, budowa i eksploatacja biogazowni rolniczej to dość skomplikowane przedsięwzięcie. Mniejsza skala biogazowni nie oznacza, niestety, że proces przygotowania i realizacji inwestycji jest prostszy, zwłaszcza jeśli inwestorem jest rolnik, a nie przedsiębiorstwo. Konieczne jest zatem zaangażowanie w ten proces służb doradztwa rolniczego oraz wykorzystanie kalkulatorów, z których mogą bezpośrednio skorzystać sami rolnicy. Kalkulator biogazowy Biogaz Inwest autorstwa Instytutu Energetyki Odnawialnej, rekomendowany przez Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu pomaga w szybki, prosty sposób policzyć możliwości produkcji biogazu w biogazowni rolniczej, w tym małych biogazowniach. Cechą charakterystyczną programu jest to, że posiada wbudowaną bazę ponad kilkuset substratów, które można wykorzystać do produkcji biogazu. Program umożliwia wybór opcji technologicznych oraz obliczenie podstawowych wskaźników ekonomicznych: IRR, NPV i prostego okresu zwrotu zarówno dla dużych jak i małych instalacji. Na stronie internetowej www.biogazinwest.pl znajdują się też informacje o firmach zajmujących się dostawą technologii i sprzętu oraz dodatkowe informacje o technologii produkcji biogazu.

Słownik podstawowych pojęć

Biogaz – gaz pozyskany z biomasy, w szczególności z instalacji przeróbki odpadów zwierzęcych lub roślinnych, oczyszczalni ścieków oraz składowisk odpadów.

Biogaz rolniczy – paliwo gazowe otrzymywane z surowców rolniczych, produktów ubocznych rolnictwa, płynnych lub stałych odchodów zwierzęcych, produktów ubocznych lub pozostałości przemysłu rolno-spożywczego lub biomasy leśnej w procesie fermentacji metanowej.

CHP (Combined Heat and Power) – elektroenergetyczne urządzenie kogeneracyjne, czyli oparte na jednoczesnym wytwarzaniu ciepła i energii elektrycznej w kogeneracji – patrz kogeneracja.

Fermentacja metanowa – proces biochemiczny zachodzący w warunkach beztlenowych, polegający na rozkładzie substancji organicznych zawartych w osadach przez bakterie metanowe, które przetwarzają substancje organiczne na metan, dwutlenek węgla i inne związki.

Kogeneracja – skojarzone wytwarzanie energii (elektrycznej) i ciepła w jednym zintegrowanym procesie produkcyjnym, które zapewnia dostawy energii elektrycznej do sieci energetycznej oraz lokalne wykorzystanie ciepła na potrzeby grzewcze budynków, przemysłu i rolnictwa.

Mała biogazownia rolnicza – wytwarzająca biogaz instalacja o mocy nie większej niż 150 kW_{el.}

Mikrobiogazownia rolnicza – wytwarzająca biogaz instalacja o mocy nie większej niż 50 kW_{el.}

Spis aktów prawnych

Prawo ochrony środowiska

- Ustawa Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. (tekst jednolity: Dz. U. Nr 62, poz. 627, z późn. zm.).
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r., w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. Nr 213, poz. 1397).
- Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenie oddziaływania na środowisko (tekst jednolity: Dz. U. Nr 199, poz. 1227, z późn. zm.).

Prawo energetyczne

- Ustawa Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 r. (j. t. Dz. U. Nr 54, poz. 348, z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków

ków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz. U. Nr 93, poz. 623, z późn. zm.).

- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii (Dz. U. Nr 156, poz. 969, z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 26 września 2007 r. w sprawie sposobu obliczania danych podanych we wniosku o wydanie świadectwa pochodzenia z kogeneracji oraz szczegółowego zakresu obowiązku uzyskania i przedstawienia do umorzenia tych świadectw, uiszczenia opłaty zastępczej i obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w wysokosprawnej kogeneracji (Dz. U. z 2007 r., Nr 185, poz. 1314).

Prawo budowlane i planowanie przestrzenne

- Ustawa Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (tekst jednolity: Dz. U. z 2006 r., Nr 156, poz. 1118, z późn. zm.).
- Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym z dnia 27 marca 2003 r. (tekst jednolity: Dz. U. Nr 80, poz. 717, z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. (Dz. U. Nr 75, poz. 690, z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego z dnia 3 lipca 2003 r. (Dz. U. Nr 120, poz. 1133, z późn. zm.).

Prawo odpadowe

- Ustawa o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. (tekst jednolity: Dz. U. z 2007 r., Nr 39, poz. 251, z późn. zm.).
- Ustawa o nawozach i nawożeniu z dnia 10 lipca 2007 r. (Dz. U. Nr 147, poz. 1033).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 listopada 2007 r. w sprawie procesu odzysku R10 (Dz. U. Nr 228, poz. 1685).
- Rozporządzenie (WE) Nr 1069/2009 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 21 października 2009 r. określające przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego nie przeznaczone do spożycia.

Prawo nawozowe

- Ustawa o nawozach i nawożeniu z dnia 10 lipca 2007 r. (Dz. U. Nr 147, poz. 1033).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 czerwca 2008 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu (Dz. U. Nr 119, poz. 765, z późn. zm.).

Literatura

1. EU Agrobiogas 2007-2010, Europejska inicjatywa instytucji badawczo-rozwojowych na rzecz zwiększenia efektywności wykorzystania biogazu. Projekt 6 Programu Ramowego Badań i Rozwoju Unii Europejskiej.
2. Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce do roku 2020 r. Ekspertyza dla Ministerstwa Gospodarki, Instytutu Energetyki Odnawialnej (EC BREC IEO) przy współpracy Instytutu na rzecz Ekorozwoju. IEO: Warszawa 2007.
3. Przewodnik biogazowy, rezultaty II programu monitoringu. FNR, IEO, FAL, KTBL 2010. Niemcy.
4. Wiśniewski G. (red.), Curkowski A., Mroczkowski P., Oniszk-Popławska A., Zowski M., Przewodnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych w Polsce. Publikacja przygotowana na zlecenie Ministerstwa Gospodarki, 2010.

Wykaz ważniejszych publikacji i opracowań na tematy energetyczno-klimatyczne przygotowanych przez Instytut na rzecz Ekorozwoju od 2006 r.

1. Polityka energetyczna Polski. Deklaracje i rzeczywistość. Warszawa 2006.
2. Zaktualizowana Prognoza oddziaływania na środowisko projektu Strategii rozwoju turystyki na lata 2007-2013. Warszawa 2006.
3. Prognoza oddziaływania na środowisko Projektu Programu Operacyjnego Rozwój Polski Wschodniej. Warszawa 2007.
4. Prognoza oddziaływania na środowisko Projektu Krajowego Strategicznego Planu rozwoju obszarów wiejskich. Warszawa 2007.
5. Biopaliwa w Polsce. Możliwości i wyzwania. Warszawa 2007.
6. Funkcjonowanie systemu białych certyfikatów w Polsce jako mechanizmu stymulującego zachowania energooszczędne zasady i szczegółowa koncepcja działania. Wspólnie z firmą Procesy Inwestycyjne. Warszawa 2007.
7. Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce do roku 2020. Wspólnie z Instytutem Energetyki Odnawialnej. Warszawa 2007.
8. Małe ABC... Ochrony klimatu. Warszawa – trzy wydania 2007, 2008 i 2009.
9. Fundusze Unii Europejskiej na lata 2007-2013 a ochrona klimatu. Warszawa 2008.
10. Twoje miasto – Twój klimat. Warszawa 2008.
11. Jak chronić klimat na poziomie lokalnym? Warszawa 2008.
12. Jaka energetyka w zrównoważonym rozwoju? Warszawa 2008.
13. Społeczeństwo obywatelskie wobec konsekwencji zmian klimatu. Warszawa 2008.
14. Barometr zrównoważonego rozwoju. Warszawa 2008.
15. Barometr zrównoważonego rozwoju 2008/2009. Warszawa 2009.
16. Dobry klimat dla rolnictwa? Warszawa 2009.
17. Klimat a turystyka. Warszawa 2009.
18. Klimat a gospodarowanie wodami. Warszawa 2009.
19. 2°C – granica nie do przekroczenia (tłumaczenie). Warszawa 2009.
20. Energetyka jądrowa – przebieg debaty w Niemczech. Warszawa 2009.
21. Polityka klimatyczna Polski – wyzwaniem XXI wieku. Wspólnie z Polskim Klubem Ekologicznym. Warszawa 2009.
22. Alternatywna Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku. Raport techniczno-metodologiczny. Warszawa 2009.
23. Alternatywna Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku. Raport dla osób podejmujących decyzje. Warszawa 2009.
24. Energia – konieczność ale i odpowiedzialność. Broszura dla społeczeństwa. Warszawa 2009.
25. Prognozy oddziaływania na środowisko projektu Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030. Wspólnie z firmą WS Atkins. Warszawa 2010.
26. Energetyka rozproszona jako odpowiedź na potrzeby rynku (prosumenta) i pakietu energetyczno-klimatycznego. Warszawa 2010.
27. Drugie spotkanie na temat energetyki jądrowej (kraje skandynawskie). Warszawa 2010.
28. Kompleksowa ewaluacja programu ekokonwersji w Polsce. Wspólnie z firmą Ernst & Young. Warszawa 2010.
29. Energetyka rozproszona. Wspólnie z Polskim Klubem Ekologicznym. Wydanie zaktualizowane i poszerzone. Warszawa 2011.

Wykaz broszur wydanych w ramach projektu „Z energetyką przyjazną środowisku za pan brat”

1. Mała biogazownia rolnicza
2. Dom pasywny
3. Energetyka rozproszona
4. Energia w gospodarstwie rolnym
5. Energia w obiekcie turystycznym
6. Energooszczędny dom i mieszkanie
7. Inteligentne systemy zarządzania użytkowaniem energii
8. Samochód elektryczny
9. Urządzenia konsumujące energię
10. Zielona energia
11. Zrównoważone miasto – zrównoważona energia



Sfinansowano ze środków
Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej



Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju
00-743 Warszawa, ul. Nabelaka 15, lok. 1
tel. 22 851 04 02, e-mail: ine@ine-isd.org.pl
www.ine-isd.org.pl, www.chronmyklimat.pl