

Zrównoważona produkcja biogazu

Informator dla rolników
ekologicznych



Autorzy

Florian Gerlach, Beatrice Grieb, Uli Zerger (FiBL)

We współpracy z

Wolfgang Baaske, Mirosław Baściuk, Liliana Gamba, Fernando García, Martin Geisthardt, Carlos Hasenpusch, Anja Haupt, Frank Hofmann, Volker Jaensch, Antje Kölling, Lone Klit Malm, María José Pérez Gay, Agnieszka Puzio-Literska, Borislav Sandov, Albena Simenova, Michael Tersbøl, Steven Trogisch, Ulf Weddige, Anna Wilińska

Redakcja

Julia Meier, Frank Wörner (FiBL)

Tłumaczenie

Justyna Korbel i Anna Lycett

Nadzór merytoryczny

Małgorzata Kachniarz i Radomir Dyjak

Wydawca

FiBL Projekte GmbH, Postfach 90 01 63, 60486 Frankfurt am Main, Niemcy
Telefon: +49 69 7137699-0, faks: +49 69 7137699-9, e-mail: info.deutschland@fibl.org

Wszelkie prawa zastrzeżone. Wszelkie kopiowanie, dystrybucja lub przetwarzanie tej książki w dowolnej formie lub w dowolny sposób w celach komercyjnych jest zabronione bez pisemnej zgody wydawcy. Redaktor nie gwarantuje poprawności ani kompletności informacji zawartych w niniejszym informatorze.

Niniejszy informator powstał w ramach projektu SUSTAIN GAS. Wersja angielska informatora została przełożona na języki bułgarski, duński, francuski, niemiecki, polski oraz hiszpański. Dla każdej wersji językowej dostosowano rozdział 8 „Dalsze informacje”.

Wersje drukowane niniejszej publikacji są dostępne bezpłatnie we wszystkich instytucjach partnerskich (lista na wewnętrznej stronie tylnej okładki). Wersje elektroniczne informatora można uzyskać w formacie PDF na stronie www.sustaingas.eu.

Listopad 2013

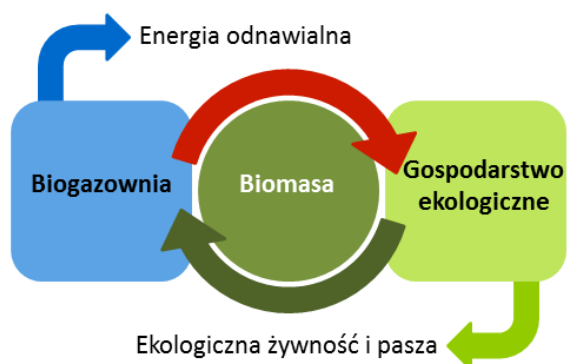
Spis treści

1 Biogaz ekologiczny – sprawdź to!	4
2 Podstawy produkcji biogazu	5
3 Co to jest biogaz ekologiczny?	8
Opis biogazu ekologicznego	8
Co myślą rolnicy?	8
Uregulowania dotyczące biogazu w rolnictwie ekologicznym	9
Koncepcje biogazu w gospodarstwach ekologicznych	12
4 Produkcja biogazu ekologicznego w UE	14
5 Dlaczego biogaz ekologiczny?	17
Więcej żywności z biogazem ekologicznym?	17
Lepsza ekonomika z biogazem ekologicznym?	20
Biogaz ekologiczny – lepszy dla środowiska?	23
6 Najlepsze praktyki	29
7 Jak zacząć	34
Pierwsze kroki	34
Dostawy biomasy	41
Produkcja biogazu	45
Zastosowanie biogazu	47
Wykorzystanie pofermentu	49
Wydajność	51
8 Dalsze informacje	53

1 Biogaz ekologiczny – sprawdź to!

Czy produkcja biogazu pasuje do idei rolnictwa ekologicznego i gospodarki opartej na naturalnym recyklingu? Czy można połączyć rolnictwo ekologiczne z produkcją biogazu w celu osiągnięcia bardziej zrównoważonego rozwoju i większego sukcesu? Niniejszy informator daje odpowiedzi na te złożone pytania.

Rolnictwo ekologiczne i produkcja energii odnawialnej z biomasy rolniczej stają się coraz bardziej popularne i wspierane politycznie ze względu na ideę zrównoważonego rozwoju. Produkcja biogazu ekologicznego, jako połączenie obu koncepcji, może prowadzić do dodatkowych pozytywnych efektów synergii.



Rys. 1: Produkcja biogazu w rolnictwie ekologicznym.
Źródło: Tersbøl M. i Malm L. (2013): Financial Performance of Organic Biogas Production. SUSTAINGAS Report D 3.1, www.sustaingas.eu/strategy.html.

Aby pokazać dlaczego warto, by rolnicy, politycy i ekolodzy zwrócili uwagę na produkcję biogazu w rolnictwie ekologicznym, poniżej przedstawiono listę płynących z niej korzyści:

- Produkcja energii odnawialnej
- Ochrona klimatu
- Brak konkurencji z produkcją żywności w przypadku zastosowania jako substratów roślin motylkowych, międzyplonów, biomasy

pochodzącej z terenów chronionych, resztek i produktów ubocznych

- Zamknięte cykle składników odżywczych
- Optymalizacja płodozmianu i systemu uprawy
- Masa pofermentacyjna jako mobilny i uniwersalny nawóz
- Zwiększenie plonów i ich jakości
- Alternatywne źródło dochodu
- Niezależna dostawa energii

Niniejszy informator skupia się na specyfice produkcji biogazu zintegrowanej z rolnictwem ekologicznym. Proces fermentacji beztlenowej i podstawowa technologia są tu podobne jak we wszystkich systemach produkcji biogazu, jednak stosowany substrat jest zazwyczaj odmienny. Znaczenie systemu biogazowego dla produkcji rolnej jest o wiele większe w systemach ekologicznych niż konwencjonalnych, ponieważ wpływa na zmianę podejścia do zarządzania gospodarstwem.

Niniejszy informator omawia zagadnienia ogólne, a następnie prezentuje konkretne przykłady i wskazówki praktyczne. Po obecnym wstępie, rozdział drugi opisuje ogólne podstawy produkcji biogazu. Rozdział trzeci wyjaśnia, co sprawia, że produkcja biogazu w rolnictwie ekologicznym jest odmienna od innych systemów, zaś rozdział czwarty zarysowuje sytuację produkcji biogazu w niektórych krajach Europy. Na pytanie, dlaczego biogaz ekologiczny jest korzystny zarówno dla środowiska, jak i rolnika, odpowiada rozdział piąty, a rozdział szósty prezentuje przykłady wdrożenia produkcji biogazu w konkretnych gospodarstwach ekologicznych. Rozdział siódmy wyjaśnia, jak założyć instalację biogazową. Rozdział ósmy zawiera źródła dalszych informacji.

Ekologiczna produkcja biogazu łączy produkcję energii odnawialnej i rolnictwo ekologiczne. Obie są ważnymi koncepcjami związanymi ze zrównoważonym rozwojem.

2 Podstawy produkcji biogazu

Poniższy rozdział przedstawia w zarysie ogólne podstawy rolniczej produkcji biogazu, aby pomóc czytelnikowi zrozumieć problemy specyficzne dla produkcji biogazu w rolnictwie ekologicznym omawianej w następnych rozdziałach.¹

Substancje

Biogaz jest palną mieszaniną gazów wyprodukowanych w procesie naturalnej fermentacji mokrej biomasy w warunkach beztlenowych (*fermentacja beztlenowa*). Główny składnik palny, *metan*, stanowi ok. 50 do 75% objętości (% obj.). Inne związki obecne w biogazie to dwutlenek węgla, siarkowodór, tlen i para wodna (Tabela 1). Biogaz powstaje w sposób naturalny na obszarach podmokłych, gdy masa organiczna rozkładana jest przez bakterie beztlenowe do tzw. „gazu błotnego”.

Tabela 1: Skład biogazu (dane uśrednione)

Składnik	Wzór	Zawartość
Metan	CH ₄	50-75% obj.
Dwutlenek węgla	CO ₂	25-45% obj.
Para wodna	H ₂ O	2-7% obj.
Siarkowodór	H ₂ S	0,002-2% obj.
Azot	N ₂	<2% obj.
Amoniak	NH ₃	<1% obj.
Wodór	H ₂	<1% obj.
Gazy śladowe		<2% obj.

Źródło: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (2009): Basisdaten Bioenergie Deutschland. FNR, Gülzow-Prüzen, s. 35.

Proces

W procesie powstawania biogazu drobnoustroje o różnych wymogach środowiskowych uaktywniają się w czterech kolejnych etapach:

¹ Źródła pełniejszych danych nt. biogazu w rolnictwie znajdują się w rozdziale „Dalsze informacje”.

Hydroliza: Przy udziale enzymów wytwarzanych przez bakterie następuje rozkład masy organicznej - węglowodanów, białek i tłuszczów na związki o prostszej budowie, takie jak glukoza, glicerol, puryny i pirydyny.

Faza acydofilna: Bakterie fermentujące przetwarzają produkty hydrolizy w kwasy karboksylowe, alkohole, aldehydy, dwutlenek węgla i wodór.

Faza octanogenna: Rozkład kwasów karboksylowych i alkoholi do kwasu octowego, wodoru i dwutlenku węgla.

Faza metanogenna: Przy udziale bakterii metanowych z kwasu octowego, dwutlenku węgla i wodoru powstaje metan. Ten najwolniejszy w procesie etap uzależniony jest od takich czynników jak rodzaj substratu, częstotliwość doprowadzania wsadu, temperatura oraz pH.

Biomasa

Do produkcji biogazu można użyć różnych rodzajów biomasy. Stosowane w biogazowniach rolniczych *substraty* obejmują:

- Świeży lub kiszony materiał roślinny (np. kukurydza, trawa, zboże, buraki lub koniczyna)
- Odchody zwierzęce (np. gnojowica lub obornik)
- Pozostałości po produkcji rolnej lub spożywczej (np. resztki paszy, plewy, serwatka, gliceryna, słoma²)
- Materiały odpadowe (np. organiczne odpady z gospodarstw domowych)

Wpływ na wybór substratu mają: technologiczna i mikrobiologiczna charakterystyka instalacji, dostępność substratu, uwarunkowania prawne oraz strategia operatora instalacji.

² Słoma ma wysoki potencjał produkcji biogazu, ale rzadko jest wykorzystywana jako substrat, ponieważ wymaga odpowiedniej obróbki wstępnej/dezintegracji do uzyskania wydajnej fermentacji.

Technologia

Ładunek biomasy do instalacji zależy od jej rodzaju - materiał płynny jest pompowany, a stały wkładany np. przy użyciu *dozowników*. W większości biogazowni odbywa się to w trybie quasi-ciągłym. Kilka razy dziennie biomasa jest dozowana do komory fermentacyjnej, a odpowiednia ilość przetworzonej biomasy jest z niej usuwana.

Jak widać na poniższym zdjęciu (Rys.2), w centrum biogazowni znajduje się jeden lub więcej gazoszczelnych reaktorów zwanych *fermentorami* lub *komorami fermentacyjnymi*. To tutaj substrat jest ogrzewany i mieszany przez kilka tygodni w temperaturze 37 °C lub wyższej, aby umożliwić działanie bakterii, konieczne do produkcji biogazu. Chociaż wszystkie procesy zazwyczaj zachodzą w jednym fermentorze, niektóre instalacje posiadają osobne komory do *hydrolizy*.



Rys.2: Gerald Schulz (z prawej) prowadzi rolnictwo ekologiczne na 650 ha w Stahlbrode, Niemcy. Pomimo początkowych problemów z produkcją biogazu w jego instalacji, jest przekonany do technologii Waltera Dannera (z lewej) z odrębną hydrolizą w wysokich temperaturach. Fot.: F. Gerlach, FiBL.

Dzięki regularnemu mieszaniu biogaz wytworzony w procesie fermentacji przemieszcza się nad powierzchnię substratu. Magazynuje się go w elastycznych, niskociśnieniowych *zbiornikach gazu* nad fermentorem lub w zewnętrznych zbiornikach gazu.

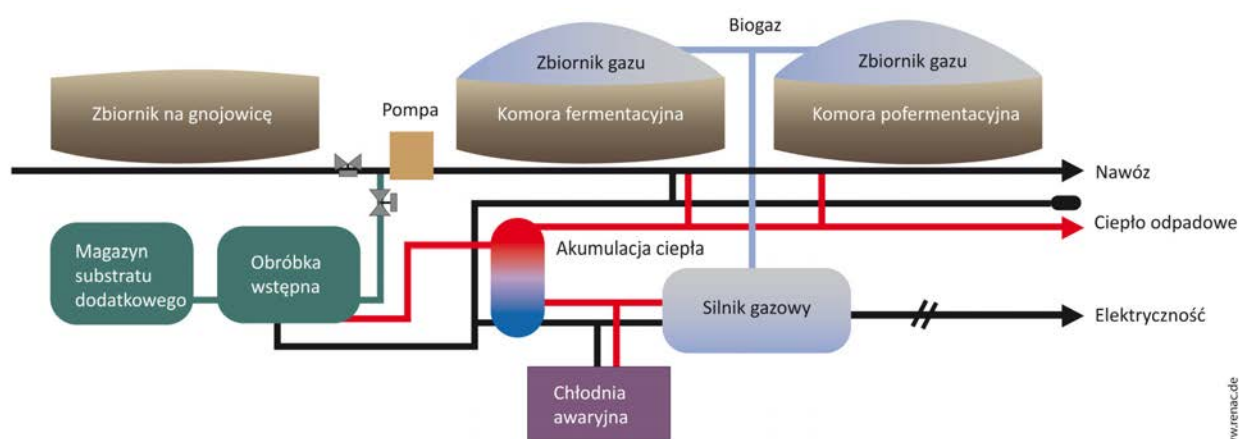
Po upływie odpowiedniego *czasu retencji* – od poniżej 20 dni dla wyspecjalizowanych instalacji przetwarzających gnojowicę do ponad 100 dni potrzebnych na całkowitą przemianę materiałów

bogatych w lignocelulozę – biomasa zostaje przekształcona w *masę pofermentacyjną*, brejowatą, brązową mieszaninę o znacznie obniżonej zawartości suchej masy w stosunku do surowca wsadowego.

Masę pofermentacyjną pompuje się do zbiorników magazynowych i przechowuje do czasu, gdy można wykorzystać ją jako nawóz. Do nawożenia pofermentem rolnicy stosują maszyny do rozlewania gnojowicy. Poferment zawiera prawie wszystkie składniki odżywcze materiału wsadowego – następuje utrata tylko niewielkich ilości siarki i azotu jako składników biogazu lub poprzez emisje. Większość azotu zawartego w pofermentcie ma postać amonową, łatwo przyswajalną dla roślin.

Biogaz jest następnie oczyszczany – zazwyczaj z siarkowodoru i wilgoci – i transportowany rurami do miejsca wykorzystania. Większość instalacji biogazowych wykorzystuje biogaz do produkcji energii elektrycznej dla krajowej sieci oraz ciepła do użytku lokalnego w *jednostkach kogeneracyjnych* (CHP). Agregaty te łączą silniki podobne do silników okrętowych z generatorem konwertującym siłę mechaniczną silnika w energię elektryczną. Użyteczna energia cieplna generowana w tym procesie jest równa energii elektrycznej lub od niej większa. Około 5 do 15% generowanej energii elektrycznej i 10 do 20% ciepła potrzebnych jest do obsługi samej instalacji biogazowej.

Istnieje wiele różnych wariantów i uzupełnień tego standardowego procesu. Na przykład do tzw. „fermentacji suchej”, gdzie substratem jest biomasa stała, którą można magazynować w stosach (pryzmach), stosować można fermentor w postaci garażu napełnianego w trybie nieciągłym przez ładowarkę lub traktor. W przypadku substratów bogatych w lignocelulozę, takich jak trawa, słoma lub rośliny motylkowe, uzupełnieniem standardowego procesu „fermentacji mokrej” są metody *dezintegracji biomasy* – nazywane także przygotowawczymi – przyspieszające procesy mikrobiologiczne i wpływające na zwiększenie ilości produkowanego biogazu. W przypadku mocno zdrewniałej masy, takiej jak słoma, uzyskanie odpowiedniego poziomu produkcji biogazu jest możliwe tylko przy zastosowaniu dezintegracji biomasy.



Rys. 3: Zasady działania systemu biogazowego. Opracowanie: RENAC.

3 Co to jest biogaz ekologiczny?

Na pierwszy rzut oka produkcja biogazu w rolnictwie ekologicznym niezbyt różni się od zwykłej produkcji biogazu w rolnictwie. Jednak bliższe zapoznanie się z tematem pokaże, że produkcja biogazu ekologicznego ma duży potencjał związany ze zrównoważonym rozwojem i prowadzi do efektów synergii z procesami zachodzącymi w systemach rolnictwa ekologicznego.

Wyniki osiągane w poszczególnych gospodarstwach mogą być różne, jednak wszędzie kontekst, struktura i efekty produkcji biogazu wykazują silne oddziaływania synergiczne z ekologiczną produkcją roślinną i zwierzęcą.

Opis biogazu ekologicznego

Na podstawie badań literaturowych i konsultacji z rolnikami ekologicznymi oraz innymi specjalistami, zespół SUSTAINGAS stworzył kilka punktów kluczowych dla opisu biogazu ekologicznego:

- Biomasa wykorzystywana do produkcji biogazu pochodzi głównie z *rolnictwa ekologicznego*, produkcji żywności ekologicznej oraz z terenów objętych ochroną przyrody. Wsad z rolnictwa konwencjonalnego jest ograniczony.
- *Rodzaje substratu* to przede wszystkim międzyplony, pozostałości z hodowli bydła lub produkcji uprawnej, biomasa pochodząca z terenów objętych ochroną przyrody i/lub nieskażone odpady organiczne (tj. wolne od organizmów genetycznie zmodyfikowanych lub problematycznych poziomów metali ciężkich) z produkcji żywności lub gospodarstw domowych.
- Ogranicza się wykorzystanie *roślin energetycznych* jako substratów, ponieważ jedną z zasad produkcji biogazu ekologicznego jest unikanie konkurencji o pola uprawne.
- *Masa pofermentacyjna* jest wykorzystywana jako nawóz organiczny w cyklu odżywczym tego

samego gospodarstwa rolnego. Produkcja biogazu ekologicznego ma na celu poprawę żyzności gleb w systemach uprawy ekologicznej.

- Bezpieczny i wydajny proces *niskoemisyjny* (dotyczy to szczególnie metanu) ma zasadnicze znaczenie dla zrównoważonego rozwoju.
- Spodziewany jest pozytywny wpływ na *jakość wody, ochronę przyrody oraz bioróżnorodność*.

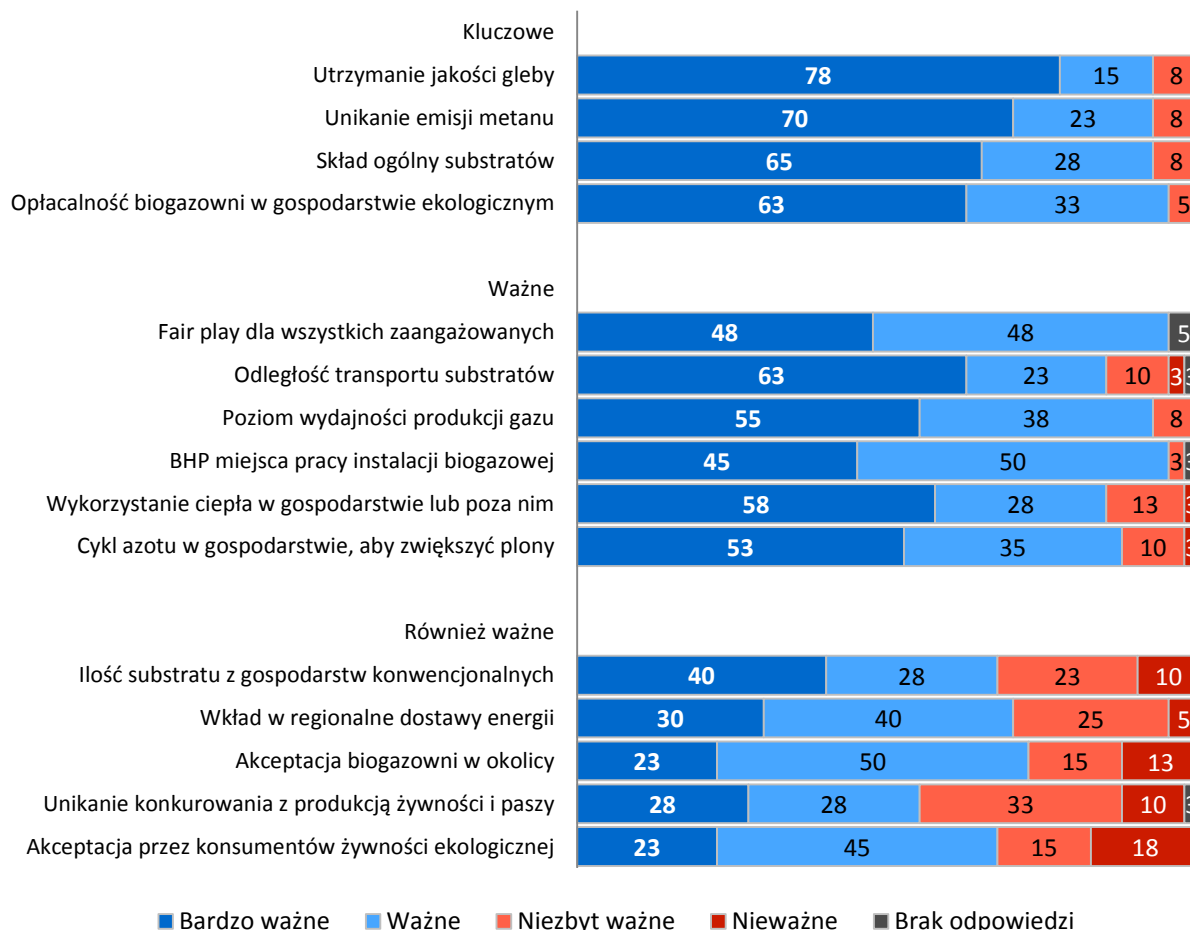
Co myślą rolnicy?

W badaniu SUSTAINGAS rolnicy ekologiczni posiadający biogazownie i ich nie posiadający zostali zapytani o to, co według nich ma istotny wpływ na zrównoważony charakter biogazowni w ekologicznym gospodarstwie rolnym.

Dla większości rolników następujące aspekty były kluczowe: *utrzymywanie jakości gleby, unikanie emisji metanu, skład masy wsadowej oraz opłacalność finansowa*. Pozostałe ważne kwestie obejmowały *fair play dla wszystkich zaangażowanych, kwestie BHP oraz wydajność produkcji gazu* (Rys 4).

Wszystkie te kwestie bez wątpienia dotyczą zrównoważonej produkcji biogazu, natomiast niektóre aspekty – takie jak źródło i rodzaj substratów – są blisko powiązane z systemem rolniczym (ekologicznym lub konwencjonalnym). W przypadku innych czynników – np. kwestii BHP – system rolniczy ma mniejsze znaczenie.

Co jest istotne dla zrównoważonego charakteru biogazowni w ekologicznym gospodarstwie rolnym?



Rys 4: Kwestie zrównoważonej produkcji biogazu ekologicznego. Wyniki konsultacji z 40 rolnikami ekologicznymi z sześciu krajów UE, posiadającymi biogazownię lub planującymi ich posiadanie. Źródło: Baaske W., Lancaster B. (2013): Product Description of Sustainable Organic Biogas. SUSTAININGAS Report D2.1, www.sustainingas.eu/demands.html.

Uregulowania dotyczące biogazu w rolnictwie ekologicznym

Jakie są minimalne wymagania, które musi spełniać biogaz ekologiczny? Chociaż pośrednio zastosowanie mają tu regulacje UE, niektóre stowarzyszenia rolników ekologicznych wypracowały specjalne wytyczne dla swoich członków.

Rozporządzenie UE w sprawie produkcji ekologicznej - podstawowy akt prawny obowiązujący

wszystkich rolników ekologicznych w Unii Europejskiej - wprowadzając obowiązek minimalizacji wykorzystania zasobów nieodnawialnych oraz określając listy substancji dopuszczonych do stosowania jako nawozy w gospodarstwach ekologicznych, ustanawia w sposób pośredni kryteria dla produkcji biogazu ekologicznego.

Grupa UE Międzynarodowej Federacji Rolnictwa Ekologicznego (IFOAM), jako organizacja nadzorująca krajowe stowarzyszenia rolników ekologicznych,

testuje obecnie wśród swoich członków wersję próbną standardów SUSTAINGAS dla zrównoważonej produkcji biogazu w rolnictwie ekologicznym. Standardy próbne obejmują następujące zalecenia:

- *Cele:* Produkcja biogazu musi zapewniać gospodarstwu możliwość osiągnięcia dochodu i być dostosowana do socjoekonomicznego kontekstu gospodarstwa. Musi przyczyniać się do ogólnego zrównoważenia rozwoju gospodarstwa i stosować do zasad sprawiedliwości, zdrowia, ekologii i ostrożności. Powinna usprawniać recykling składników odżywczych i obniżać emisje gazów cieplarnianych. Nie może mieć negatywnego wpływu na krajobraz i bioróżnorodność.
- *Źródła biomasy:* Konieczne jest unikanie konkurencji z produkcją spożywczą. Głównymi źródłami biomasy są pozostałości z upraw i masa roślinna pochodząca z terenów chronionych. Użycie biomasy pochodzącej z gospodarstw konwencjonalnych powinno być ograniczone i stopniowo zmniejszane, należy też korzystać ze źródeł lokalnych. Należy przestrzegać przepisów dotyczących nawożenia i stosowanych środków, zgodnie z zapisami rozporządzeń unijnych ws. produkcji ekologicznej ((WE) nr 834/2007 i (WE) nr 889/2008).
- *Masa pofermentacyjna jako nawóz:* Trwała żyzność gleb znajduje się w centrum uwagi rolnictwa ekologicznego, tak więc poferment powinien być wykorzystywany przede wszystkim w tym samym gospodarstwie. Jeśli substrat sprowadzany jest spoza gospodarstwa, zasadę tę można odpowiednio zmodyfikować. Zastosowanie mają regulacje UE oraz krajowe (np. dyrektywa odpadowa, przepisy dot. higieny, dyrektywa azotanowa).
- *Efektywność energetyczna oraz gazy cieplarniane:* Należy unikać emisji metanu (znacznie poniżej 5%) przez stosowanie zbiorników gazoszczelnych i zakrytych magazynów. Należy optymalizować efektywność energetyczną, na przykład przez wykorzystywanie ciepła odpadowego.

- *Planowanie i konstrukcja:* Już w fazie planowania należy systemowo uwzględnić wpływ na środowisko: minimalizować odległość transportu, maksymalizować efektywność energetyczną i unikać emisji gazów cieplarnianych.

W ramach projektu SUSTAINGAS opracowano bardziej szczegółowe standardy próbne, które zostały przedyskutowane przez członków grupy UE IFOAM, reprezentujących sektor ekologiczny w Europie. Wytyczne SUSTAINGAS dla zrównoważonego biogazu w ekologicznych gospodarstwach rolnych zostaną opublikowane w 2015 r.

Więcej informacji na temat zrównoważonego biogazu z gospodarstw ekologicznych oraz standardów próbnych SUSTAINGAS dostępnych jest na: www.sustainingas.eu/demands.html.



Rys.5: Nie ma certyfikatu bez dokumentacji.
Fot.: F. Gerlach, MEP.

Niektóre krajowe stowarzyszenia rolników ekologicznych wprowadziły już ostrzejsze normy, zwłaszcza dotyczące wykorzystania substratów konwencjonalnych. W Tabeli 2 przedstawiono porównanie wymagań dotyczących produkcji biogazu ekologicznego wynikających z Rozporządzenia UE w sprawie produkcji ekologicznej oraz wytycznych dwóch przykładowych krajowych stowarzyszeń rolników.

Tabela 2: Porównanie rozporządzenia UE w sprawie produkcji ekologicznej i wytycznych przykładowych stowarzyszeń rolników w zakresie wymagań wobec produkcji biogazu

Kwestia	Rozporządzenie UE w sprawie produkcji ekologicznej	Bioland (Niemcy)	Bio Austria (Austria)
Zakres ogólny	Rozporządzenie UE w sprawie produkcji ekologicznej	Stosuje się rozporządzenie UE w sprawie produkcji ekologicznej. Ponadto gospodarstwa certyfikowane muszą przestrzegać następujących ograniczeń:	
Udział wsadu konwencjonalnego	Brak limitu	Maksimum: 30% Cel na 2020 r.: 0%	0%
Przepisy przejściowe dla istniejących biogazowni		Biogazowniom wybudowanym przed 01.05.2009 r. można zezwolić na stosowanie ponad 30% substratu konwencjonalnego przez okres przejściowy.	Biogazownie, które uzyskały pozwolenie na budowę przed 31.12.2004 r.: użycie pofermentu dozwolone, jeśli rolnik ekologiczny jest współnikiem lub operatorem instalacji. Ograniczenia: Nie wolno stosować gnojowicy, odchodów ściwniskich ani odchodów drobiowych z gospodarstw konwencjonalnych. Od 2020 r. udział substratu ekologicznego musi wynosić 70% lub więcej.
Ograniczenia dot. jakości materiału wsadowego	Wolny od GMO, nie wolno używać odchodów z hodowli przemysłowych	Konwencjonalny obornik tylko bydłęcy, owczy, kozi, koński. Konwencjonalna kukurydza tylko wyprodukowana bez użycia neonikotynoidów.	Konwencjonalny obornik tylko bydłęcy, owczy, kozi, koński. Brak ograniczeń stosowania kiszonki z traw i biomasy wyprodukowanej zgodnie z programami środowiskowymi ³
Dozwolony import składników odżywczych (kg N/ha rocznie)	170 kg N/ha rocznie, o ile udowodniono zapotrzebowanie na składnik odżywczy	40 kg N/ha rocznie ⁴	25 kg N _{ju} /ha rocznie ⁵
Import i eksport pofermentu do/z gospodarstwa ekologicznego	Zakaz importu pofermentu z przemysłowych hodowli zwierząt. Eksport dozwolony do dostawców substratu ⁶	Zakaz importu z całkowicie konwencjonalnych instalacji. Import dozwolony tylko, jeśli spełniająca kryteria biomasa (por. „Ograniczenia dot. jakości materiału wsadowego”) była przetwarzana przez okres sześciu miesięcy.	Dozwolony import z mieszanych biogazowni (konwencjonalnych / ekologicznych), jeśli gospodarstwo wykorzystujące poferment dostarcza instalacji substratu i uprawia co najmniej 20% roślin motylkowych w swoim płodozmianie.

Źródła: Rozporządzenie Rady (WE) nr 834/2007 z dn. 28.06.2007 r. oraz Rozporządzenie Komisji (KE) nr 889/2008 z dn. 05.09.2008 r., Bioland: Erzeugerrichtlinien z dn. 18.03.2013 r., BioAustria: Produktionsrichtlinien, Revision 2013.

³ Program „Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel auf Ackerflächen” lub „Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel auf Ackerfutter- und Grünlandflächen” zgodnie z ÖPUL (Austriackim Programem Agro-środowiskowym).

⁴ Wytyczne Bioland określają 0,5 DE/ha (1 DE zawiera 80 kg N).

⁵ N_{ju}: Rzeczywisty azot roczny zgodnie z ÖPUL (Austriackim Programem Agro-środowiskowym) 2007. Uwzględnia straty przy nawożeniu i rodzaj substratu.

⁶ W niektórych państwach eksport pofermentu zawierającego sfermentowaną gnojowicę/obornik z ekologicznych hodowli zwierząt do gospodarstw konwencjonalnych uważa się za zabroniony.

Koncepcje biogazu w gospodarstwach ekologicznych

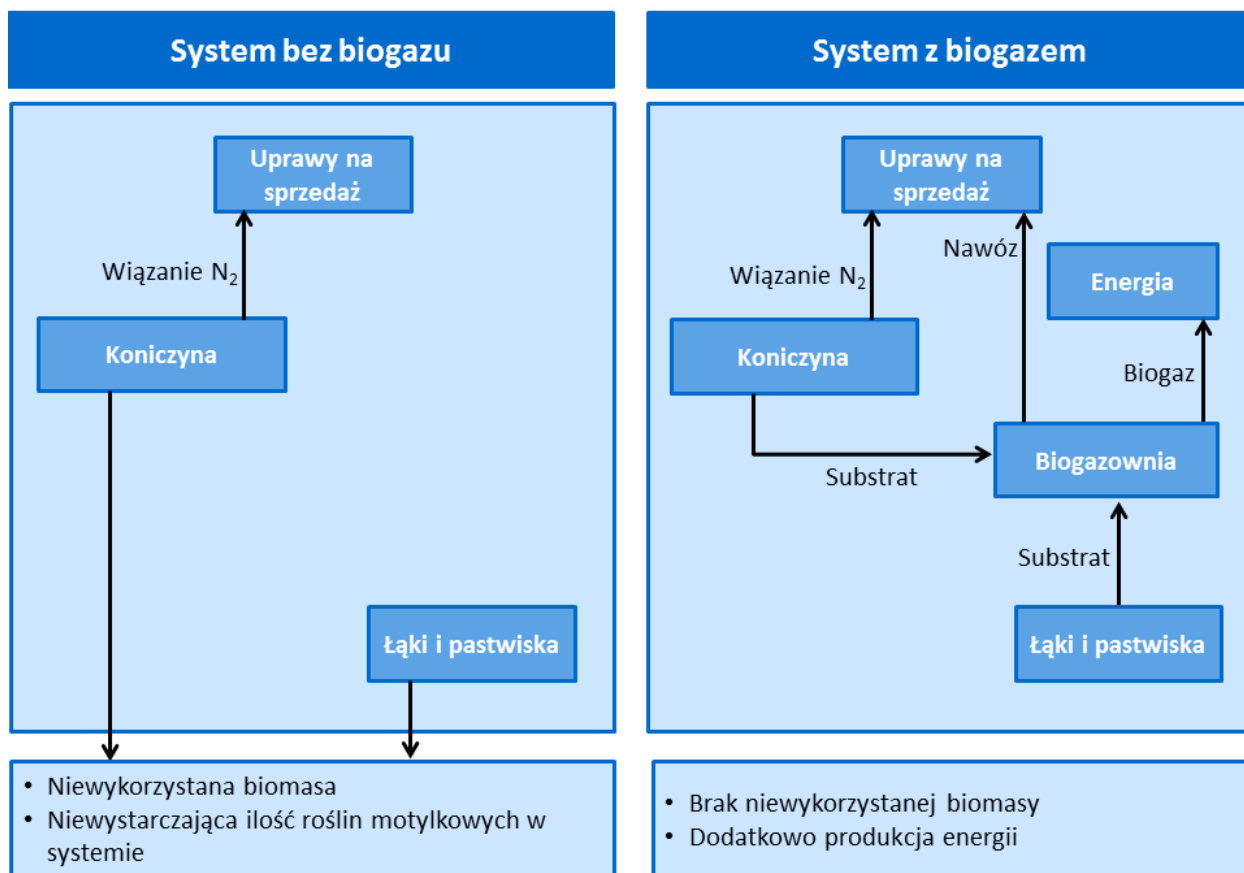
W rolnictwie konwencjonalnym do produkcji biogazu wykorzystuje się głównie rośliny energetyczne, gnojowicę i – w niektórych państwach – odpady przemysłowe, natomiast koncepcje biogazu ekologicznego są o wiele ściślej powiązane z systemem rolniczym. Proces produkcji biogazu ekologicznego będzie więc uzależniony od charakterystyki prowadzonej działalności rolniczej.

Intensyfikacja ekologiczna

Gospodarstwa nieprowadzące chowu zwierząt oraz gospodarstwa o niskim udziale zwierząt mają problemy z ekonomicznym wykorzystywaniem biomasy pochodzącej z międzyplonów, takich jak koniczyna. Zazwyczaj koniczyna i inne międzyplony są wykorzystywane jako ściółka. To powoduje, że

obecne w korzeniach roślin bakterie *Rhizobium*, odpowiedzialne za wiązanie azotu z powietrza, zużywają azot z rozkładającej się ściółki, co obniża ich wydajność. Gdy natomiast zastosuje się koniczynę do produkcji biogazu, wzrasta wydajność bakterii, a wraz z nią wiązanie azotu. Jednocześnie zmniejsza się straty azotu, ponieważ poferment może zostać rozprowadzony na polach uprawnych wtedy, gdy rośliny tego potrzebują.

Niewykorzystywane lub wykorzystywane w niewystarczającym stopniu łąki i pastwiska także mogą być użyteczne w produkcji biogazu i dostarczać dodatkowych składników odżywczych. Konwencjonalne wykorzystanie zbiorów traw jesiennych poprawia stan pastwisk w gospodarstwach mleczarskich, natomiast biogaz produkowany z materiału roślinnego z pastwisk zapewnia dodatkowe składniki odżywcze dla pól uprawnych i wykorzystuje biomasę pochodzącą z terenów chronionych, która w innym przypadku byłaby bezużyteczna.



Rys. 6: Wpływ biogazu na systemy gospodarstw ekologicznych nieprowadzących chowu zwierząt. Opracowanie: FiBL



Rys. 7: Międzyplony czy uprawy dochodowe? Dzięki biogazowi można mieć i jedno, i drugie. Fot.: V. Jaensch, RENAC.

Energia z odchodów zwierzęcych i bonus dla klimatu

Gospodarstwa hodowlane – konwencjonalne i ekologiczne – znacznie poprawiają swój bilans gazów cieplarnianych poprzez zastosowanie odchodów zwierzęcych do produkcji biogazu. Metan z obornika i gnojowicy wykorzystuje się do produkcji energii, a więc nie uwalnia się go do atmosfery. Co więcej, wytwarzanie energii stanowi dodatkowe źródło dochodu, nie obniżając właściwości nawozowych obornika i gnojowicy.

W ekologicznych gospodarstwach rolnych częściej występuje obornik stały niż gnojowica. Poferment wytworzony z obornika jest bardziej jednolity, uniwersalny i łatwiejszy do rozprowadzania przy użyciu nowoczesnych maszyn, niż sam obornik.

Produkcja składników odżywczych jest niezbędna

W produkcji biogazu ekologicznego kluczową kwestią jest nawożenie masą pofermentacyjną. Rolnik ekologiczny może porównać ją z dostępnymi nawozami organicznymi. O ile da się przypisać wartość pieniężną do ilości składników odżywczych dostępnych w pofermencie, trudniej jest oszacować wartość innych cech tego nawozu, takich jak potencjalna długoterminowa akumulacja próchnicy. Przekształcanie masy, takiej jak obornik stały lub

pozostałości paszy, w łatwo przyswajalny nawóz za pomocą procesu produkcji biogazu sprawia, że zarządzanie składnikami odżywczymi staje się bardziej elastyczne i możliwe jest nawożenie także pastwisk czy nawożenie pogłównie. Zwiększa się także dostępność składników odżywczych dla roślin, a jeśli korzysta się z odpowiedniej technologii nawożenia – emisje zostają zredukowane.

Współpraca jest kluczowa

Rolnicy ekologiczni wykorzystują zwykle jako substrat resztki i nadwyżki materiału roślinnego, np. z międzyplonów. W gospodarstwach bez zwierząt około 20 do 30% powierzchni może być przeznaczona na międzyplony / rośliny motylkowe. W gospodarstwach hodowlanych część roślin motylkowych wykorzystuje się na paszę, przez co zmniejsza się ilość dostępnego materiału roślinnego, za to substratem do produkcji biogazu będą obornik i gnojowica. W przeciwieństwie do gospodarstw konwencjonalnych, systemy ekologiczne z biogazem bazujące na nadwyżkach materiałów pozwalają na, przeznaczenie tylko części powierzchni, uprawnej na produkcję substratu biogazowego. Aby osiągnąć ekonomicznie opłacalne rozmiary biogazowni, gospodarstwa ekologiczne potrzebują zazwyczaj sprowadzać biomasę od kilku producentów. Jest to możliwe zwłaszcza w regionach, w których występuje duża liczba gospodarstw ekologicznych. Ponieważ dostawa biomasy musi być zapewniona przez wiele lat, niezbędna jest ścisła współpraca z innymi rolnikami ekologicznymi. Praktyka pokazuje, że kooperacyjne podejście do biogazu ekologicznego może doprowadzić do sytuacji, w której wszyscy zaangażowani rolnicy zyskują.

Pozytywny wpływ produkcji biogazu na gospodarstwa ekologiczne ma charakter uniwersalny, natomiast stosowane koncepcje zawsze uwzględniają rozmiar i strukturę gospodarstwa, warunki naturalne, podstawy prawne, jak również stosunek kosztów do zysków.

Więcej informacji na temat koncepcji biogazowych na str. 41 (Dostawy biomasy) i str. 49 (Wykorzystanie pofermentu).

4 Produkcja biogazu ekologicznego w UE

Na podstawie sytuacji obserwowanej w krajach UE zaangażowanych w projekt SUSTAINGAS można stwierdzić, że produkcja biogazu ekologicznego rozwija się. Większy wpływ mają na to uregulowania prawne determinujące finansowanie, ceny i wymogi, aniżeli regionalne różnice w uwarunkowaniach przyrodniczych czy strukturze gospodarstw.

Silna tradycja

W niektórych państwach, takich jak Niemcy czy Austria, gdzie istnieje długa tradycja ruchu ekologicznego i wsparcie polityczne dla rolnictwa ekologicznego i energii odnawialnej, istnieje już pewna liczba biogazowni w gospodarstwach ekologicznych. Niektórzy rolnicy niemieccy produkują biogaz ekologiczny od kilku dziesięcioleci. Koncepcja produkcji biogazu głównie z gnojowicy i innych odpadów gospodarskich w ich opinii dobrze łączy się z ekologiczną ideą zamkniętego cyklu składników odżywczych w gospodarstwie oraz korzyściami wynikającymi z niezależnych dostaw energii. W ciągu ostatniego dziesięciolecia przywileje prawne, takie jak ustalone ceny i gwarancja podłączenia do sieci energetycznej sprawiły, że produkcja elektryczności z biogazu jest również opłacalna ekonomicznie, co dało rolnikom ekologicznym dodatkowy bodziec do kontynuacji pracy pionierów. W Niemczech działa około 180 biogazowni ekologicznych o mocy 30 MW_{el}, z czego większość w gospodarstwach uprawiających rośliny na paszę, wzrasta też udział gospodarstw rolnych nieprowadzących chowu zwierząt. W Austrii około 100 gospodarstw ekologicznych dostarcza biomasę do biogazowni, ale jak do tej pory tylko dwie z nich są prowadzone przez gospodarstwa ekologiczne. Jednak w ostatnich latach oba państwa doświadczyły niekorzystnych zmian taryf dla energii elektrycznej wytwarzanej z biogazu. To zniechęciło rolników do otwierania nowych biogazowni, zarówno w gospodarstwach konwencjonalnych, jak i ekologicznych. Bio Austria, Bioland i Naturland - trzy największe stowarzyszenia rolnictwa ekologicznego w Austrii i w Niemczech, stworzyły

własne wytyczne dla produkcji biogazu, wykraczające poza te wynikające z rozporządzeń UE w sprawie produkcji ekologicznej (patrz Tabela 2 na s. 11).



Rys. 8: Gerhard Übleis prowadzi biogazownię w Schwanenstadt, Górna Austria, wykorzystującą mieszany substrat ekologiczny i konwencjonalny. Ciepło jest wykorzystywane do suszenia wiórów drzewnych. Fot.: F. Gerlach, FiBL.

Przyszły potencjał

W niektórych regionach nie ma jeszcze żadnych lub prawie żadnych biogazowni, ale istnieje potencjał ich rozwoju w przyszłości. W niektórych z tych krajów sektor produkcji ekologicznej jest stosunkowo nowy i nie istnieje w nich wiele gospodarstw ekologicznych. Na przykład w Bułgarii pierwszym gospodarstwom wydano certyfikaty ekologiczności dopiero w 2000 r., a udział gruntów z uprawami ekologicznymi nie przekracza 0,8%. Również sektor biogazu jest w tym kraju nowością. W związku ze wsparciem politycznym dla rolnictwa ekologicznego i produkcji energii z biomasy, produkcja biogazu w gospodarstwach ekologicznych w Bułgarii ma duże perspektywy rozwojowe w nadchodzących latach. W Danii natomiast sektor rolnictwa ekologicznego jest dobrze ugruntowany i funkcjonuje tam około 60 biogazowni rolniczych. Niedawno biogaz rolniczy uzyskał znowu wsparcie polityczne – duński parlament chce, aby w 2020 roku 50% odchodów zwierzęcych było przetwarzane

w instalacjach biogazowych, podwyższył też taryfy gwarantowane oraz finansowanie energii elektrycznej pochodzącej z biogazowni.

W tym samym okresie Dania zamierza też podwoić powierzchnię upraw ekologicznych z 7 do 15%, a duńskie rolnictwo ekologiczne ma w planach stopniowe wycofywanie się z importu obornika konwencjonalnego do 2021 r. Obecnie funkcjonuje w Danii tylko jedna biogazownia ekologiczna, ale wraz z poprawą uwarunkowań wzrasta też zainteresowanie rolników ekologicznych produkcją biogazu.

Potrzebne lepsze warunki

W innych państwach, gdzie znajduje się spora ilość gospodarstw ekologicznych, ich rozmiary oraz/lub niewystarczające zachęty do rolniczej produkcji biogazu z biomasy uprawnej ograniczają potencjał biogazu ekologicznego. Przykładowo w Polsce istnieje około 20 000 certyfikowanych gospodarstw ekologicznych, ale prawie żadne z nich nie współpracuje z biogazownią. Chociaż średnie gospodarstwo ekologiczne (25 ha) jest większe niż średnia wszystkich gospodarstw w kraju, nadal jest zbyt małe, aby samodzielnie rozpocząć projekt biogazowy. Co więcej, rolnicza produkcja biogazu w Polsce jest opłacalna głównie dla dużych instalacji przetwarzających gnojowicę. Aktualnie w Polsce działa 38 biogazowni rolniczych, ale tylko dwie z nich mają moc na poziomie poniżej 0,5 MW_{el}. Tylko jedna instalacja biogazowa (30 kW_{el}) prowadzona jest przez małe gospodarstwo.

W Hiszpanii rolno-przemysłowa produkcja biogazu bazuje obecnie głównie na gnojowicy. Funkcjonuje tam tylko kilka rolniczych instalacji biogazowych (łącznie 10 MW w 2010 r.). Produkcja roślin energetycznych jest ograniczona także naturalnymi warunkami uprawowymi. Choć powierzchnia upraw ekologicznych przekracza 1,6 mln ha, produkcja biogazu z ekologicznie uprawianej biomasy jest znikoma.



Rys. 9: Największe gospodarstwo mleczarskie w Hiszpanii prowadzi jedną z zaledwie 32 biogazowni rolniczych zasilaną gnojowicą od 2500 krów. Masę pofermentacyjną suszy się, a następnie sprzedaje jako nawóz dla rolnictwa ekologicznego. Fot.: STUDIA.

Niezbędne jest wsparcie polityczne

We wszystkich opisywanych państwach europejskich techniczny potencjał produkcji biogazu w gospodarstwach ekologicznych jest wielokrotnie większy niż ilość już produkowanego biogazu ekologicznego. Aby możliwy był rozwój tego sektora w UE konieczne jest stworzenie takich warunków prawnych i ekonomicznych, które umożliwiłoby rolnikom ekologicznym długoterminowe zaangażowanie w produkcję biogazu jako nową, kompleksową działalność o dużym nakładzie inwestycyjnym. Produkcja biogazu i rolnictwo ekologiczne charakteryzują się wyższymi kosztami niż szeroko rozpowszechnione systemy oparte na gazie ziemnym i rolnictwie konwencjonalnym. Dlatego też do rozwoju tego przyszłościowego kierunku niezbędne jest odpowiednie wsparcie polityczne.

Tabela 3: Sektory rolnictwa i biogazu w przykładowych krajach europejskich.

Państwo	Liczba gospodarstw ekologicznych	Powierzchnia upraw ekologicznych (ha)	Udział upraw ekologicznych w całkowitej powierzchni uprawnej (%)	Liczba instalacji biogazowych	Liczba ekologicznych instalacji biogazowych	Udział instalacji ekologicznych we wszystkich instalacjach biogazowych (%)
Austria	21 575	542 553	19,7	368	7	1,9
Bułgaria	978	25 022	0,8	10	0	0
Dania	2 677	162 173	6,1	82	1	1,2
Niemcy	23 003	1 013 540	7,8	7 515	180	2,3
Hiszpania	32 195	1 621 898	6,5	32	1	3,1
Polska	23 447	605 519	3,9	38	0	0

Źródła: Liczba gospodarstw ekologicznych oraz rozmiar powierzchni uprawnej: Willer H., Lernoud L., Kilcher L. (red.) (2012): The World of Organic Agriculture – Statistics and Emerging Trends 2013. FiBL/IFOAM, Frick and Bonn; dane własne SUSTAIN GAS dot. instalacji biogazowych oraz:

Austria: Energie-Control Austria (2013): Entwicklung anerkannter sonstiger Ökostromanlagen 2002-2012, <http://tinyurl.com/qdher6h>, ; Energie-Control Austria (2012): Ökostrombericht 2012, Energie-Control Austria, Wien.

Bułgaria: dane własne.

Dania: dane własne.

Niemcy: Fachverband Biogas (2013): Branchenzahlen 2012 und Prognose der Branchenentwicklung 2013, Fachverband Biogas, Freising; Anspach V., Gerlach F., Graß R., Herrle J., Heß J., Siegmeier T., Paulsen H., Szerencsits M., Wehde G., Wiggert M., Wilbois K., Zeller H., and Zerger, U. (2011): Bioenergieerzeugung und Energiepflanzenutzung im ökologischen Landbau. TA-Projekt Ökologischer Landbau und Biomasse, Themenfeld 3, Stiftung Ökologie und Landbau (SÖL), Bad Dürkheim.

Polska: Agencja Rynku Rolnego (2013): Rejestr przedsiębiorstw energetycznych zajmujących się wytwarzaniem biogazu rolniczego, http://arr.gov.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=792&Itemid=552 oraz IJHARS, <http://www.ijhars.gov.pl/raporty-o-ekologii.html>

Hiszpania: Europejskie Stowarzyszenie Biogazu (2012): Biogas in Europe 2011, <http://tinyurl.com/lI3o829>.

5 Dlaczego biogaz ekologiczny?

Rolnicy ekologiczni i producenci biogazu w rolnictwie konwencjonalnym zadadzą to samo pytanie: dlaczego powinniśmy łączyć rolnictwo ekologiczne z produkcją biogazu? Jest kilka dobrych powodów: od pozytywnego wpływu na produkcję żywności ekologicznej i ekonomikę gospodarstwa, po lepsze osiągnięcia w realizacji idei zrównoważonego rozwoju.

Włączenie biogazu do cyklu gospodarstwa leży w interesie rolników ekologicznych, ponieważ uzyskuje się dzięki niemu dobry poziom nawożenia oraz lepsze wyniki ekonomiczne. Na szerszą skalę może także pozwolić całemu sektorowi rolnictwa ekologicznego na samowystarczalność w zakresie składników odżywczych oraz dalszą poprawę bilansu gazów cieplarnianych.

Więcej żywności z biogazem ekologicznym?

Niniejszy rozdział zajmuje się kwestiami potencjalnej konkurencyjności pomiędzy produkcją żywności i energii, jak również wielkością i jakością plonów w rolniczych systemach ekologicznych produkujących biogaz.

„Żywność kontra paliwo” – nie z biogazem ekologicznym

Produkcja żywności i roślin energetycznych konkurują ze sobą o grunty uprawne i inne ograniczone zasoby, jak np. woda. Zjawisko to można zredukować dzięki wykorzystaniu gruntów odłogowanych, zwiększeniu wydajności plonów oraz wykorzystywaniu resztek. Biogaz w rolnictwie ekologicznym w dużym stopniu opiera się na wsadach z resztek i produktów ubocznych. Tam, gdzie wykorzystuje się rośliny energetyczne, zajmowanie przez nie powierzchni uprawnej jest całkowicie lub częściowo kompensowane przez

wzrost plonów w płodozmianie, możliwy dzięki zastosowaniu systemu biogazu.

U podstaw produkcji biogazu w gospodarstwach ekologicznych leży idea wykorzystywania wyłącznie materiałów nadwyżkowych, przez co nie jest ona konkurencyjna dla produkcji żywności. Nie zawsze jednak da się uniknąć wykorzystania roślin energetycznych, ze względu na konieczność zapewnienia bakteriom pełnowartościowej pożywki w fermentorze lub uzyskania ekonomicznie opłacalnego rozmiaru biogazowni. Jednak co do zasady, udział roślin energetycznych w biogazowniach ekologicznych jest o wiele niższy niż w konwencjonalnych.

Poniższa tabela pokazuje, jak zastosowanie różnych materiałów jako substratów do produkcji biogazu wpływa na produkcję żywności. Zostanie to szerzej omówione w dalszej części informatora.

Tabela 4: Potencjalny wpływ na produkcję żywności zastosowania poszczególnych materiałów jako substratów do produkcji biogazu; (-) negatywny; (+) pozytywny

Substraty	Wpływ na produkcję żywności
Rośliny energetyczne	-
Międzyplony (np. koniczyna w gospodarstwach bez zwierząt)	+
Odchody zwierzęce	+
Odpady organiczne	-/+

- **Rośliny energetyczne:** Zmiana przeznaczenia gruntu z produkcji żywności na produkcję substratu do produkcji biogazu powoduje obniżenie poziomu produkcji żywności. W biogazowniach ekologicznych udział roślin energetycznych jest zazwyczaj niższy niż w konwencjonalnych. Jednym z powodów jest wysoka cena produktów ekologicznych na rynku - jeśli wykorzysta się je jako substrat do

produkcji biogazu, nie uzyska się wyższej ceny za wyprodukowaną energię. Tak więc wykorzystanie roślin energetycznych do produkcji biogazu ekologicznego nie jest opcją preferowaną. Co więcej, niektóre stowarzyszenia ekologiczne wprowadzają ograniczenia w stosowaniu roślin energetycznych w biogazowniach ekologicznych.

- **Międzyplony:** Zbieranie międzyplonów, takich jak koniczyna, zamiast ich ściółkowania, może wpłynąć na zwiększenie plonów. Międzyplony nie konkurują z produkcją żywności, a ich zbiór poprawia dostępność składników odżywczych w płodozmianie, tak więc wykorzystanie ich do produkcji biogazu może pomóc zwiększyć produkcję żywności, zwłaszcza w gospodarstwach nieprowadzących chowu zwierząt, gdzie nie ma możliwości wykorzystania ich jako paszy. Chociaż międzyplony są już szerzej rozpowszechnione w rolnictwie ekologicznym niż konwencjonalnym, ich zastosowanie może zostać jeszcze znacząco zwiększone, za czym przemawiają przesłanki ekonomiczne i rolnicze.
- **Odchody zwierzęce:** Wykorzystanie odchodów zwierzęcych w procesie produkcji biogazu może mieć pozytywny wpływ na produkcję żywności, ze względu na zwiększenie dostępności składników odżywczych w efekcie procesu produkcji biogazu.
- **Odpady organiczne:** W instalacji biogazowej mogą zostać wykorzystane produkty uboczne z produkcji żywności lub ze żniw, jak również inne materiały niezbywalne. W przypadku, gdy substraty te nie były dotąd stosowane jako pasza lub pożywienie, ich wykorzystanie na biogaz nie redukuje produkcji żywności, lecz przyczynia się do zapewnienia składników odżywczych dla upraw dzięki zastosowaniu masy pofermentacyjnej jako nawozu.

Wybór substratu

Produkcja biogazu w gospodarstwach ekologicznych opiera się na produktach nienadających się na pożywienie, a stosowanie

roślin energetycznych nie jest opcją preferowaną. Zwykle wykorzystuje się nadwyżki biomasy, np. odchody zwierzęce, międzyplony i pozostałości po żniwach i przetwórstwie, jak również odpady organiczne. Zatem produkcja biogazu ekologicznego jest w mniejszym konflikcie z produkcją żywności niż konwencjonalna produkcja biogazu z roślin energetycznych.

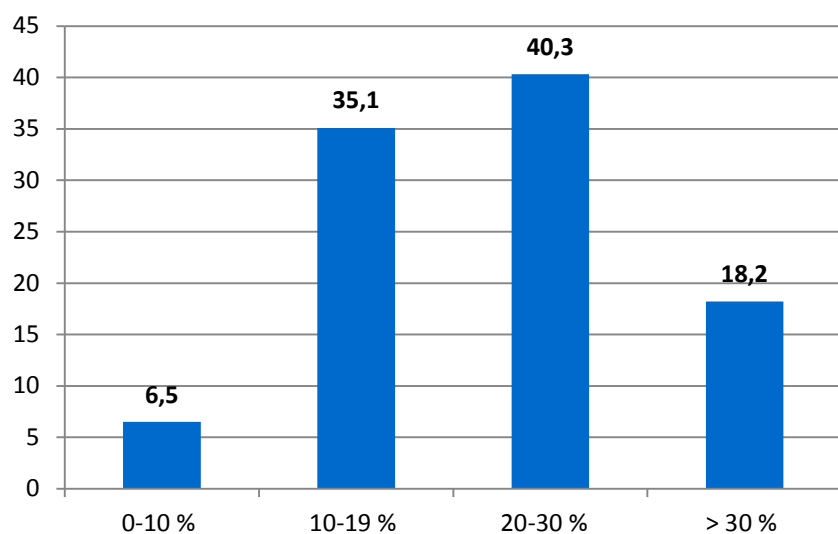
Wyższe zbiory i jakość z biogazem

W 2010 r. niemieccy rolnicy ekologiczni posiadający instalacje biogazowe lub z nimi współpracujący zostali zapytani o ich doświadczenia dotyczące wpływu biogazu na gospodarstwa. 40% rolników stwierdziło zwiększenie plonów o około 20 do 30%, zaś 18% rolników odnotowało jeszcze większe plony (Rys. 10). Dotyczyło to szczególnie upraw, które zazwyczaj wymagają wysokiego zaopatrzenia w składniki odżywcze. Kukurydza, dla której odnotowany wzrost plonów wyniósł 29% oraz łąki i pastwiska (24%) są znane z dobrej reakcji na nawozy organiczne. Pszenica, jako najbardziej wymagające zboże także przyniosła plony wyższe o 22%. Dla upraw o mniejszym zapotrzebowaniu na składniki odżywcze, takich jak żyto lub ziemniaki, stwierdzono wzrost plonów poniżej 15%. Te różnice pomiędzy wynikami upraw odzwierciedlają także praktykę rolników ekologicznych, polegającą na stosowaniu nawozów przede wszystkim na najbardziej wymagających uprawach.

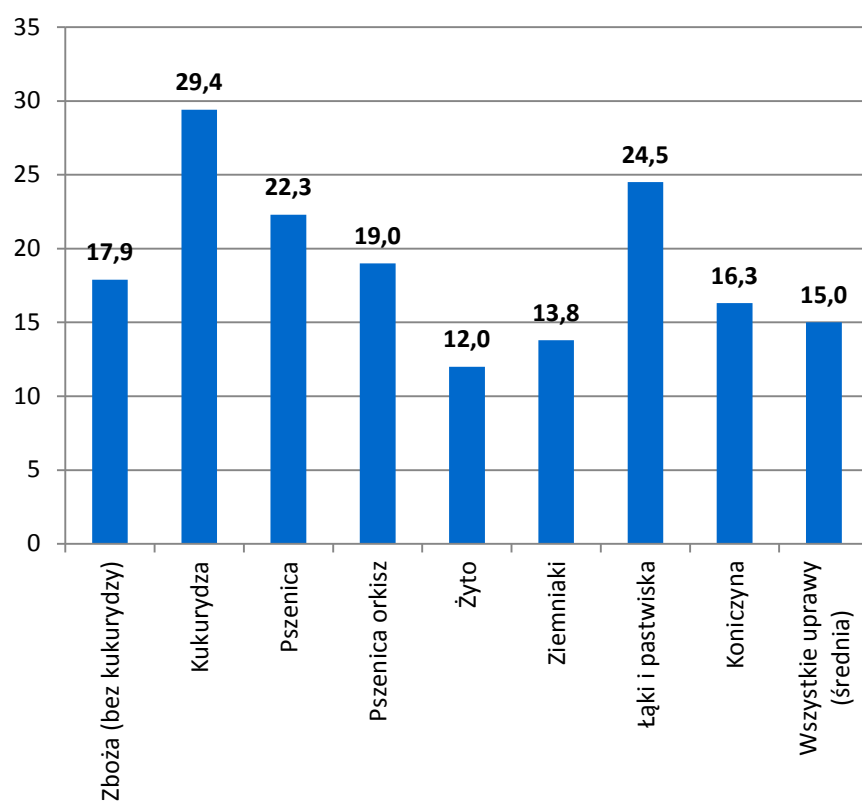
Pomimo, że dane te oparte są na subiektywnych spostrzeżeniach rolników, wskazują one na pozytywny wpływ produkcji biogazu na wysokość plonów.

Ale nie tylko plony są większe. Także jakość produktów może ulec poprawie, ponieważ poferment biogazowy jest bardzo wartościowym i uniwersalnym nawozem. W wyżej wymienionym badaniu 39% rolników stwierdziło poprawę jakości. Najczęściej wymieniana była wyższa zawartość białka w ziarnie, co prowadziło do lepszej jakości piekarniczej, a więc także wyższej ceny rynkowej. Odnotowano także poprawę jakości ziemniaków i paszy.

A



B



Rys. 10: Wzrost plonów odnotowany przez rolników ekologicznych. (A) Udział procentowy średniego wzrostu plonów po nawiezieniu masą pofermentacyjną (n=51), (B) Udział procentowy średniego wzrostu plonów nawiezieniu masą pofermentacyjną w podziale na rodzaje upraw (n=51). Źródło: Anspach V., Siegmeier T., Möller D. (2010): Biogaserzeugung im Ökologischen Landbau – Strukturen und Perspektiven. Kassel University Press, Kassel.

Biogaz służy uprawom

- Uprawa zielonego nawozu do produkcji biogazu pozwala na zwiększenie naturalnej produktywności płodozmianu.
- Odpowiednia strategia koszenia zwiększa wiązanie azotu przez koniczynę lub lucernę.
- Zbieranie biomasy zielonej do produkcji biogazu wspiera systemy upraw z dwoma zbiorami na rok.
- Produkcja biogazu przyspiesza uprawę roślin na paszę oraz międzyplonowanie. Może to chronić przed chwastami wieloletnimi.
- Wykorzystywanie do produkcji biogazu odpadów, takich jak pozostałości paszy, odchody zwierzęce, odpady z owoców lub warzyw czy nawet nadwyżki słomy, ułatwia recykling składników odżywczych w obrębie gospodarstwa i charakteryzuje się pozytywnym bilansem próchnicy w przypadku stosowania pofermentu jako nawozu.
- Azot zawarty w odchodach zwierzęcych staje się dzięki procesowi produkcji biogazu bardziej dostępny – co przynosi korzyści przy odpowiednim stosowaniu pofermentu do nawożenia. Fermentacja beztlenowa zabija niektóre bakterie, pasożyty i nasiona chwastów, które w innym wypadku mogłyby mieć negatywny wpływ na uprawy.
- Zrównoważona produkcja biogazu prowadzi do ekologicznej intensyfikacji produkcji żywności.

Lepsza ekonomika z biogazem ekologicznym?

Biogaz ekologiczny może wyraźnie poprawić sytuację ekonomiczną gospodarstwa ekologicznego – jeśli warunki są odpowiednie, a instalacja może działać zgodnie z planem. Głównymi czynnikami wpływającymi na opłacalność są koszt biomasy i przychód z wyprodukowanej energii.

Dla ogólnej sytuacji ekonomicznej rolniczej produkcji biogazu wysoce istotnymi parametrami są wydajność procesu, koszty substratów i ceny produktów. Dotyczy to także produkcji ekologicznej. Jednak w systemach ekologicznych produkcja biogazu może mieć o wiele bardziej fundamentalny wpływ na ekonomikę, zwłaszcza w gospodarstwach nieprowadzących chowu zwierząt lub z niewielkim ich udziałem. Główną rolę odrywa tu płodozmian i zarządzanie nawożeniem.

Koniczyna nową uprawą dochodową: Rośliny motylkowe, takie jak koniczyna, uprawia się w ramach płodozmianu w celu zapewnienia azotu dla innych upraw. Gospodarstwa nieprowadzące chowu zwierząt często nie mają dla niej dalszego zastosowania i wykorzystują ją tylko jako zielony nawóz. Natomiast jeśli zbierze się koniczynę i wykorzysta ją jako substrat do produkcji biogazu, może ona wspomóc budżet gospodarstwa jako uprawa dochodowa.

Nawóz naturalny na zawołanie: System użyźniania ziemi przez rozkład zielonego nawozu na polu jest wspierany przez pozostałości z produkcji biogazu ekologicznego. Masa pofermentacyjna wyprodukowana w instalacjach biogazowych może być wykorzystywana w dowolnym miejscu i czasie. Zawiera ona łatwo dostępny azot i prawie wszystkie pozostałe składniki odżywcze obecne w oryginalnej biomase. Biorąc pod uwagę często ograniczoną dostępność odchodów zwierzęcych, a także restrykcje oraz wysokie ceny odpowiednich nawozów, poferment w ekologicznych systemach uprawnych nie tylko ratuje budżet, ale też pozwala na zwiększenie przychodów, ponieważ poprawia się ilość i jakość plonów (por. s. 18).

Rośliny energetyczne: Korzyści – choć mniejsze – można osiągnąć także z upraw roślin energetycznych, które uzupełniają wsad do biogazowni. Odpowiedni wybór gatunku rośliny lub metody uprawy może dać dodatkową elastyczność, jakiej rolnik potrzebuje przy płodozmianie. Może tak być w przypadku zielonej rośliny okrywowej w ciągu zimy lub konkretnych międzyplonów ograniczających zachorowania roślin. W przypadku wykorzystywania pozostałości rolniczych lub innych odpadów, ich jakość stanowi także wartość dla gospodarstwa.



Rys. 11: Brązowe klejnoty: masa pofermentacyjna stanowi uniwersalny nawóz organiczny. Na zdjęciu frakcja stała po rozdzieleniu. Fot.: F. Gerlach, FiBL.

Opinie rolników: Ankieta SUSTAINGAS przeprowadzona wśród 696 rolników ekologicznych w sześciu krajach UE oraz warsztaty z udziałem specjalistów pokazały wpływ produkcji biogazu na ekonomikę gospodarstw. 68% ankietowanych rolników spodziewało się wzrostu zysku z plonów lub uznało, że jest on możliwy. Ponadto oczekiwali oni także niższych kosztów nawożenia i uzdatniania ziemi. Jako ekonomiczne motywy produkcji biogazu wymieniano także rozłożenie ryzyka gospodarczego poprzez dywersyfikację działalności oraz zwiększoną samowystarczalność. Niektórzy rolnicy wyrazili obawy odnośnie złej ekonomiki instalacji, zależności od dotacji państwowych i innych ryzyk gospodarczych.

Szczegółowe wyniki badania SUSTAINGAS dostępne są w SUSTAINGAS Report D3.1: Financial Performance of Organic Biogas Production, www.sustaingas.eu/strategy.html.

Biogaz może pomóc sektorowi ekologicznemu

Sektor produkcji ekologicznej w UE wzrósł od 3,7 mln ha w 1999 r. do 10,6 mln ha w 2011 r.⁷ Przy

⁷ Willer H., Lernoud L. i Kilcher L. (red.) (2012 r.): The World of Organic Agriculture – Statistics and Emerging Trends 2013. FiBL/IFOAM, Frick i Bonn.

ciągłym wzroście rynku żywności ekologicznej produkcja ekologiczna ma potencjał rozwojowy. Badanie przeprowadzone w Danii⁸ wykazało, że brak dostępu do nawozu odgrywa ważną rolę w decyzjach rolników o niepodejmowaniu produkcji ekologicznej, zwłaszcza w regionach o niewielkim udziale chowu zwierząt. Biogaz ekologiczny i związana z nim dostawa nawozu organicznego może zatem zachęcić większą liczbę rolników do zmiany w kierunku produkcji ekologicznej.

Tylko pomysły!

Czy twoje gospodarstwo skorzysta na dostarczaniu biomasy do biogazowni ekologicznej? Czy realizacja projektu biogazowego może być krokiem naprzód dla twojego gospodarstwa?

Tego nie wiemy. Ale z kalkulatorem SUSTAINGAS „ECO PLAN BIOGAS” możesz oszacować wpływ biogazu na twoje gospodarstwo. ECO PLAN BIOGAS jest jedyny w swoim rodzaju, ponieważ wykracza poza wyliczenie kosztów i przychodów związanych z samą produkcją biogazu. Opisuje także oddziaływania ekonomiczne pomiędzy produkcją biogazu a systemem rolniczym. Jest to szczególnie istotne dla gospodarstw ekologicznych, ponieważ główne korzyści z produkcji biogazu często pochodzą nie z samego biogazu, a z jego ekonomicznego wpływu na system upraw.

Proponujemy wykonanie obliczeń przy użyciu ECO PLAN BIOGAS na własnych danych – samemu lub z pomocą doradcy rolniczego.

Aby pokazać działanie ECO PLAN BIOGAS, SUSTAINGAS przeprowadził obliczenia dla przykładowego gospodarstwa ekologicznego w Niemczech, nieprowadzącego chowu zwierząt, o powierzchni uprawnej 70 ha. Produkcji zbóż towarzyszy tam uprawa roślin motylkowych oraz trwałe użytki zielone. Mając 28% koniczyny na zielony nawóz oraz 7% nasion roślin strączkowych, nasze przykładowe gospodarstwo posiada dostateczną proporcję roślin motylkowych

⁸ Tersbøl M. i Malm L. (2013 r.): Financial Performance of Organic Biogas Production. SUSTAINGAS Report D3.1, s. 27., www.sustaingas.eu/strategy.html.

w płodozmianie. Import składników odżywczych jest ograniczony do 100 t obornika stałego.

Tabela 5: Kalkulacja ekonomiczna z zastosowaniem ECO PLAN BIOGAS: wyniki dla studium przypadku (niemieckie gospodarstwo uprawne nieprowadzące chowu zwierząt)

	Bez biogazu		Z biogazem	
	Powierzchnia	Euro (€)	Powierzchnia	Euro (€)
Koniczyna (nawóz zielony)	20	0	0	0
Koniczyna (biogaz)	0	0	20	15 600
Zboże	35	60 060	35	77 665
Trwałe użytki zielone	10	3 200	10	3 550
Rośliny strączkowe	5	6 500	5	6 500
Przychód (gospodarstwo)		69 760		103 315
Koszt (gospodarstwo)		24 070		32 338
Zysk (gospodarstwo)		45 690		70 977
Zysk (biogaz)				4 454
Wzrost zysku (gospodarstwo i biogaz)				29 741

ECO PLAN BIOGAS obliczył orientacyjną wartość zysku z produkcji rolnej bez biogazu, a następnie możliwy wpływ biogazu na płodozmian, wysokość plonów, koszty i przychody. Ponadto oszacowany został koszt i dochód związany z samą produkcją biogazu. Ponieważ gospodarstwo jest za małe do samodzielnego prowadzenia biogazowni, użyta w przykładzie instalacja przetwarza biomasę z kilku gospodarstw. Udział w jej zyskach, przypisany

gospodarstwu w Tabeli 5, odpowiada ilości substratu pochodzącego z tego gospodarstwa.

Choć nasze gospodarstwo uzyskuje dochód z samej produkcji biogazu, gdy weźmie się pod uwagę istotny pozytywny wpływ na plony, akceptowalne byłoby nawet ponoszenie nieznacznych strat z tytułu produkcji biogazu. Główne przyczyny pozytywnego wpływu biogazu na opłacalność produkcji uprawnej to:

- Możliwość sprzedaży koniczyny zamiast jej ściółkowania.
- Zwiększenie plonów z upraw na sprzedaż dzięki zastosowaniu pofermentu jako nawozu.

Omawiane obliczenia dotyczą realnie istniejącego gospodarstwa. Odzwierciedlają uwarunkowania korzystne dla produkcji biogazu w Niemczech, gdzie energia elektryczna z biogazu może być sprzedawana po specjalnych ustalonych cenach. Wpływ na uzyskany wynik ma także fakt, że dotychczas koniczyna nie była sprzedawana, a ceny zboża były stosunkowo wysokie, co miało wpływ na znaczny wzrost dochodów wraz ze wzrostem wielkości plonów. Tylko obliczenia oparte na danych z twojego gospodarstwa mogą stanowić informację o opłacalności produkcji biogazu w twoim gospodarstwie.

Dane i wyniki dla twojego gospodarstwa będą inne – sprawdź to sam za pomocą ECO PLAN BIOGAS: www.sustaingas.eu/strategy.html!⁹

⁹ ECO PLAN BIOGAS można pobrać ze strony www.sustaingas.eu/strategy.html i wykorzystywać bezpłatnie. Do poprawnego działania kalkulatora potrzebny jest program MS Excel lub kompatybilny.

Biogaz ekologiczny – lepszy dla środowiska?

Ponieważ rolnictwo ekologiczne ma na celu ochronę środowiska naturalnego, istotną kwestią jest wpływ produkcji biogazu na środowisko. Obecny rozdział pokazuje jakie znaczenie ma w tym kontekście dobór substratów oraz omawia wpływ produkcji biogazu na wodę, różnorodność biologiczną i klimat.

Odpowiedni substrat podstawą zrównoważonej produkcji biogazu

Wybór substratu jest niesłychanie ważny dla zapewnienia zrównoważonego charakteru produkcji biogazu.

Wzrost powierzchni upraw *roślin energetycznych* w rolnictwie konwencjonalnym wiąże się z kilkoma problemami, takimi jak zmiany w użytkowaniu ziemi, rozwój monokultur i konflikt pomiędzy produkcją żywności a produkcją energii. W związku z tym wykorzystywanie z roślin energetycznych w produkcji biogazu ekologicznego jest zazwyczaj ograniczone. Jeśli już wykorzystuje się rośliny energetyczne, to preferowane jest z uzyskiwanie ich z upraw ekologicznych. Przemysłany wybór gatunków roślin i metod uprawy może przynieść korzyści dla płodozmianu, np. w przypadku stosowania upraw pod siew lub upraw odtwarzających.

Międzyplony stanowią zrównoważoną alternatywę dla roślin energetycznych w produkcji biogazu. Rośliny motylkowe, takie jak koniczyna czy lucerna, poprawiają jakość ziemi przez wiązanie azotu. Międzyplony nienależące do rodziny motylkowych, takie jak gorczyca, facelia i żyto, zapobiegają wypłukiwaniu składników odżywczych i mogą pomóc zapobiegać chorobom roślin. Po wykorzystaniu ich jako substratu do produkcji biogazu, masa pofermentacyjna zwracana jest do systemu uprawnego. W ten sposób nie zaburza się wpływu upraw na glebę i gospodarkę składnikami odżywczymi. Pofermentnt można magazynować i rozprowadzać po polach stosownie do zapotrzebowania na składniki odżywcze, dzięki

czemu użycie międzyplonów jako substratu do produkcji biogazu może nawet zwiększyć wydajność systemu gospodarowania składnikami odżywczymi.

Odchody zwierzęce stanowią kolejny korzystny substrat do produkcji biogazu ekologicznego. Ponieważ emitowany z odchodów metan jest wychwytywany w procesie produkcji biogazu, następuje znaczna redukcja szkodliwych dla klimatu emisji. Masa pofermentacyjna, której używa się do nawożenia, charakteryzuje się zredukowaną emisją odorów; zawarte w niej składniki odżywcze są zmineralizowane, a materiał przetworzony do bardziej płynnej konsystencji. Ogólny wpływ zastosowania tego substratu na środowiskowo jest ograniczony do wpływu jego transportu z obory do instalacji biogazowej. Dopóki odległości są małe, czynnik ten nie ma większego znaczenia.



Rys. 12: Plewa, cenny i wydajny biogazowo substrat, to produkt uboczny czyszczenia i przetwarzania ziarna. Bogata w węglowodany, stanowi dobrą mieszankę z roślinami motylkowymi. Fot.: F. Gerlach, FiBL.

Wykorzystywanie *odpadów organicznych* (np. z gospodarstw domowych lub z przemysłu spożywczego) także daje możliwość produkcji biogazu bez użycia dodatkowych zasobów (ziemi, wody) i zapotrzebowania na energię. Dopływ zewnętrznych składników odżywczych do systemu może uzupełnić ich straty spowodowane np. sprzedażą upraw dochodowych z gospodarstw ekologicznych. Aby jednak uniknąć ryzyka wprowadzenia do systemu uprawnego substancji szkodliwych, stosowanie odpadów spożywczych

w ekologicznych instalacjach biogazowych ograniczone jest zazwyczaj do konkretnych produktów ubocznych z przemysłu spożywczego o niskim ryzyku zanieczyszczenia (np. serwatka lub produkty uboczne z produkcji cukru).

A co z jakością wody?

Wpływ produkcji biogazu ekologicznego na jakość i dostępność wody może być szczególnie zauważalny podczas produkcji substratu i wykorzystywania pofermentu. Uprawa międzyplonu jako substratu do produkcji biogazu może pozytywnie wpłynąć na jakość wody dzięki ograniczeniu odpływu azotanów z gleb i zwiększeniu retencji wody. W gospodarstwach nieprowadzących chowu zwierząt międzyplony są kluczowe dla optymalnej gospodarki składnikami odżywczymi.

Możliwość zwrotu pofermentu na pola stosownie do zapotrzebowania upraw na składniki odżywcze redukuje odpływ tych składników z systemu uprawnego do wód gruntowych. Co więcej, zastąpienie gnojowicy pofermentem pozwala na szybsze przyswajanie składników odżywczych przez rośliny, tym samym zmniejszając ryzyko odpływu azotanów także z gospodarstw prowadzących chów zwierząt.

Uprawa roślin energetycznych w rolnictwie ekologicznym zazwyczaj prowadzi do niższego zanieczyszczenia wody niż w rolnictwie konwencjonalnym, głównie z powodu niższego poziomu nawożenia i bardziej kompleksowego płodozmianu. Stosowanie substratów pochodzących z gospodarstw ekologicznych redukuje także ryzyko wprowadzenia zanieczyszczeń (np. pestycydów) do systemu. Negatywnemu wpływowi eutrofizacji na jakość wody można zapobiec poprzez stosowanie dobrych praktyk rolniczych, a więc aplikowanie pofermentu odpowiednio do zapotrzebowania roślin. Ryzyko zanieczyszczenia wód jest zazwyczaj niższe w gospodarstwach ekologicznych, zwłaszcza w gospodarstwach nieprowadzących chowu zwierząt, gdzie często występuje problem niedoboru składników odżywczych.

Funkcjonowanie biogazowni nie pogorszy jakości wody, o ile woda odpływowa będzie zbierana i odpowiednio wykorzystywana. Przy budowie każdej biogazowni należy wziąć pod uwagę możliwość wystąpienia niekontrolowanych wycieków substratu lub pofermentu ze zbiorników. Aby uniknąć odpływu tych substancji do gleb lub wód powierzchniowych, stosuje się np. nasypy otaczające instalację biogazową.

Co z różnorodnością biologiczną?

Ochrona różnorodności biologicznej stanowi jedną z kluczowych zasad rolnictwa ekologicznego. Odpowiednio prowadzona produkcja biogazu ekologicznego może mieć cenny wkład w jej realizację.

Zmiany użytkowania ziemi to główny problem związany z produkcją biogazu. W związku z tym w rolnictwie ekologicznym nigdy nie powinno się pozyskiwać substratów do produkcji biogazu przez przekształcanie terenów o dużej wartości przyrodniczej (np. lasów pierwotnych lub siedlisk łąkowych charakteryzujących się dużą różnorodnością biologiczną) w grunty pod uprawy roślin energetycznych.

Uprawa monokultur to kolejny skutek produkcji biogazu, jaki zaobserwowano w rolnictwie konwencjonalnym. Tymczasem rolnictwo ekologiczne unika monokultur i opiera się na płodozmianach, tym samym zapobiegając szkodliwemu oddziaływaniu na bioróżnorodność.

Dla zachowania różnorodności biologicznej istotne znaczenie będzie miał także fakt, że w ekologicznych uprawach roślin energetycznych nie stosuje się pestycydów, herbicydów, nawozów sztucznych i roślin modyfikowanych genetycznie. W porównaniu z nawozami mineralnymi, stosowanie masy pofermentacyjnej poprawia strukturę gleby – środowiska naturalnego dla organizmów w niej żyjących.

Uniwersalność procesu produkcji biogazu pozwala na wykorzystywanie w nim różnorodnych roślin. Dzięki temu uzyskuje się różne okresy kwitnienia, a więc lepsze warunki siedliskowe dla

owadów. Różne okresy uprawy pozwolą uniknąć jednoczesnego zaburzenia warunków na wszystkich polach uprawnych i zapewnią schronienie ptakom i większym zwierzętom. W procesie produkcji biogazu mogą być użyte także chwasty. Staranne zarządzanie produkcją biomasy może przyczynić się do wzrostu bioróżnorodności rolniczej oraz różnorodności chwastów.



Rys. 13: Konik polny w koniczynie. Płodozmian stosowany w rolnictwie ekologicznym ma pozytywny wpływ na bioróżnorodność. Produkcja biogazu ma potencjał zwiększenia bioróżnorodności, ponieważ można w niej wykorzystać międzyplony i biomasę pochodzącą z terenów chronionych. Fot.: D. Menzler, BLE.

Co więcej, proces produkcji biogazu pozwala na korzystanie z dużego wyboru roślin jako substratów. Dla rolników oznacza to większą elastyczność i nowe możliwości udoskonalania płodozmianu.

Biogazownie w gospodarstwach ekologicznych są często wyposażone w elementy umożliwiające przetwarzanie substratów o wysokiej zawartości błonnika i celulozy. Dzięki temu możliwe jest wykorzystanie biomasy pochodzącej z terenów objętych ochroną (np. z koszenia łąk). W związku z tym produkcja biogazu ekologicznego może przyczynić się do utrzymania takich cennych siedlisk i dobrego nimi zarządzania, jak również ułatwienia eksportu składników odżywczych z terenów objętych ochroną do miejsc, w których są one potrzebne.

Prowadzenie biogazowni podnosi motywację do pełnego wykorzystywania pozostałości i odpadów z produkcji zwierzęcej i roślinnej. Dzięki temu – poprzez redukcję odpływu składników odżywczych

do środowiska – zmniejsza się ryzyko niekontrolowanej eutrofizacji siedlisk naturalnych.

Co z klimatem?

Na wszystkich etapach produkcji biogazu gazy cieplarniane są albo emitowane, albo wykorzystywane. Istotne znaczenie mają: uprawa i pozyskiwanie biomasy, magazynowanie, transport i dystrybucja surowców, rozpraszanie emisji, wyciek metanu z agregatu CHP, wykorzystanie ciepła odpadowego i unikanie emisji metanu z gnojowicy. W tym miejscu pojawia się pytanie: które elementy są kluczowe i jaki jest ich bilans?

Aby znaleźć odpowiedź, w ramach badania przeprowadzonego przez SUSTAINGAS analizie poddano bilans klimatyczny produkcji biogazu. W tym celu zdefiniowano dwanaście modelowych instalacji różnego rozmiaru, wykorzystujących różne substraty, jako reprezentatywnych dla typowych europejskich biogazowni.

W wyniku badania stwierdzono, że wszystkie analizowane biogazownie mają duży potencjał redukcji emisji w porównaniu do miksu energetycznego UE opartego na paliwach kopalnych (por. Rys. 15). W ramach badania wyodrębniono najważniejsze źródła emisji i możliwości jej ograniczenia.

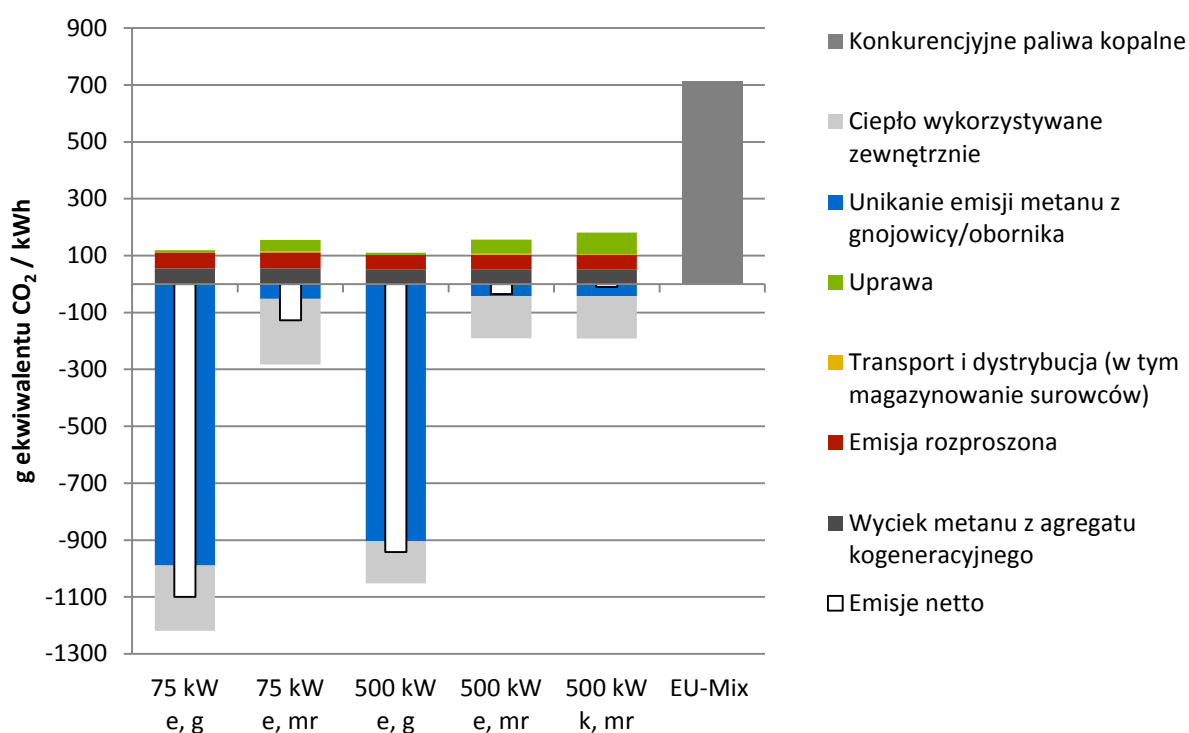


Rys. 14: Ogrzewanie okolicznych budynków ciepłem uzyskanym z produkcji biogazu zwiększa wydajność i może stanowić bonus dla infrastruktury wiejskiej. Fot.: N. Hölzer, MEP.

Największy wpływ na redukcję emisji ma przetwarzanie obornika/gnojowicy. W gospodarstwie prowadzącym chów zwierząt, nieposiadającym biogazowni, podczas magazynowania obornika/gnojowicy do atmosfery uwalnia się metan. Natomiast w biogazowni, gdzie obornik/gnojowica podlega fermentacji, powstały metan jest wychwytywany. Tak więc zastosowanie biogazowni znacznie obniża emisje metanu. Jest to

o tyle istotne, że metan charakteryzuje się 23 razy większym wpływem na efekt cieplarniany niż dwutlenek węgla.

Kolejnym istotnym elementem przyczyniającym się do redukcji emisji jest wykorzystanie ciepła odpadowego, ponieważ można nim zastąpić ciepło wytwarzane w oparciu o paliwa kopalne.



Rys. 15: Wpływ produkcji energii elektrycznej z biogazu ekologicznego i konwencjonalnego na efekt cieplarniany. Emisje gazów cieplarnianych (GHG) pięciu modelowych instalacji znormalizowanych do wielkości produkcji energii elektrycznej. e: ekologiczna; k: konwencjonalna; g: wsad oparty głównie o gnojowicę/obornik; mr: wsad oparty głównie o masę roślinną; Liczba ujemna = redukcja emisji GHG; Liczba dodatnia = emisja GHG; biała kolumna: suma wpływu wszystkich czynników. Gnojowica/obornik jako substrat ma najwyższy potencjał redukcji emisji, ale także produkcja biogazu oparta o masę roślinną pozwala na ograniczenie emisji netto, zwłaszcza gdy wykorzystuje się ciepło odpadowe oraz w przypadku produkcji ekologicznej z dużym udziałem międzyplonów i bez użycia pestycydów i nawozów mineralnych. Źródło: Hofmann F., Gamba L., Weddige U., Gerlach F., Wilinska A., Jaensch V., Schneider C., Baaske W.E., Lancaster B., Tersbøl M., García F., Kölling A. (2013): Report on analysis of sustainability performance for organic biogas plants, SUSTAINGAS Report D4.1, s.72, www.sustainingas.eu/sustainability.html.

Biogazownie jednak nie tylko redukują emisje, ale także są ich źródłem. Wycieki metanu z instalacji czy z jednostek CHP w wyniku niepełnego spalania stanowią źródło emisji rozproszonej. W związku z silnym wpływem metanu na efekt cieplarniany konieczne jest minimalizowanie takich wycieków. W przypadku dużych wycieków metanu całkowita emisja gazów cieplarnianych może wzrosnąć do poziomu charakteryzującego produkcję energii z paliw kopalnych.

Innym czynnikiem zwiększającym emisje gazów cieplarnianych jest uprawa roślin energetycznych. Źródła emisji stanowią tu np. produkcja nawozów i pestycydów, czy wykorzystanie z maszyn rolniczych przy uprawach i zbiorach. Produkcja biogazu ekologicznego powinna prowadzić do redukcji upraw roślin energetycznych. Nawet jeśli produkcja biogazu opiera się głównie na masie roślinnej uprawianej specjalnie w tym celu, jej ekologiczna wersja charakteryzuje się mniejszym negatywnym wpływem na klimat niż konwencjonalna. Największy znaczenie mają tu: niestosowanie pestycydów, herbicydów i nawozów mineralnych, jak również zastosowanie koniczyny w płodozmianie.

Kolejne źródło emisji gazów cieplarnianych stanowią zmiany w użytkowaniu gruntów. Przekształcanie ziemi bogatej w zasoby węgla (np. łąk i pastwisk) w ziemię uprawną do produkcji roślin energetycznych może prowadzić do ogromnych emisji dwutlenku węgla i dlatego należy mu zapobiegać.

Także transport i magazynowanie surowców są źródłami emisji gazów cieplarnianych. Emisje te są jednak znacznie niższe niż opisane powyżej.

Optymalizacja wpływu produkcji biogazu na środowisko

Z omówionych powyżej oddziaływań produkcji biogazu na środowisko wynikają następujące zalecenia dla rolników ekologicznych, mające na celu optymalizację produkcji biogazu zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju:

- Nadanie pierwszeństwa przetwarzaniu obornika/gnojowicy ze względu na największy potencjał redukcji emisji.
- Wykorzystanie resztek i odpadów – kolejna możliwość przetwarzania biomasy na energię przy bardzo niskiej emisji dwutlenku węgla.
- Zmniejszenie udziału upraw energetycznych. Międzyplony, takie jak koniczyna, stanowią dobrą alternatywę, a dodatkowo korzystnie wpływają na stan gleby i wody, różnorodność biologiczną i bilans gazów cieplarnianych.
- W przypadku wykorzystywania roślin energetycznych, powinno się uprawiać je na wcześniej nieużywanych terenach, z zastosowaniem metod ekologicznych i środków ograniczających negatywny wpływ na żyzność gleby i dostępność wody.
- Wykorzystanie biomasy pochodzącej z obszarów chronionych (np. koszenia łąk) przyczynia się do ochrony krajobrazu i różnorodności biologicznej.
- Unikanie wycieków metanu z biogazowni. Metan jest bardzo silnym gazem cieplarnianym.
- Przykrywanie składowanej masy pofermentacyjnej. Większość emisji metanu z biogazowni pochodzi z tego źródła.
- Zapobieganie oddziaływaniom na różnorodność biologiczną i wodę na etapie budowy i eksploatacji biogazowni. W zależności od wielkości i rodzaju instalacji, potrzebny może okazać się plan zarządzania środowiskowego. Zastosowanie środków umożliwiających uniknięcie niekontrolowanych wycieków gnojowicy i pofermentu z biogazowni.
- Wykorzystanie ciepła odpadowego. Kogeneracja (CHP) stwarza możliwość ogrzewania obiektów w gospodarstwie lub w najbliższej okolicy, stanowiąc alternatywę dla ciepła wytworzonego na bazie paliw kopalnych.
- Nawożenie pofermentem musi odbywać się zgodnie z przepisami dotyczącymi rolnictwa ekologicznego i ochrony środowiska.



Rys. 16: Technologia wtrysku gnojowicy zmniejsza emisję amoniaku, poprawiając w ten sposób recykling składników odżywczych i zmniejszając zanieczyszczenie powietrza.
Zdjęcie: N. Hölzer, MEP.

Ponieważ życie jest bardziej skomplikowane niż teoria, nie wszystkie projekty biogazowe w rolnictwie ekologicznym uda się w pełni dostosować do powyższych wskazówek. Doświadczenia zespołu projektu SUSTAIN GAS pokazują, że większość biogazowni w rolnictwie ekologicznym już obecnie wytwarza energię w sposób wyjątkowo zrównoważony. Zazwyczaj istnieją jednak możliwości wprowadzania dalszych ulepszeń.

6 Najlepsze praktyki

Udane projekty biogazowe w europejskich gospodarstwach ekologicznych pokazują, jak wdrażać tę korzystną dla rolników formę produkcji energii w rolnictwie ekologicznym.

Projekty przedstawione w tym rozdziale pokazują, że biogazownie różnią się w zależności od struktury i wielkości gospodarstw rolnych, rodzaju produkcji rolnej oraz celów stawianych sobie przez rolników. Omówiono przede wszystkim systemy biogazowe wykorzystujące koniczynę i międzyplony, gdyż takie rozwiązania mają - w większym stopniu niż inne - wpływ na osiągnięcie efektu synergii w produkcji biogazu i upraw ekologicznych. Poza tym, rośliny stosowane jako substrat są dość wymagającym materiałem wsadowym z punktu widzenia technologii i procesów fermentacji. Systemy oparte na oborniku – niezwykle cenne także ze względu na ochronę klimatu – są również z powodzeniem wdrażane w rolnictwie ekologicznym, jednak ich efekty są często mniej znaczące dla systemu rolniczego.

Uwarunkowania związane ze stosowaniem taryf gwarantowanych mają silny wpływ wielkość i rozmieszczenie biogazowni. Przedstawione poniżej przykłady pochodzą z Niemiec i Austrii - krajów, w których biogazownie stały się ekonomicznie opłacalne dzięki systemowi taryf gwarantowanych.

Bioenergie Schmiechen: Tylko koniczyna i obornik

Biogaz wyprodukowany w 100% z koniczyny był celem Huberta Millera, doświadczonego rolnika ekologicznego ze wsi Schmiechen w Bawarii, Niemcy, kiedy w 2005 r. zakładał we współpracy z czterema innymi rolnikami swoje przedsiębiorstwo biogazowe. Biogazownia Bioenergie Schmiechen GmbH & Co. KG została specjalnie zaprojektowana i wybudowana na jednym z pól Millera.

Nacisk na wykorzystanie koniczyny jako substratu był przyczyną zastosowania elementów

technicznych rzadko spotykanych w rolniczych instalacjach biogazowych. Smukły fermentor o imponującej wysokości 13 m wyposażony jest w podwieszone centralne mieszadło osiowe, odpowiednie do lepkiego substratu. Zamiast spiral grzewczych wewnątrz fermentora, które mogłyby ulec zablokowaniu przez włóknisty materiał, zastosowano rozwiązanie polegające na pompowaniu substratu przez zewnętrzne wymienniki ciepła. Pozwala to na utrzymanie temperatury na poziomie powyżej 40°C i wspomaga mieszanie substratu. Energia elektryczna z agregatu CHP o mocy 350 kW sprzedawana jest do sieci krajowej po ustalonej cenie, gwarantowanej na okres dwudziestu lat.



Rys. 17: Hubert Miller, rolnik ekologiczny ze Schmiechen w Niemczech, od sześciu lat prowadzi 350 kW biogazownię z wyjątkowo wysokim fermentorem i pionowym systemem mieszania. Stosuje mieszkankę substratów przy maks. 98% udziale koniczyny z około 40 gospodarstw ekologicznych. Zdjęcie: F. Gerlach, MEP.

Po wielu latach prac nad optymalizacją procesu, udało się osiągnąć produkcję biogazu z biomasy, w której koniczyna stanowi do 98%. Około 40 rolników ekologicznych dostarczających koniczynę do instalacji zgodziło się transportować ją na odległość do 50 km w zamian za poferment do nawożenia. Przy przewadze gospodarstw nieprowadzących hodowli zwierząt w regionie, dla

wielu partnerów była jedyną możliwością uzyskania uniwersalnego nawozu organicznego. Stosowanie jako substratu kiszonki z kukurydzy stanowi dla właścicieli biogazowni tylko prowizoryczne i krótkoterminowe rozwiązanie w sytuacjach awaryjnych, gdy dostawcy rezygnują lub nie dostarczają niezbędnych ilości biomasy. Według Millera „biogaz musi służyć produkcji żywności poprzez zwiększenie podaży składników odżywczych”.

Solidna technologia umożliwia Bioenergie Schmiechen przetwarzanie nadwyżek także innych rodzajów biomasy. Po latach wykorzystywania wyłącznie materiałów roślinnych, obecnie w biogazowni stosuje się mieszankę substratów zawierającą do 40% obornika.

Wykorzystywanie ciepła wytwarzanego przez agregat CHP udawało się dotychczas jedynie w umiarkowanym stopniu. Plany stworzenia dużego obiektu suszenia biomasy z rolnictwa i innych źródeł zostały zablokowane przez lokalną społeczność. Nie wiadomo, czy decydującą przyczyną była niechęć do rozwoju przemysłu poza obszarem zabudowanym, czy sceptycyzm wobec samej biogazowni. Ciepło jest jednak wykorzystywane w procesie biogazowym oraz do suszenia wiórow i trawy.

Miller, który kieruje instalacją, przyznaje, że odpowiednie funkcjonowanie biogazowni udało się osiągnąć dopiero po długim okresie zdobywania doświadczeń. Ponieważ jego biogazownia była pierwszą tego typu bazującą tylko na koniczynie, w ciągu pierwszych dwóch lat działalności potrzebne były obszerne zmiany i prace adaptacyjne, konieczne do rozwiązania trudności technicznych i biologicznych. Obecna praca Millera, który wciąż poświęca czas testowaniu i optymalizacji, ma oparcie w efektywnym systemie produkcji. Miller jest przekonany, że rolnicy ekologiczni mogą obrać szybszą drogę do skutecznej produkcji biogazu dzięki uczeniu się od bardziej doświadczonych kolegów.

Krumbecker Hof: wydajna mieszanka

Krumbecker Hof, gospodarstwo z północnych Niemiec, ściśle współpracujące z sąsiadującą z nim

ekologiczną firmą ogrodniczą, od 1991 roku zajmuje się rolnictwem ekologicznym z niskim udziałem chowu zwierząt.

Od 2010 roku uprawę 230 hektarów ziemi uzupełnia produkcja biogazu w biogazowni o mocy 160 kW_{el}, dostarczonej przez producenta specjalizującego się w technologii przetwarzania substratów bogatych w błonnik.

Zarządzający gospodarstwem Gerhard Moser podjął decyzję o rozpoczęciu produkcji biogazu przede wszystkim ze względu na wpływ takiego przedsięwzięcia na żyzność gleby i gospodarkę składnikami odżywczymi. Tłumaczy: „Miałem wybór – albo zwiększyć hodowlę bydła albo zainwestować w produkcję biogazu.” Nawet jako rolnik biodynamiczny, szczególnie doceniający jakość obornika jako nawozu, Moser dostrzega w produkcji biogazu wartościową alternatywę dla hodowli zwierząt gospodarskich.



Rys. 18: Biogazownia w ekologicznym gospodarstwie Krumbecker Hof oraz jej właściciel Gerhard Moser (małe zdjęcie). Zdjęcia: F. Gerlach, FiBL.

Około 60% materiału wsadowego stanowi koniczyna ze zbiorów własnych gospodarstwa. Obornik koński i bydłowy stabilizuje procesy fermentacji. Jako uzupełnienie do komór fermentacyjnych dodaje się obornik drobiowy z innych gospodarstw ekologicznych i produkty uboczne z ekologicznego przemysłu młynarskiego. Moser zastosował solidną technologię standardową, z pewnymi ulepszeniami. Mimo zdarzających się w pierwszym roku funkcjonowania uszkodzeń

i przestojów w pracy, częściowo spowodowanych niewłaściwą obsługą, biogazownia działa obecnie praktycznie bez zarzutu.

Wyprodukowaną energię elektryczną wykorzystuje się w krajowej sieci energetycznej, nadwyżkę energii cieplnej natomiast do ogrzewania

budynków gospodarczych, około dziesięciu gospodarstw domowych i suszarni zbóż. Energia elektryczna, której biogazownia potrzebuje do funkcjonowania, pochodzi z należących do gospodarstwa turbin wiatrowych.

Tabela 6: Charakterystyka Bioenergie Schmiechen i Krumbecker Hof

Charakterystyka	Bioenergie Schmiechen	Krumbecker Hof
Lokalizacja	86511 Schmiechen, Niemcy	23617 Stockelsdorf, Niemcy
Struktura przedsiębiorstwa	GmbH & Co KG ¹⁰ , współpraca pięciu gospodarstw nieprowadzących chowu zwierząt	Pojedyncze gospodarstwo rolne
Rozpoczęcie produkcji	2005	2010
Wysokość inwestycji	1,3 mln euro	0,9 mln euro
Wielkość instalacji (jednostki CHP)	350 kW _{el}	160 kW _{el}
Wsad biomasy	60-98 % koniczyny, 0-10 % kiszonki z kukurydzy, 0-2 % ziaren żyta, 0-40 % obornika bydlęcego	60 % koniczyny, 25 % obornika bydlęcego, 15 % obornika końskiego i drobiowego, produkty uboczne przemiatu ziarna
Biomasa dostarczana z innych gospodarstw	Koniczyna z max. 40 gospodarstw ekologicznych (w promieniu max. 50 km), obornik z gospodarstw ekologicznych i konwencjonalnych	obornik drobiowy z gosp. ekologicznych, obornik bydlęcy z gosp. konwencjonalnych, produkty uboczne przemiatu ziarna z gosp. ekologicznych
Roczny uzysk energii	2800 MWh _{el} , 1360 MWh _{th}	1200 MWh _{el} , 1400 MWh _{th}
Wykorzystanie ciepła	Suszenie: wióry i trawa	Sieć ciepłownicza, suszarnia zbóż

¹⁰ Spółka komandytowa ze spółką z ograniczoną odpowiedzialnością jako komplementariuszem

Bannsteinhof: Ekologiczne uprawy

Położony w górzystym niemieckim regionie Palatynatu Bannsteinhof jest klasycznym gospodarstwem ekologicznym ze 150 ha gruntów ornych, łąkami, około 40 krowami, kilkoma świniami i niewielką ilością drobiu oraz małym sklepem rolniczym. Dla rolniczej rodziny Achima i Margit Ruf, decyzja o uruchomieniu biogazowni na terenie gospodarstwa była wynikiem procesu, który rozpoczął się już w latach 90., kiedy po raz pierwszy przeczytali o biogazie w magazynie rolniczym. Osiem lat po przekształceniu gospodarstwa na ekologiczne rodzina Ruf założyła na jego terenie niewielką instalację biogazową o mocy 75 kW_{el}. Wkrótce okazało się, że wydajność instalacji można podnieść niewielkim nakładem pracy i inwestycji, dlatego trzy lata później moc biogazowni zwiększono do 180 kW_{el}.



Rys. 19: Bannsteinhof: System separacji masy pofermentacyjnej (po lewej) daje rolnikowi ekologicznemu możliwość wyboru między pofermentem w postaci stałej i ciekłej, odpowiednim do nawożenia pogłównego. Zdjęcie: A. Ruf, Bannsteinhof.

Biogazownia Bannsteinhof to klasyczny przykład zakładu obsługującego jedno gospodarstwo: ponad dwie trzecie biomasy pochodzi ze źródeł własnych, większość pofermentu rozprowadzana jest na własnych polach, a ciepło wykorzystuje się w budynkach gospodarskich i suszarni zboża. Komory fermentacyjne zasilane są gnojowicą, koniczyną i kiszonką z materiału z koszenia wartościowych przyrodniczo łąk. Nie stosuje się roślin energetycznych.

Achim Ruf jest usatysfakcjonowany zarówno technicznym funkcjonowaniem instalacji, jak i jej rentownością. Jednak perspektywa Achima, właściciela rodzinnego gospodarstwa, jest długoterminowa: ponieważ planuje prowadzić biogazownię przez co najmniej 20 lat, uważa, że jest zbyt wcześnie na ogólną ocenę projektu.

Graskraft Steindorf: Wspólny sukces

A gdyby wyobrazić sobie projekt zrównoważonego modelu biogazowni o obrocie 430 000 euro, stworzony w ramach współpracy 54 rolników, bez konieczności przemieszczania produkcji żywności i bez zastosowania kukurydzy? Spółdzielnia Graskraft Steindorf robi to z powodzeniem od 2010 roku. Z biomasy pochodzącej z 250 ha łąk jej członkowie – między innymi rolnicy ekologiczni z ponad 20-letnim stażem – produkują 1,2 mln m³ biogazu. "Szczególnie materiał z 3. i 4. koszenia często nie nadaje się na siano ze względu na zmienne warunki atmosferyczne. Wykorzystanie trawy w procesie produkcji biogazu stanowi realną alternatywę", informuje jeden z rolników.



Rys. 20: Spółdzielnia Graskraft Steindorf pokazuje, jak – dzięki współpracy wielu rolników – można osiągnąć ekonomicznie opłacalny rozmiar biogazowni. Zdjęcie: P. Stiegler, Energiewerkstatt.

Podstawą tej współpracy jest otwarta komunikacja między wszystkimi członkami spółdzielni, na przykład dotycząca koordynacji terminów zbiorów. Inną ważną kwestią jest zarządzanie jakością. Analiza składu wszystkich

dostarczanych substratów jest procedurą standardową. Dzięki temu nikt nie czuje się traktowany niesprawiedliwie.

Oprócz 16 ton trawy, do dwóch komór biogazowni załadunku się codziennie 5 m³ gnojowicy. Nawet przy 54 gospodarstwach partnerskich, średnia odległość transportowa to zaledwie 3,1 km. 70% wytworzonego metanu jest poddawane procesom uzdatniania i wprowadzane do sieci gazowej. Reszta wykorzystywana jest w 330 kW agregacie kogeneracyjnym. Urządzenie to wytwarza energię w ilości odpowiadającej dokładnie potrzebom biogazowni. Członkowie Graskraft Steindorf niezmiennie wyrażają zadowolenie ze

współpracy. Zapytani o plany na przyszłość, twierdzą, że wciąż są otwarci na nowych rolników z regionu dostarczających biomasę do wytwarzania potrzebnych ludziom produktów, np. biometanu jako paliwa samochodowego, zastępującego importowane paliwa kopalne.

Więcej na temat produkcji biogazu w gospodarstwach ekologicznych można przeczytać w Podręczniku Najlepszych Praktyk SUSTAIN GAS z ponad 20 projektami z całej Europy. Podręcznik dostępny jest na stronie:
www.sustainingas.eu/bestpractice.html.

Tabela 7: Charakterystyka Bannsteinhof i Graskraft Steindorf

Charakterystyka	Bannsteinhof	Graskraft Steindorf
Lokalizacja	66482 Zweibrücken, Niemcy	5204 Strasswalchen, Austria
Struktura przedsiębiorstwa	Pojedyncze gospodarstwo rolne	Spółdzielnia: 54 rolników i 4 osoby niebędące rolnikami
Rozpoczęcie produkcji	2009	2010
Wysokość inwestycji	1,2 mln euro	2 mln euro
Wielkość instalacji (jednostki CHP)	180 kW _{el}	330 kW _{el} + uzdatnianie biogazu
Wsad biomasy	60 % koniczyny z upraw ekologicznych, 40 % gnojowicy	70 % trawy (głównie z gospodarstw ekologicznych), 30 % gnojowicy
Biomasa dostarczana z innych gospodarstw	30 % z gospodarstw ekologicznych z regionu	100 % od członków spółdzielni
Roczny uzysk energii	1500 MWh _{el}	1,2 mln m ³ biogazu rocznie (co odpowiada 7000 MWh)
Wykorzystanie ciepła	Sieć ciepłownicza, suszarnie zbóż i przypraw	70 % biogazu jest zatłaczanych do sieci gazowej

7 Jak zacząć

W tym rozdziale omówione zostały zagadnienia planowania i wdrażania produkcji biogazu w rolnictwie ekologicznym - od zaopatrzenia w biomasę, przez produkcję i zastosowanie biogazu, po wykorzystanie masy pofermentacyjnej. Nacisk położony został na aspekty praktyczne.

„Zacznij od początku - powiedział król surowo - i kontynuuj aż dojdiesz do końca, wtedy zakończ.”¹¹

No dobrze, ale gdzie właściwie jest początek?

Większość projektów biogazowych zaczyna się jednym lub więcej z następujących pomysłów na to, co zrobić by poprawić obecne funkcjonowanie gospodarstwa:

- Lepsze zagospodarowanie odpadów z rolnictwa
- Zwiększenie ilości i poprawa jakości obornika i składników odżywczych
- Produkcja energii odnawialnej
- Dywersyfikacja produkcji rolnej
- Dywersyfikacja upraw
- Eliminacja przykrych zapachów obornika i gnojowicy
- Inwestowanie dostępnych środków

Udane projekty biogazowe przynoszą wszystkie lub większość z powyższych korzyści, przed rozpoczęciem projektu należy jednak szczegółowo rozpatrzyć wiele różnych czynników. W tym rozdziale przedstawiono przede wszystkim problemy specyficzne dla gospodarstw ekologicznych, ważne z punktu widzenia planowania i eksploatacji biogazowni. Osoby stawiające pierwsze kroki w temacie biogazowni będą potrzebowały sięgnąć do innych źródeł informacji ogólnych na temat produkcji biogazu.¹²

¹¹ Z: Carroll L. (1865): Alicja w krainie czarów. MacMillan, Nowy York.

¹² Więcej informacji w rozdziale “Dalsze informacje”.

Pierwsze kroki

Czy projekt biogazowy jest odpowiedni dla mnie? Jeszcze przed rozpoczęciem fazy planowania warto poświęcić czas na refleksję nad tym pytaniem. Pomocna może okazać się informacja o tym, jak inni postrzegają korzyści i problemy związane z realizowanymi przez siebie projektami biogazowymi. Nie można zapominać o korzyściach dla lokalnej społeczności płynących z produkcji biogazu. Decydujące znaczenie dla powodzenia projektu mogą mieć wybór właściwych partnerów i dobór odpowiedniej skali produkcji.

Czy to się uda?

Papier jest cierpliwy, ale nic nie jest tak skomplikowane, jak rzeczywistość. Zespół SUSTAINGAS zwrócił się do właścicieli biogazowni i ekspertów w tej dziedzinie z pytaniami o ich doświadczenia. Co się udało? Gdzie były pułapki? Wyniki mówią jasno: ekologiczna biogazownia jest pod wieloma względami korzystna dla systemu upraw i przyczynia się do zwiększenia plonów. Głównymi wyzwaniami są pozyskiwanie biomasy po rozsądnych cenach i zapewnienie sprawnego przebiegu procesu. Doświadczenia rolników można przełożyć na punkty - sugestie, w jaki sposób stworzyć udany projekt biogazowy:

- Nie zaczynaj, jeśli nie masz szans na *godziwe zyski* ze swojej energii. Będą one w dużej mierze zależeć od wysokości taryf za energię pochodzącą z biogazu, stosowanych w twoim kraju.
- *Sytuacja rynkowa* zadecyduje w dużym stopniu o realnej wielkości, koncepcji i sposobie wykorzystania biogazowni w twojej konkretnej sytuacji.
- *Zasięgnij porady* u osób posiadających doświadczenie w temacie ekologicznego biogazu.
- *Zezwolenia i przepisy* pochłaniają czas i energię.

- *Wielkość ma znaczenie.* Budowa i uruchomienie małych biogazowni wiąże się z wysokimi kosztami w stosunku do ich wydajności i mocy. Ponadto, możliwości samodzielnego wykonania części prac są ograniczone ze względu na ryzyko i coraz bardziej wyśrubowane normy bezpieczeństwa i ograniczenia prawne. Z drugiej strony, wielkości biogazowni jest ograniczona ilością substratów dostępnych po przystępnych cenach. Warto uwzględnić też zapotrzebowanie na ciepło, energię elektryczną i /lub gaz, a także ich ceny.
- *Utrzymuj niskie koszty substratów.* Na początku każdego projektu konieczne jest zapewnienie odpowiedniego długoterminowego zaopatrzenia w substraty. Dobrym rozwiązaniem może być wdrażanie projektu we współpracy z innymi rolnikami, lub podpisanie umów z gospodarstwami nieprowadzącymi hodowli zwierząt na wymianę substratów za poferment. Możliwość przetwarzania przez biogazownię szerokiej gamy plonów i odpadów rolnych obniży ryzyko wzrostu cen substratów. Nie należy lekceważyć kosztów zbioru i transportu – mogą stanowić znaczne obciążenie budżetu.



Rys. 21: Biogazownia musi pracować 365 dni w roku. Zdjęcie: N. Hölzer, MEP.

- *Nie pozwól, żeby rozwiązywanie problemów zabrało cały twój czas.* Problemy techniczne i organizacyjne mogą spowodować kosztowne przestoje i znacznie zwiększyć koszty eksploatacji. Ogranicz ryzyko poprzez staranne planowanie, profesjonalną eksploatację i dokumentację, jak również zaplanowanie czasu buforowego na niespodziewane wypadki.

Biogazownia, która – przy sprawnym działaniu – wymaga mniej niż połowy dnia pracy, może przekształcić się w pełnoetatowe zajęcie, kiedy pojawią się problemy.

- *Weź po uwagę dezintegrację biomasy.* Istnieją różne strategie skracania włókien i otwierania komórek roślinnych, np. kruszenie, ogrzewanie, oddziaływanie elektrokinetyczne i biologiczne, osobno lub w kombinacji. Może to przyspieszyć proces fermentacji, zwiększyć wydajność produkcji biogazu i ograniczyć problemy techniczne, pojawiające się szczególnie przy wykorzystywaniu zawiesistego materiału bogatego w błonnik. Rolnicy wyrażający w sondażu opinię nt. metod dezintegracji byli w większości bardzo z nich zadowoleni.



Rys. 22: W przypadku średnich i dużych biogazowni, techniki dezintegracji, jak ta kombinacja młyna młotkowego i określonych mikroorganizmów, mogą poprawić efektywność i niezawodność. Zdjęcie: F. Gerlach, FiBL.

- *Nie kopiuj pomysłów innych gospodarstw.* Warunki dla biogazowni ekologicznych są często bardzo specyficzne dla danego gospodarstwa. Kluczowe jest uczenie się od osób doświadczonych na tym polu, jednak konkretne projekty muszą zostać dopasowane do miejscowych warunków.
- *Pilnuj konsumpcji energii.* Między 5 a 15% wyprodukowanej energii trzeba będzie przeznaczyć na obsługę biogazowni - w szczególności mieszanie i pompowanie jest energochłonne. W fazie produkcji potrzebne jest

ważne planowanie i ciągłe doskonalenie w celu ograniczenia zużycia energii.

- *Zadbaj o trwałość.* Technologia musi być solidna i nadawać się do obsługi bogatej w błonnik biomasy stałej. Wiele istniejących instalacji unowocześniło swoje urządzenia do ładowania biomasy do komory fermentacyjnej, mieszania substratu w fermentorach i pompowania. Solidna i funkcjonalna technologia jest tutaj niezbędna.
- *Masa pofermentacyjna.* Więcej przestrzeni do magazynowania – większa wydajność. Magazynowanie pofermentu jest wymogiem prawnym. Większa powierzchnia magazynowania może przełożyć się na większe plony z upraw. W systemach upraw rolniczych poferment musi być przechowywany nawet przez dziewięć miesięcy lub więcej, aby mógł zostać rozprowadzony na polach w odpowiednim czasie. Zapłać za powierzchnię na magazynowanie raz i miej dodatkową korzyść każdego roku!
- *Produkcja energii.* Wykorzystuj ciepło, które produkujesz. Produkcja energii z biogazu na terenie gospodarstwa ma sens tylko wtedy, gdy produkt uboczny biogazowni – ciepło – jest wykorzystywany. Upewnij się, że istnieje zapotrzebowanie na ciepło w okolicy zanim wyznaczysz lokalizację.



Rys. 23: Dystrybutor ciepła w biogazowni. Dzięki profesjonalnym rozwiązaniom można wykorzystywać sporą część wytworzonego ciepła. Zdjęcie: MEP.

Biogaz – projekt społeczny

Komunikacja musi być pierwsza – na długo zanim wkroczy technologia i mikrobiologia. Do większości projektów biogazowych potrzeba współpracy, wsparcia lub przynajmniej akceptacji dostawców, miejscowych władz, innych rolników, sąsiadów i/lub lokalnych mediów. Nawet jeśli projekt jest mały i samowystarczalny, aby sprzedać nadwyżki ciepła sąsiadom, trzeba uzyskać decyzje umożliwiające realizację przedsięwzięcia. Lokalne wsparcie może przynieść znaczne korzyści, podczas gdy sprzeciw sąsiadów i władz lokalnych może zagrozić powodzeniu całego projektu.

Wielu ludzi rozumie, że biogaz ekologiczny może być prawdziwym bonusem dla lokalnej społeczności. Oprócz ogólnej korzyści z posiadania producenta zrównoważonej energii odnawialnej we własnej miejscowości, lokalna społeczność zyska, jeśli projekt okaże się opłacalny. Jeżeli zaistnieje możliwość przetworzenia w biogazowni lokalnych odpadów rolniczych lub założenia lokalnego systemu ciepłowniczego dla domów mieszkalnych i budynków użyteczności publicznej, daje to jeszcze bardziej namacalne korzyści dla społeczności. Biogazownie wykorzystujące obornik czy gnojowicę przyczyniają się do znacznej redukcji nieprzyjemnego zapachu, co stanowi silny argument dla gospodarstw prowadzących hodowlę świń i drobiu.

Z drugiej strony wielu ludzi uważa, że biogazownie będą dodatkowym źródłem nieprzyjemnych zapachów, choć tak się dzieje jedynie w przypadku zakładów przetwarzających bioodpady lub źle zarządzanych projektów. W niektórych krajach powszechne stosowanie roślin energetycznych, takich jak kukurydza, powoduje obawy przed niepożądanymi zmianami w użytkowaniu gruntów, nawet w przypadku projektów ekologicznych. Także zwiększenie natężenia ruchu ciężarowego na małych drogach w związku z transportem biomasy roślinnej i gnojowicy będzie niepopularne, zwłaszcza jeśli będzie przebiegać przez tereny zamieszkane. Biogaz jako substancja wybuchowa powoduje obawy o zagrożenia dla okolicznych terenów i wód. Należy również wziąć pod uwagę hałas i zmiany krajobrazu w fazie budowy. Dodając ogólny sceptycyzm

w stosunku do zmian i indywidualnej działalności gospodarczej w niektórych społecznościach, wiadomo już, dlaczego należy jak najwcześniej przekonać krewnych, przyjaciół, sąsiadów, współpracowników i całą społeczność, że ekologiczna biogazownia w sąsiedztwie będzie korzystna nie tylko dla gospodarstwa, w którym powstanie, ale również dla społeczności. Pamiętaj: nie ma czegoś takiego jak "biogaz ogólnie". Zalety i wady zawsze dotyczyć będą z konkretnego projektu.

Kontakt ze społecznością: Przy zrównoważonym modelu produkcji biogazu ekologicznego, spójnej koncepcji i profesjonalnym zarządzaniu, fakty działają na korzyść inwestora. Droga do skutecznej komunikacji w większości projektów jest podobna, ale zazwyczaj projekt biogazowy jest dla gospodarstwa pierwszą sytuacją, w której pojawia się potrzeba tak intensywnego komunikowania ze społecznością lokalną. Oto kilka kwestii, o których warto pamiętać:

- Informuj od razu, nie czekaj aż pojawią się plotki
- Trzymaj się faktów
- Obiecuj tylko tyle, ile jesteś w stanie zrealizować
- Niektórzy sąsiedzi będą konfrontowani z działaniami związanymi z biogazownią więcej niż inni. Potrzebują szczególnej uwagi.
- Przewiduj: rozważaj rozwiązania, zanim sąsiedzi zaczną rozważać problemy
- Próbuj szczerze rozumieć punkt widzenia innych, nawet, jeśli go nie podzielasz
- Dużo dzieje się wokół uczuć i doświadczeń: używaj pozytywnego tonu i pokazuj swój entuzjazm
- Upewnij się, że lokalne media naprawdę rozumieją, na czym polegają plany inwestorskie

Informacja publiczna: W skali lokalnej dużo zaufania i wsparcia można uzyskać za pomocą kanałów nieformalnych: nie ma nic skuteczniejszego niż rozmowy w lokalnym sklepie lub przez bramę gospodarstwa, dyskusje na targu lub w pubie. Niektóre formalne inicjatywy mogą być jednak niezbędne:

- Na wczesnym etapie planowania: prezentacja i omówienie projektu z radą gminy, niedługo potem – prezentacja/dyskusja publiczna
- Strona internetowa projektu i/lub publiczna informacja o statusie projektu
- Zorganizowanie wizyty w innej (ekologicznej) biogazowni dla członków społeczności lokalnej
- Forum dyskusyjne z udziałem ekspertów zewnętrznych (w szczególności, jeśli jakieś konkretne zagadnienia są obiektem lokalnej dyskusji)
- Kontakt z mediami: komunikat prasowy, informacje dla lokalnego dziennikarza, zaproszenia do odwiedzenia gospodarstwa
- Dni otwarte na początku produkcji i podczas eksploatacji



Rys. 24: W promocji projektu biogazowego pomoże zorganizowanie dla współpracowników i przedstawicieli społeczności lokalnej wizyt w dobrze funkcjonujących biogazowniach. Zdjęcie: W. Baaske, STUDIA.

Doświadczenia: Wsparcie społeczności jest kluczowe - oto niektóre z doświadczeń właścicieli biogazowni:

- "Kiedy po wielu latach zaprzestaliśmy eksploatacji biogazowni, sąsiedzi znowu poczuł zapach obornika drobiowego, ponieważ nie był już poddawany fermentacji. Poprosili nas o ponowne uruchomienie produkcji biogazu."

- “Decyzja o uruchomieniu lokalnego systemu ciepłowniczego była polityczna. Potrzebowaliśmy, aby sąsiedzi mieli udział w korzyściach płynących z naszej produkcji biogazu, aby uzyskać na nią zgodę społeczności.”
- “Planowanie przerwano po trzech latach gdyż społeczność sprzeciwiła się projektowi biogazowni ekologicznej.”
- “Pozwolenie na zwiększenie produkcji biogazu zostało połączone z obowiązkiem dostarczania energii dla społeczności lokalnej.”

Wybór partnerów, zdobywanie informacji

W tradycyjnych gospodarstwach rodzinnych większość wiedzy zdobywa się od rodziców i dziadków. Inaczej jest z biogazowniami: chociaż wiedza na temat mechaniki, techniki, biologii i ekonomii na pewno przyda się każdemu, kto zamierza rozpocząć przygodę z produkcją biogazu, to jednak specjalistycznej wiedzy na temat biogazowni nie zdobędzie się tak łatwo w rodzinie, wśród współpracowników czy konsultantów. Potrzebne są informacje, szkolenia i doradztwo. Rolnicy zainteresowani biogazem powinni zdobyć dodatkową wiedzę i postarać się o kompetentnych partnerów, którzy pomogą w podejmowaniu decyzji oraz znalezieniu odpowiedniego rozwiązania, gdy pojawią się problemy.

Lepiej wybrać doradców, którzy mają doświadczenie z biogazem ekologicznym i/lub instalacjami do przetwarzania substratu bogatego w błonnik i suchą masę. Mogą to być doradcy do spraw biogazowni lub rolnictwa ekologicznego czy też doświadczeni operatorzy biogazowni ekologicznej. Nie zawsze można uzyskać wszystkie potrzebne informacje od jednej osoby.

Razem może oznaczać lepiej: należy rozważyć współpracę z innymi rolnikami ekologicznymi z regionu. Może to obniżyć koszty, zapewnić odpowiednie dostawy biomasy i wzmocnić umiejętność zarządzania. Przed zobowiązaniem się do współpracy należy sprawdzić, czy partnerzy mają jasne i spójne cele, podobny stosunek do współpracy

i podobne rozumienie zadania. Podczas ustalania szczegółów współpracy warto poszukać pomocy prawnej i finansowej.

Upewnij się, że przedsiębiorstwa budowlane i dostawcy technologii biogazowych mają doświadczenie z takimi instalacjami, jaką zamierzasz zbudować. Odwiedź instalacje będące w eksploatacji i porozmawiaj z ich operatorami. Wybierz jednego generalnego wykonawcę lub zasięgnij porad u kompetentnych i doświadczonych osób na temat kompatybilności komponentów koniecznej dla sprawnego procesu.

Skorzystaj z pomocy prawnej przy opracowywaniu i zatwierdzaniu umowy z dostawcami instalacji biogazowych. Umowa powinna zawierać gwarancje na funkcjonowanie nie tylko poszczególnych części, ale także całego systemu (ogrzewanie, mieszanie, pompowanie, hydraulika itp.).

Choć uzyskasz wiele niezbędnych i cennych porad, głównym ekspertem od twojej własnej indywidualnej instalacji będziesz musiał być ty – kierownik zakładu. Jest to szczególnie prawdziwe w przypadku biogazowni ekologicznych, ponieważ szczegółowe uwarunkowania są tu bardziej zróżnicowane niż w przypadku większości tradycyjnych instalacji, a specjaliści od biogazowni mają zazwyczaj tylko ograniczone doświadczenie z takimi projektami. Tylko ci, którzy znają funkcjonowanie danego zakładu na wylot z codziennego doświadczenia, są w stanie uwzględnić wszystkie parametry. Ostatecznie rada nawet najbardziej wykwalifikowanego eksperta może być tylko tak dobra, jak informacje, które przekazał mu kierownik zakładu. W związku z tym, najlepsze, co można zrobić, to pracować na własne know-how. Szkolenia, podnoszenie kwalifikacji i kontynuowanie poszukiwań coraz lepszych i aktualniejszych informacji, to duży krok w kierunku udanej eksploatacji biogazowni.

Duża czy mała?

Rozsądna decyzja o wielkości biogazowni jest kluczowa dla sukcesu przedsięwzięcia i o wiele

bardziej złożona niż zwykle mnożenie kosztów inwestycji, substratów i materiałów wyjściowych. Poniższe przykłady ilustrują różne możliwości i wyzwania związane z wyborem wielkości biogazowni (patrz Tabela 8):

Chociaż *małą biogazownię* o mocy mniejszej niż 100 kW_{el}, może prowadzić pojedyncze, nawet niewielkie gospodarstwo, stosunkowo wysokie koszty inwestycji – nawet w przypadku zakładów o prostej technologii – mogą przyczynić się do poważnych trudności z ekonomiką przedsięwzięcia. Jednak, pomimo niskiej wydajności elektrycznej małych agregatów kogeneracyjnych, inteligentne połączenie dostaw substratu, wykorzystania pofermentu i użytkowania ciepła w systemie produkcyjnym może przyczynić się do osiągnięcia doskonałej wydajności ogólnej.

W przypadku *średnich biogazowni*, do około 500 kW, główne wyzwanie często polega na zabezpieczeniu dostaw wystarczającej ilości biomasy ekologicznej w ramach umów długoterminowych. Problem może stanowić również wykorzystanie ciepła, gdyż zakład produkuje go więcej niż wynosi zapotrzebowanie większości gospodarstw, a lokalny system ciepłowniczy w tej skali jest możliwy jedynie wtedy, gdy instalacja jest wystarczająco blisko innych użytkowników ciepła. Konstruktorzy biogazowni oferują szereg sprawdzonych i przetestowanych instalacji pod klucz, które mogą wymagać dostosowania do używanych substratów.

Duże biogazownie są zazwyczaj prowadzone we współpracy z innymi rolnikami. Uzyskanie decyzji warunkującej realizację przedsięwzięcia może stanowić wyzwanie, gdyż takie zakłady często nie są już traktowane jako część gospodarstwa. Przy przedsięwzięciu tej skali koszty zarządzania i transportu mogą wzrosnąć, ale pojawiają się jednocześnie nowe możliwości, takie jak uszlachetnianie biogazu w celu wtłaczania do sieci gazowej, szerokie wykorzystanie ciepła lub marketing bezpośredni.

Ostatecznym ograniczeniem dla wielkości biogazowni jest ilość dostępnej biomasy w perspektywie długoterminowej. Mały zakład może być w stanie zdobyć nowe źródła dodatkowej biomasy, natomiast duża biogazownia z nazbyt

optymistycznymi szacunkami co do zapotrzebowania na biomasę może napotkać na poważne problemy. Mała biogazownia o mocy 75 kW potrzebuje biomasy z około 30 do 50 ha, podczas gdy zakład produkujący 1000 kW_{el} będzie przetwarzać biomasę z ok. 350 do 650 ha – i taką wielkość dostaw biomasy z gospodarstw ekologicznych trzeba zabezpieczyć rocznie przed rozpoczęciem dużego projektu biogazowego.

Finansowanie: pozostać w fotelu kierowcy

Zakładając biogazownię rolnicy decydują się na instalację półprzemysłową w swoim gospodarstwie. Muszą zatem liczyć się z dużymi nakładami finansowymi (zazwyczaj między 200 tys. a kilka mln EUR, w zależności od wielkości, itp.).

Przy projektach realizowanych w rolnictwie ekologicznym warto poważnie zastanowić się zanim sięgnie się do kapitału pochodzącego od inwestorów zewnętrznych. Często korzyści płynące z produkcji biogazu ekologicznego są zbyt złożone, aby mogły zostać dobrze uwzględnione w kalkulacjach inwestorów, opierających się wyłącznie na przesłankach finansowych. Szczególnie, gdy inwestorzy nie są związani z rolnictwem ekologicznym, przekazanie im częściowej kontroli nad projektem mogłoby zagrozić synergii pomiędzy biogazownią i rolnictwem ekologicznym. Rolnicy powinni zatem szukać partnerów projektu dzielających ideę produkcji biogazu i rozumiejących cele takiego przedsięwzięcia.

Tabela 8: Strategie dla biogazowni o różnej mocy

Biogazownie	Małe < 100 kW	Średnie 100-500 kW	Duże > 500 kW
Zalecane dla	Małe gospodarstwa Gospodarstwa prowadzące tylko produkcję zwierzęcą Gospodarstwa z uprawami wieloletnimi (owoce, winogrona)	Duże gospodarstwa Gospodarstwa z większą produkcją roślin uprawnych (z nawozem zielonym) Więksi producenci owoców i warzyw.	Kilka większych gospodarstw ekologicznych położonych w niewielkiej odległości Potencjał uruchomienia wspólnej biogazowni
Wady	Stosunkowo wysoki koszt instalacji (€ na kW) Zarządzanie leży po stronie samego rolnika Niższa wydajność elektryczna kogeneracji	Uzależnienie od zewnętrznych dostaw biomasy Wyzwaniem może być wykorzystanie ciepła odpadowego Możliwe dodatkowe koszty transportu Konieczność sporządzenia odpowiednich umów o współpracy z dostawcami biomasy	Wyższy koszt w przeliczeniu na kW Koszty transportu Bardziej kosztowny i wymagający proces uzyskiwania pozwoleń Konieczność sporządzenia umów o współpracy Dostępność substratów odpowiednio do wielkości biogazowni
Zalety	Biogazownia ściśle zintegrowana z gospodarstwem Tylko własna biomasa (żadnych zależności) Brak kosztów transportu Ciepło odpadowe wykorzystane lokalnie	Stosunkowo niższe koszty instalacji (€ za kW) Wyższa wydajność elektryczna kogeneracji Możliwość zatrudniania pracowników	Możliwy rozwój bardziej optymalnych form sprzedaży energii, np. sprzedaż biogazu do sieci po uszlachetnieniu Możliwość zatrudnienia wyspecjalizowanego operatora biogazowni
Strategie	Samodzielne wykonanie lub zastosowanie prostych gotowych rozwiązań	Zakup gotowej biogazowni Zapewnienie dostaw biomasy ekologicznej poprzez umowy z dostawcami Import konwencjonalnej biomasy w okresie przejściowym Konwersja sąsiadujących gospodarstw na ekologiczne	Spersonalizowane rozwiązania techniczne Alternatywne strategie marketingowe

Źródło: Tersbøl M., and Malm L. (2013): Financial Performance of Organic Biogas Production. SUSTAINGAS Report D 3.1, www.sustaingas.eu/strategy.html.

Dostawy biomasy

Kluczowym wyzwaniem przy zakładaniu biogazowni jest kwestia zapewnienia odpowiednich dostaw biomasy ekologicznej w przystępnej i stabilnej cenie. Ponieważ dostępność biomasy zadecyduje o wydajności i technologii projektu, tą drażliwą kwestią należy zająć się już w fazie wczesnego planowania. Jeśli biomasa nie pochodzi w całości z gospodarstwa producenta biogazu, długoterminowe umowy będą mieć tu kluczowe znaczenie. Uzgodnienie z dostawcami biomasy wzajemnie wiążących i wzajemnie korzystnych długoterminowych warunków wymiany biomasy i nawozu jest niezwykle istotne z punktu widzenia rentowności biogazowni ekologicznej.

Nadwyżki biomasy z gospodarstw ekologicznych

Dla rolników ekologicznych dostarczanie nadwyżki biomasy do biogazowni oznacza dostęp do ekologicznego nawozu najwyższej jakości (pofermentu). Może to poprawić wydajność upraw szczególnie w przypadku gospodarstw o niskiej, obsadzie zwierząt. Z drugiej strony, operatorzy biogazowni ekologicznej potrzebują pewnych źródeł odpowiednich dostaw ekologicznej biomasy w stabilnych i przystępnych cenach. To dlatego rolnicy muszą współpracować i uniezależnić dostępność biomasy od cen rynkowych, co jest możliwe dzięki umowom długoterminowym zapewniającym odpowiednie ceny biomasy dla biogazowni i pewność dostaw pofermentu dla dostawców substratu.

Rolnicy ekologiczni czerpią korzyści z optymalizacji płodozmianu. Dlatego też sprzedaż nawozu zielonego do biogazowni w zamian za poferment leży w ich interesie.

Źródłem biomasy powinny być przede wszystkim materiały odpadowe, takie jak nawóz zielony, międzyplony i odchody zwierzęce. Dezintegracja biomasy sprawia, że także inne substraty, jak materiał z terenów chronionych czy słoma, stają się dostępne dla procesu biogazowego.



Rys.25: Zbiór koniczyny na biogaz. Zdjęcie: agrarfoto.at.

Koniczyna: mieszaj i korzystaj

Koniczyna jest idealnym substratem dla biogazowni w gospodarstwie ekologicznym. Korzystny wpływ na gleby i wydajność upraw, jaki uzyskuje się dzięki jej zastosowaniu w produkcji biogazu, sprawia, że staje się uprawą dochodową, nawet w gospodarstwach nieprowadzących hodowli zwierząt. Gdy jednak koniczyna stanowi substrat dominujący, spore wyzwanie stanowi wysoka zawartość błonnika i azotu. Dodatek gnojowicy, odpowiednich materiałów odpadowych, lub – przy braku dostępności innych materiałów – roślin energetycznych, takich jak kiszonka zbożowa czy nawet kukurydziana, może pozwolić na lepszą i skuteczniejszą eksploatację instalacji.

Odpady pozarolnicze i bioodpady

Wykorzystanie z odpadów organicznych, takich jak resztki kuchenne lub pozostałości z przemysłu spożywczego, jest zgodne z ideą gospodarki opartej na zamkniętym obiegu surowców. Należy jednak traktować takie rozwiązania z ostrożnością: unikać ryzyka wprowadzenia chorób, szkodliwych substancji lub organizmów genetycznie zmodyfikowanych do systemu gospodarstwa. Ponadto przepisy krajowe, przepisy dotyczące taryf gwarantowanych czy produkcji ekologicznej często zabraniają korzystania z tego typu odpadów w biogazowniach rolniczych i gospodarstwach ekologicznych. Właściwości wielu materiałów odpadowych różnią się znacznie

w zależności od partii, co powoduje spore trudności w obsłudze procesu fermentacji. W związku z tym obecnie operatorzy biogazowni ekologicznych zazwyczaj wybierają produkty uboczne i pozostałości z przemysłu spożywczego (ekologicznego) z niskim ryzykiem skażenia i przewidywalnym potencjałem biogazowym, takie jak plewy lub serwatka.

Chociaż źródła i sposoby przetwarzania odpadów pozarolniczych różnią się znacznie w zależności od regionu i rodzaju materiału, niektóre z przedstawionych poniżej wskazówek mogą pomóc zorientować się, co należy sprawdzić rozważając zastosowanie tego typu substratów:

- Dowiedz się, jakie materiały odpadowe są dostępne w swoim regionie. Kontakty, które mogą się przydać to: (ekologiczny) przemysł spożywczy i paszowy oraz organy zarządzające odpadami.
- Sprawdź uwarunkowania prawne dotyczące przetwarzania odpadów i - co równie ważne - korzystania z pofermentu jako nawozu na polach w gospodarstwach ekologicznych.
- Jakie materiały można przetworzyć w biogazowni rolniczej? Sprawdzone muszą być: zdolność fermentacyjna, zawartości składników odżywczych, specyfika przetwarzania, jednorodność substratu i ryzyko zanieczyszczenia szkodliwymi substancjami lub chorobami.
- Czy twoja obecna lub planowana biogazownia jest odpowiednio wyposażona do technologicznego (załadunek, mieszanie itp.) i mikrobiologicznego (temperatura, skład mieszanki, urządzenia zabezpieczające, sprzęt do analizy) przetwarzania danych substancji? Jakie dodatkowe inwestycje będą konieczne do przetworzenia substratów?
- Czy masz zapewniony dostęp do specjalistycznej wiedzy na temat przetwarzania danych substratów?
- Jakie ilości substratu są dostępne i na jakich warunkach? Czy wytwórca odpadów zapłaci za ich utylizację, czy też obciąży kosztami biogazownię? Jest to w dużym stopniu

uzależnione od alternatywnych strategii utylizacji, jakie może zastosować wytwórca.

- Czy dane substraty zwiększają ryzyko wystąpienia przykrych zapachów w okolicy? Czy byłby to problem w przypadku twojej biogazowni?
- Czy składniki dostarczane z biomasą ze źródeł pozarolniczych przyczynią się do zbilansowania składników odżywczych w gospodarstwie, czy też należy rozważyć sprzedaż nadwyżek składników jako nawozu organicznego?



Rys. 26: Obornik drobiowy zwiększa wydajność biogazowni i traci zapach po fermentacji. Wysoka zawartość azotu ogranicza jednak możliwości jego zastosowania jako substratu. Zdjęcie: R. Newman, BMLFUW.

Rozwiązanie zastępcze: rośliny energetyczne

Wykorzystanie roślin energetycznych do produkcji biogazu należy rozważyć jedynie przy braku korzystniejszej alternatywy, ponieważ zajmują one grunty, na których może być prowadzona uprawa roślin spożywczych. Pamiętaj: w przeciwieństwie do ekologicznie produkowanej żywności lub paszy, ekologicznie produkowana biomasa nie jest promowana cenowo na rynku energetycznym. Niektóre stowarzyszenia rolników ekologicznych ograniczają udział substratu z upraw energetycznych w biogazowniach ekologicznych.

Uprawy energetyczne mogą też jednak odgrywać korzystną rolę w systemie upraw lub być niezbędne dla zrównoważenia „diety” fermentora. Tak jak krowy, biogazownie potrzebują składników

pokarmowych w odpowiednich proporcjach. Korzystanie jedynie z resztek i nadwyżek dostępnej biomasy może spowodować brak równowagi w procesie biogazowym. W takim przypadku, dodanie odpowiednich roślin energetycznych może zwiększyć wydajność produkcji biogazu.

Sto procent ekologicznych substratów?

Rolnictwo ekologiczne dąży do osiągnięcia samowystarczalności systemu. Biomasa pochodząca z rolnictwa konwencjonalnego powinna być więc traktowana tylko jako rozwiązanie krótkoterminowe, gdy brakuje biomasy z rolnictwa ekologicznego. Jednak uzupełnienie wsadu biomasy pozostałościami z gospodarstw konwencjonalnych (np. obornik/gnojowica, rośliny okrywowe lub materiał z utrzymania terenów zielonych) może być alternatywą dla korzystania z roślin energetycznych.

Aby zwiększyć dostępność biomasy ekologicznej, należy promować przestawianie gospodarstw konwencjonalnych w pobliżu biogazowni na produkcję ekologiczną – dodatkowym argumentem będzie zapewnienie dostaw nawozów.

Kwestia odpowiedniego materiału wsadowego do biogazowni ekologicznych jest nadal przedmiotem dyskusji. W zależności od rozłożenia akcentów (produkcja energii, żyzność gleby, zmiany

klimatu, użytkowanie gruntów, zanieczyszczenia, efektywne wykorzystanie zasobów, cykle składników odżywczych) i od warunków regionalnych, istnieją różne podejścia do stosowania roślin energetycznych, biomasy z rolnictwa konwencjonalnego i bioodpadów.

Więcej informacji na temat biomasy ekologicznej w produkcji biogazu - patrz opis SUSTAINGAS dot. biogazu ekologicznego na str. 8 i w Tabeli 2 na str. 11.

Jakość substratów

Dla wielu substratów istniejące oszacowania potencjalnego uzysku metanu oparte są na danych z rolnictwa konwencjonalnego. Możesz ich użyć jako danych orientacyjnych. Ponieważ z wody nie powstaje metan, zawsze upewnij się, że porównujesz dane dot. substratu o tej samej zawartości suchej masy. Aby uzyskać dokładną informację, będziesz musiał przeanalizować materiał z własnego gospodarstwa. To, czy osiągniesz lub przekroczysz szacowane wartości uzysku, będzie zależało w dużej mierze od wydajności procesów w twojej biogazowni.

Tabela 9: Typowe substraty w produkcji biogazu ekologicznego (wybór)

Substrat	Przybliżona roczna wielkość produkcji (t świeżej masy na ha lub na krowę mleczną)	Zawartość suchej masy (%)	Uzysk biogazu (Nm ³ na t świeżej masy)	Zawartość metanu w biogazie (%)
Gnojowica bydlęca	19	10	30	55
Obornik bydlęcy	13*	25	96	55
Materiał z obszarów chronionych	5-12	50	128	50
Kiszonka z żyta (zielonego)	10-15	25	135	53
Kiszonka z koniczyny	16-27	30	157	55
Kiszonka z kukurydzy**	28-40	35	216	52

* chów ściółkowy; ** kiszonka z kukurydzy jako główny substrat w konwencjonalnej rolniczej produkcji biogazu uwzględniona została w tabeli dla porównania. Źródło: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)(2013): Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas, <http://daten.ktbl.de/biogas/startseite.do>.

Biogaz i gospodarstwo rolne

W gospodarstwach rolnych koncentrujących się na produkcji roślinnej biogaz może przynieść znaczne korzyści dla wydajności i jakości upraw oraz możliwości uprawy niektórych wymagających roślin (patrz rozdział 5 *Dlaczego biogaz ekologiczny?*), przede wszystkim ze względu na:

- Wykorzystywanie produktów roślinnych zwykle niemających dostatecznego zastosowania
- Zwrot substancji odżywczych na pola w postaci łatwo dostępnego i możliwego do magazynowania nawozu

Jeśli chcesz naprawdę wykorzystać zalety biogazu, zalecamy ci modyfikację systemu upraw i nawożenia:

- Zapewnij wystarczający udział roślin motylkowych, takich jak koniczyna i/lub lucerna. Udział 20 do 30% będzie zazwyczaj dostarczał odpowiedniej ilości azotu w płodozmianie. Tam, gdzie to możliwe, dwuletnie uprawy roślin motylkowych obniżą koszty i pomogą ustabilizować glebę i kontrolować chwasty.
- Rozważ uprawę międzyplonów, uprawę współrzedną i inne systemy z dwoma zbiorami rocznie: jest to możliwe w prawie wszystkich warunkach, ponieważ substraty do produkcji biogazu mogą być zbierane, gdy są jeszcze zielone.
- Zwiększona dostępność składników odżywczych może pozwolić na eksperymenty z bardziej wymagającymi roślinami. Nie będzie to duże ryzyko - zawsze możesz wykorzystać nieudane zbiory do produkcji biogazu.
- Przemysł kwestię zagospodarowania resztek pożniwnych. Zamiast pozostawiać je na polu, masz teraz możliwość przetwarzania ich w fermentorze i wykorzystania pofermentu na wiosnę.
- Nasiona wielu gatunków chwastów stają się jałowe po przetworzeniu ich w biogazowni. Możesz wykorzystać tę właściwość do zmniejszenia presji chwastów na nękanie przez nie pola.

Biogaz w gospodarstwach hodowlanych/na fermach drobiowych

Twoja działalność polega na hodowli bydła, świń lub drobiu? Biogaz może zamienić obornik i gnojowicę w energię bez zmniejszenia ich wartości jako nawozu. Pasza złej jakości i resztki paszowe mogą być również wykorzystywane do produkcji biogazu (ale: spleśniały materiał nie nadaje się nawet na biogaz).

Przechwytywanie gazu cieplarnianego - metanu, który w przeciwnym razie byłby emitowany z obornika czy gnojowicy do atmosfery, stanowić będzie duży wkład twojego gospodarstwa w ochronę klimatu. Ważny efekt dodatkowy dla hodowców trzody chlewnej i drobiu, jak też ich sąsiadów: poferment będzie wydzieliał o wiele słabszy zapach niż nieprzetworzony obornik.



Rys. 27: Świnie, producenci wartościowego obornika i gnojowicy do produkcji biogazu w Scharlhof/Germany. Zdjęcie: V. Jaensch, RENAC.

Jeśli nie prowadzisz dużego gospodarstwa i nie wykorzystujesz odchodów kilkuset sztuk zwierząt gospodarskich i/lub nie wykorzystujesz intensywnie biomasy roślinnej z pól, twoje własne substraty wystarczą tylko dla małej biogazowni. Współpraca z innymi rolnikami ekologicznymi może umożliwić ci uruchomienie większej biogazowni, która jest zazwyczaj bardziej ekonomicznie opłacalna. Jeśli stosujesz obornik z więcej niż jednego gospodarstwa, upewnij się, że znasz odpowiednie przepisy swoich władz weterynaryjnych. Konieczna może być

sanitarna ocena substratu, analiza pod kątem zawartości substancji szkodliwych i/lub oddzielenie kanałów transportu gnojowicy i pofermentu.

Produkcja biogazu

Pewien zarządca biogazowni ekologicznej wyraził się dość radykalnie: "Produkcja biogazu z kiszonki kukurydzianej i gnojowicy jest jak jazda po autostradzie, a fermentacja koniczyny jest jak jazda po torze górskim." A więc - przed startem sprawdź, czy masz odpowiedni sprzęt, odpowiedniego przewodnika i czy jesteś odpowiednio przeszkolony! Chociaż technologia jest kluczową kwestią przy substratach bogatych w błonnik, szczególnej uwagi wymaga także uważne zarządzanie procesem.

Technologia

Dlaczego odpowiednia technologia biogazowni ekologicznej musi różnić się od konwencjonalnych rozwiązań? W porównaniu do biogazowni działających na bazie kiszonki z kukurydzy i innych zbóż, w rolnictwie ekologicznym substraty zawierają zwykle:

- *Więcej błonnika* (lignina, celuloza) z trawy, koniczyny, materiału z utrzymania terenów zielonych i słomy. Zawartość suchej masy w fermentorze jest wysoka – od 13 do 15%. Skutkuje to większym obciążeniem części ruchomych i pomp.
- *Więcej białek* z koniczyny i innych roślin motylkowych i obornika. Konsekwencją jest powstawanie warstw pływających¹³. Działalność mikroorganizmów – szczególnie podczas fermentacji metanowej, jest osłabione.

Co do zasady, mimo kilku różniących się elementów, technologia jest bardzo podobna. Poniżej opisane zostały specyficzne potrzeby biogazowni ekologicznych¹⁴. Zastosowana technologia

powinna być solidna i sprawdzona, a przy jej wyborze należy uwzględnić następujące kwestie:

- Elementy niepożądane (jak kamienie i piasek) powinny być usuwane przed rozpoczęciem procesu i/lub z sedymentu w fermentorach.
- Technologia wprowadzania materiału wsadowego jest kluczowa w całym procesie. Musi być trwała, niezawodna i energooszczędna.
- Mechaniczna (lub inna) dezintegracja biomasy lub hydroliza (dodatkowa komora dla pierwszej fazy produkcji biogazu) pomaga w degradacji materiału o wysokiej zawartości błonnika i może zwiększyć produkcję biogazu i poprawić konsystencję substratu.
- Rurociągi do pompowania substratu powinny być krótkie i o dużej średnicy, a pompy muszą być wytrzymałe (np. mimośrodowa pompa ślimakowa) i umieszczone blisko komory fermentacyjnej.
- Urządzenia mieszające powinny mieć duże i wolno rotujące łopaty i noże, które mogą poruszać biomasę i zapobiegać powstawaniu warstw pływających. Mieszadła należy odpowiednio dobrać. Mają one znaczny udział w kosztach operacyjnych biogazowni, ponieważ zużywają dużo energii, a ruchome części należy wymienić po czterech - sześciu latach.
- Zewnętrzne ogrzewanie fermentora może być problematyczne, ponieważ wysoka zawartość białka w substracie oznacza większe ryzyko przylegania białek do spirali grzewczych.
- Wysokie fermentory o małej średnicy ułatwiają mieszanie i pozwalają uniknąć powstawania warstw pływających.

Rolnicy powinni zaplanować i wybrać procesy i technologie tak, aby mogły one przetwarzać dostępne rodzaje biomasy, ale powinni również sprawdzić, czy działające biogazownie posiadają wystarczające doświadczenia z daną technologią, w celu zapewnienia skutecznej i niezawodnej pracy instalacji przez wiele lat. Twój zakład będzie rocznie przetwarzać duże ilości niejednorodnych materiałów, co prowadzi do zużywania sprzętu. Poza tym, twój produkt, biogaz, wymaga ostrożnego

¹³ Warstwa pływająca (kożuch) na powierzchni substratu w komorze fermentacyjnej utrudnia mieszanie i wydobywanie się metanu z substratu.

¹⁴ Źródła informacji o ogólnych kwestiach technicznych znajdują się w rozdziale "Dalsze informacje"

obchodzenia się, gdyż jest wysoce łatwopalny, wybuchowy po zmieszaniu z tlenem i aktywny jako gaz cieplarniany po uwolnieniu do atmosfery.

Z tych wszystkich powodów konieczne są regularne specjalistyczne przeglądy i remonty odpowiednich części instalacji. W przypadku maszyn, takich jak agregaty kogeneracyjne, producenci określają grafik inspekcji i przeglądów. Inne sprzęty, jak przenośniki ślimakowe lub pompy muszą być rutynowo kontrolowane pod kątem rzeczywistego zużycia.

Większość pytaných przez zespół SUSTAINGAS rolników ekologicznych prowadzących biogazownię była dość zadowolona z ich funkcjonowania. Jednak najczęściej przytaczanym problemem była kwestia napraw – a zaraz po niej codzienne koszty eksploatacji i nakład pracy ściśle związany z koniecznością częstych i kosztownych napraw. W związku z tym, wielu rolników wymieniało je jako wywierające negatywny wpływ na sytuację ekonomiczną zakładu.



Rys. 28: Zasadnicze znaczenie dla niezawodnego działania mają regularne remonty jednostki CHP. Na zdjęciu: tłoki cylindrowe silnika. Zdjęcie: F. Gerlach, MEP.

Pytani o plany dodatkowych inwestycji związanych z instalacją rolnicy często wymieniali dodanie lub rozbudowę takich komponentów jak: dezintegracja substratu, wykorzystanie ciepła lub składowanie masy pofermentacyjnej. Często powtarzające się sygnały o potrzebie zainwestowania w mieszadła i dozowniki pokazują, że stosowane technologie nie zawsze spełniały

standardy potrzebne do produkcji biogazu ekologicznego.

Zarządzanie procesem

Kierowanie się zasadą "popatrz, dotknij i powąchaj", stosowaną przez wielu rolników do zarządzania jakością, to dobry początek również w przypadku produkcji biogazu. Bez względu na to, czy chodzi o zapach twojej biomasy, strukturę substratu w fermentorze, pęcherzyki gazu w fermentorze czy dźwięk twojego silnika kogeneracyjnego: użyj zmysłów, a poznasz swoją biogazownię.

By osiągnąć wysoką i niezawodną wydajność biogazowni oraz wgląd w "czarną skrzynkę" procesu fermentacji, trzeba znać i regularnie dokumentować sporą ilość informacji:

- Co wchodzi do środka? (substraty: ilość, zawartość suchej masy, jeśli to możliwe – oczekiwana wydajność biogazowa)
- Co wychodzi? (poferment: ilość, zawartość suchej masy, zawartość składników odżywczych)
- Co dzieje się w międzyczasie? (temperatura, zawartość kwasów, produkcja biogazu, zawartość metanu i dwutlenku węgla)

Codzienna dokumentacja parametrów wejściowych, wyjściowych i procesowych jest absolutną koniecznością, jeśli masz zamiar osiągnąć przyzwoity poziom produkcji biogazu!

Aby uniknąć problemów z fermentacją, trzeba uważnie monitorować proces biogazowy poprzez analizę właściwości substratów w fermentorze oraz analizę wytwarzanego biogazu. Regularne monitorowanie zawartości kwasów organicznych wraz z codzienną analizą zawartości metanu w biogazie dają jasne wskazówki, czy produkcja biogazu w fermentorze przebiega pomyślnie. Jeśli pojawią się problemy, można wcześniej zareagować i uniknąć spadku produkcji.

Zastosowanie biogazu

Bardzo rzadko producenci znajdują nabywców dla biogazu w takiej formie, w jakiej wychodzi on z fermentora. Zazwyczaj biogaz jest dalej przetwarzany i sprzedawany w postaci energii. Chociaż produkcja paliwa i wtłaczanie biogazu do krajowej sieci gazowej to obiecujące koncepcje, skojarzona produkcja energii elektrycznej i/lub ciepła w miejscu produkcji biogazu są aktualnie najbardziej powszechnymi formami zastosowania biogazu.

CHP: Biogaz, elektryczność i ciepło

W większości przypadków biogaz jest wykorzystywany do produkcji energii w jednostce kogeneracyjnej (CHP). W zależności od indywidualnej strategii oraz struktury kosztów i cen energii, jednostka CHP będzie działać tylko wtedy, gdy istnieje zapotrzebowanie na ciepło i energię elektryczną, lub również wtedy, kiedy potrzebne jest tylko bardziej wartościowe źródło energii.



Rys. 29: CHP: Biogaz dla energii elektrycznej i ciepła.
Zdjęcie: V. Jaensch, RENAC.

Często jednostki CHP są eksploatowane bez przerwy, wprowadzając energię elektryczną do sieci krajowej w sposób ciągły. Pozwala to na rozłożenie kosztów inwestycji na wiele godzin całkowitego czasu pracy. Alternatywne koncepcje ograniczają działanie jednostki CHP do warunków, kiedy ciepło i energia elektryczna są potrzebne. Takie rozwiązanie

prowadzi do najbardziej wydajnego wykorzystania energii zawartej w biogazie. Położenie geograficzne biogazowni może bardzo ograniczyć możliwości wykorzystania ciepła. Zaawansowane koncepcje umożliwiają krótkoterminowe lub regularne przerwy w produkcji energii elektrycznej, gdy istnieje mniejszy popyt na nią, np. w okresach wysokiego poziomu produkcji energii wiatrowej i słonecznej, co przyczynia się do równowagi popytu i podaży na szybko zmieniającym się rynku energii.

Wydajność: Twoim celem jest wyprodukowanie maksymalnej ilości energii z określonej wejściowej ilości biogazu. Agregaty CHP wytwarzają energię elektryczną i ciepło użytkowe, choć z reguły nacisk położony jest na energię elektryczną. Weź pod uwagę, że mniejsze jednostki na ogół wytwarzają mniej energii elektrycznej z 1 m³ biogazu niż większe instalacje. Przyzwoitej wielkości jednostka CHP o mocy 100 kW_{el} przekształci od 35 do 37% energii w elektryczność i około 45% w ciepło, a jednostki CHP o mocy 500 kW mogą mieć współczynnik konwersji do energii elektrycznej od 38 do 41% i cieplnej około 45%.

Standardowa jednostka kogeneracji składa się z silnika gazowego i generatora energii elektrycznej, zazwyczaj podłączonego do sieci za pośrednictwem, transformatora prądu. Małe biogazownie zwykle preferują silniki gazowe z wtryskiem dawki pilotującej, działające zgodnie z zasadą silników wysokoprężnych, co daje znacznie większą wydajność elektryczną, szczególnie tam, gdzie mamy do czynienia z mniejszymi mocami. Jednak silniki gazowe z wtryskiem dawki pilotującej nie są napędzane samym biogazem, wymagają udziału około 5 do 10% drogiego ciekłego paliwa, takiego jak olej napędowy, biodiesel, lub czysty olej roślinny. Ponadto, mają reputację wymagających większej uwagi i dokładniejszej konserwacji. Decyzja o zastosowaniu wtrysku pilotażowego jest więc mniej oczywista, niż wydawało się na pierwszy rzut oka.

Z punktu widzenia opłacalności ekonomicznej, jak również ze względu na wydajność, ciepło wytwarzane przez jednostkę CHP musi być wykorzystane w jak największej części. W zależności od uwarunkowań prawnych i umów (np. przepisy

stowarzyszeń producentów żywności ekologicznej lub warunki otrzymania dotacji), pewna ilość ciepła musi być obowiązkowo zużytkowana. W przypadku małych biogazowni może nie być wystarczającego zapotrzebowania na ciepło w gospodarstwie. Dodatkowe możliwości to sprzedaż ciepła dla budynków mieszkalnych, instytucji lub przemysłu. Istotnym wyzwaniem nawet dla małych instalacji będzie wykorzystanie nadwyżek ciepła w miesiącach letnich. Przykłady użytkowania ciepła latem obejmują procesy suszenia, na przykład zboża, trawy, wiórow, frakcji włóknistej z pofermentu, a także ogrzewanie obiektów produkcyjnych, takich jak szklarnie, lub ogrzewanie wody w basenach publicznych. Produkcja chłodu z ciepła otwiera wiele dodatkowych zastosowań, takich jak chłodnie czy klimatyzacja. Niektórzy operatorzy rozważają zaawansowane koncepcje wykorzystania ciepła jako dodatkowe przedsięwzięcia o dużych nakładach inwestycyjnych, dające możliwość udziału w nieuregulowanym rynku energii cieplnej.

Biogaz jako paliwo

Pomysł wykorzystania biogazu jako paliwa dla pojazdów może przyciągnąć niektórych rolników. Biogaz powstały w fermentorze zawiera zwykle około 50 do 60 (czasem 75) % metanu. Silniki działające na bazie zwykłego biogazu są technicznie możliwe, ale nie powszechnie dostępne. Biogaz jako paliwo stosuje się zatem w silnikach przystosowanych do sprężonego gazu ziemnego (CNG). Do takich silników potrzebny jest prawie czysty metan, a więc biogaz musi zostać uszlachetniony, czyli oczyszczony z dwutlenku węgla, wody, siarkowodoru i cząstek stałych.

Istnieje wiele metod uzdatniania biogazu, ale wszystkie mają jedną wspólną cechę: wymagają wysokich nakładów finansowych. Przy korzystnych warunkach produkcja paliwa może być ekonomicznie opłacalna dla biogazowni produkujących ponad 50 m³ metanu na godzinę (odpowiada to elektrycznej mocy wyjściowej CHP równej 200 kW). W większości biogazowni wytwarza się jednak znacznie większe ilości. W krajach europejskich wykorzystanie gazu ziemnego w transporcie rozwija się na dość małą

skalę. Dlatego dużym wyzwaniem jest nie tylko konieczność uzdatniania i dystrybucji paliwa biogazowego, ale również rozruszanie regionalnego rynku zastosowania gazu ziemnego/biogazu jako paliwa.¹⁵



Rys. 30: Pierwsze ciągniki z napędem na biogaz przyciągają uwagę na targach i na polach. Zdjęcie: F. Gerlach, MEP.

Biogaz w krajowej sieci gazowej

Uzdatniony biogaz – zwany także biometanem – może być wtłoczony do krajowej sieci gazowej.

Dotychczas taka opcja jest praktykowana głównie przez większe zakłady produkujące od 100 do 1000 m³ metanu na godzinę (co odpowiada od 400 kW_{el} do 4 MW_{el} w silniku CHP). Przyczyn jest kilka:

- Uzdatnianie wymaga dużych inwestycji. W zależności od wymagań operatora sieci, wtłaczany gaz może wymagać bardziej skomplikowanego uzdatniania niż gaz stosowany jako paliwo.
- Aby wtłaczać gaz do sieci trzeba wykonać dodatkowe czynności wymagające dużej precyzji (nawanianie, dostosowanie ciśnienia i zawartości metanu, itp.).

¹⁵ Przykłady współpracy biogazowni rolniczych z zakładami komunalnymi i operatorami stacji paliw można znaleźć w projekcie IEE GasHighWay: www.gashighway.net

- Pozwolenia, kontrakty i weryfikacja konieczne do wtłaczania, transportu i rozładunku biogazu to bardzo złożone zagadnienia. Zasady i przepisy dotyczące zdecentralizowanych dostawców różnią się w zależności od kraju.
- Nawet jeżeli prawo krajowe umożliwia wtłaczanie biogazu, operatorzy nie zawsze są chętni przyjąć go do swoich sieci. Negocjacje wydają się być szczególnie trudne przy projektach rolniczych na małą skalę.

Po wprowadzeniu do krajowej sieci gazowej, biogaz może być transportowany w kraju, a nawet za granicę do wszystkich użytkowników gazu podłączonych do tej samej sieci. Często biogaz z sieci krajowej jest używany w silnikach kogeneracyjnych do efektywnej produkcji energii elektrycznej i ciepła. Jego zastosowanie do ogrzewania gazowego lub tankowania pojazdów jest również możliwe i zależy w dużym stopniu od warunków rynkowych. Biogazownie dostarczające swój biogaz do krajowej sieci gazowej mogą nawet zdecydować się na dywersyfikację swoich rynków i utworzenie stacji paliw biogazu na terenie obiektu, ponosząc stosunkowo niewielki dodatkowy koszt.

Wykorzystanie pofermentu

Wszystko, co wchodzi, musi wyjść! Zarządzanie składnikami odżywczymi w glebie ulegnie zmianie wraz z wprowadzeniem produkcji biogazu w twoim gospodarstwie. Jakie będą najważniejsze skutki? Główne zmiany przedstawiono na trzech poniższych przykładach.

Gospodarstwo hodowlane

Ilość dostępnych składników pokarmowych w systemie gospodarstwa nie zmieni się znacząco, ponieważ składniki odżywcze w niewielkim stopniu podlegają wpływowi procesu biogazowego, zyskasz jednak inną jakość nawozu. Zamiast gnojowicy i/lub obornika stałego, będziesz mógł korzystać z pofermentu. Ten ekologiczny produkt z fermentacji można porównać do gnojowicy, ale (jeśli pochodzi

z procesu mokrej fermentacji) różni się pod następującymi względami:

- niższa zawartość suchej masy
- wyższa zawartość dostępnego dla roślin azotu (amoniak)
- niższa zawartość błonnika
- znacznie mniej zapachu

Do przechowywania pofermentu można używać istniejących w gospodarstwie zbiorników na gnojowicę. Jeśli jednak korzystasz z obornika jako materiału wsadowego, będziesz teraz miał więcej płynnego nawozu niż dotychczas. Potrzebnych więc będzie więcej zbiorników dla zwiększenia przestrzeni magazynowej. Rolnicy posiadający łąki i pastwiska zauważą, że poferment spłynie z roślin i przeniknie do gruntu łatwiej niż nieprzetworzona gnojowica.

Ponieważ większość nasion chwastów stanie się jałowa w procesie biogazowym, ich obecność będzie mniejszym problemem niż wcześniej, kiedy stosowano obornik.

Wyższa dostępność składników odżywczych oznacza, że będziesz mógł teraz łatwiej zapewnić je swoim roślinom w odpowiednim momencie. Jednak z uwagi na wysoką zawartość amoniaku, odpowiednie techniki rozprowadzania minimalizujące utratę składników odżywczych są jeszcze ważniejsze niż w przypadku gnojowicy. Rozprowadzanie pofermentu w niskich temperaturach i bez bezpośredniej ekspozycji na światło słoneczne będzie utrzymywać składniki odżywcze tam, gdzie powinny zostać – w systemie upraw.

Gospodarstwo nieprowadzące hodowli zwierząt

Będziesz miał nadający się do magazynowania i transportu nawóz, którego możesz użyć zawsze, kiedy potrzebujesz – być może po raz pierwszy od przestawienia się na rolnictwo ekologiczne. Wpływ uprawy roślin motylkowych na zawartość azotu w glebie pozostanie niezmienny (korzenie i bakterie wiążące azot pozostają w glebie), a dodatkowo

będziesz miał poferment jako uzupełniające źródło składników odżywczych.

Jako rolnik nieprowadzący hodowli zwierząt będziesz musiał zmienić dotychczasowy sposób zarządzania składnikami odżywczymi gleby. Ze względu na wysoką zawartość amoniaku (nawet w porównaniu do gnojowicy), poferment, jako nawóz z łatwo dostępnymi dla roślin składnikami odżywczymi, jest gotowy do użycia, ale konieczne jest dostosowanie dawek do zapotrzebowania roślin, aby zminimalizować straty składników odżywczych.

Biogazownia z substratami spoza systemu gospodarstwa

Biogazownia może otrzymywać materiał wsadowy nie tylko z jednego gospodarstwa, ale także od współpracujących gospodarstw rolnych lub – w przypadku odpadów – od partnerów z sektora pozarolniczego. Oprócz efektów wymienionych powyżej, systemy te będą doświadczać dodatkowych oddziaływań na gospodarowanie substancjami odżywczymi.

Magazynowany poferment można w tym przypadku postrzegać jako wspólną rezerwę nawozu dla kilku gospodarstw, którą trzeba będzie rozdzielić zgodnie z dostarczonym przez nie wsadem składników odżywczych. Przenoszenie składników odżywczych z jednego gospodarstwa do drugiego jest ograniczone zapotrzebowaniem na nawóz we wszystkich gospodarstwach i przepisami dotyczącymi rolnictwa ekologicznego. Jednak pewien wsad dodatkowych składników odżywczych do systemu jest możliwy, na przykład w przypadku materiału z obszarów chronionych, resztek pozarolniczych lub odpadów organicznych. Dostarczający te substraty partnerzy zazwyczaj nie mają żadnego zapotrzebowania na poferment. Jeśli substraty z rolnictwa konwencjonalnego uzupełniają materiał wsadowy biogazowni, która używa również obornika/gnojowicy z rolnictwa ekologicznego, przepisy dotyczące rolnictwa ekologicznego zabraniają zwrotu pofermentu do partnera prowadzącego gospodarkę konwencjonalną.

Jeżeli instalacja wykorzystuje materiały odpadowe, zastosowanie mogą mieć ograniczenia

prawne dotyczące stosowania pofermentu. W zależności od rodzaju odpadu, mogą one obejmować bardziej obszerną dokumentację, wzmożone środki higieny, regularną analizę składu i ograniczenia w ilości dystrybuowanego pofermentu. Przyjmij materiały odpadowe jako dodatkowe źródło składników odżywczych tak długo, jak jest to dla Ciebie korzystne.

Więcej informacji na temat zasad dotyczących zastosowania pofermentu w rolnictwie ekologicznym znajdziesz w tabeli 2 na stronie 11.

Próchnica: liczy się system upraw!

Rolnicy nie muszą martwić się o zmiany zawartości próchnicy w glebie w następstwie stosowania pofermentu. Frakcja węglowa odpowiedzialna za wytwarzanie próchnicy w dużej mierze pozostaje w pofermencie.

Mimo, że jest zbyt wcześnie na wyciąganie konkretnych długoterminowych wniosków dotyczących wykorzystania masy pofermentacyjnej, badania wykazują, że zawartość próchnicy w glebie zależy głównie od płodozmianu, nie od stosowania pofermentu jako nawozu. Biogaz oferuje dodatkowe możliwości dla bardziej zrównoważonego systemu płodozmianu – to od Ciebie zależy, czy z nich skorzystasz.

Wykorzystaj to: poferment biogazowy jako nawóz

Przefermentowana biomasa zawiera dużą ilość składników odżywczych łatwo przyswajalnych dla roślin. Jej zastosowanie jako nawóz zwiększa dostępność składników odżywczych i daje roślinom zastrzyk energii, jakiej potrzebują wczesną wiosną. Aby składniki odżywcze mogły przyczynić się do wzrostu roślin, staranne zarządzanie – z wykorzystaniem doświadczenia z zarządzania gnojowicą zwierzęcą – ma zasadnicze znaczenie. Na minimalizacji strat azotu z pofermentu zyskują wszyscy. Dzięki niej nie traci

się cennych składników odżywczych dla roślin, jednocześnie unikając emisji do atmosfery amoniaku i podtlenku azotu. W związku z tym należy:

- przykrywać zbiorniki magazynowe
- pozwolić, żeby poferment ostygł do temperatury otoczenia przed nawożeniem
- stosować go jedynie w odpowiednim sezonie, w odpowiednich warunkach pogodowych (chłód, brak lub słaby wiatr, brak bezpośredniej ekspozycji na światło słoneczne)
- analizować zawartość składników odżywczych i stosować nawożenie odpowiednio do potrzeb roślin
- rozprowadzać poferment blisko gleby lub wprost do gleby

Wydajność

W ostatecznym rozrachunku będziesz musiał porównać produkty wejściowe i wyjściowe całego procesu biogazowego. Czy produkcja biogazowni jest wydajna? Czy produkcja energii i pofermentu sprawia, że wsad biomasy, inwestycja pieniędzy i pracy są opłacalne? Czy proces może zostać ulepszony?

Radzimy:

- wystrzegać się prostych odpowiedzi,
- patrzeć na własną biogazownię, zamiast porównywać uśrednione dane dla instalacji innych niż twoja, oraz
- wziąć pod uwagę, że wydajność jest rezultatem współgrających ze sobą czynników: odpowiedniej technologii, biomasy, procesów biologicznych i zarządzania. Wszystkie one będą musiały być rozwijane przez cały okres działania biogazowni.

Co jest złego we wskaźnikach, takich jak wydajność konwersji biologicznej (m^3 biogazu na t biomasy) lub konwersji technologicznej (KWh_{el} na

m^3 biogazu)? Nic – poza tym, że tego rodzaju porównania wybranych danych nie przedstawiają całej prawdy. Wydajna biogazownia to taka, która z powodzeniem równoważy szereg czynników dla osiągnięcia maksimum produktu na wyjściu przy minimum produktu na wejściu. Biogaz w rolnictwie ekologicznym może mieć bardzo istotny wpływ na ogólną wydajność gospodarstwa. Jednak w przypadku biogazowni ekologicznej zwykle bierze się pod uwagę nieco inne czynniki wpływające na ogólną wydajność, niż w rolnictwie konwencjonalnym:

Wydajność konwersji biologicznej: Ile metanu wytwarzane jest z biomasy? Wskaźnik ten zależy od rodzaju biomasy i stosowanej technologii. Istnieją znaczne różnice między biogazowniami. Substraty bogate w skrobię i cukry, takie jak kukurydza lub buraki, mają wyższy współczynnik konwersji niż biomasa o wysokiej zawartości lignocelulozy (np. koniczyna, materiał z pielęgnacji terenów zielonych, słoma), jednak dłuższy czas retencji, wysokie temperatury lub dezintegracja biomasy mogą znacznie poprawić uzysk biogazu z substratów bogatych w lignocelulozę.



Rys. 31: Ilość energii wytworzonej z obornika stałego (na pierwszym planie) może być mniejsza niż z kiszonki (w tle), ale nakład energii potrzebny do zaopatrzenia w obornik jest znikomy, ponieważ jest to pozostałość z hodowli zwierząt. Zdjęcie: V. Jaensch, RENAC.

Ponieważ poferment jest stosowany przede wszystkim w gospodarstwach ekologicznych, należy brać pod uwagę nie tylko takie czynniki, jak

wydajność procesu biologicznego, ale również jakość i ilość produkowanego nawozu.

Wydajność konwersji technologicznej: Ile energii elektrycznej wytwarza się z biomasy? Duże instalacje mają na ogół większą moc niż niewielkie biogazownie, ale możliwość lokalnego wykorzystania wyprodukowanej energii może być zaletą produkcji na małą skalę. Stopień i jakość wykorzystania, choć w dużej mierze zależą od uwarunkowań charakterystycznych dla danego projektu, mają istotny wpływ na ogólną wydajność. Obecnie wydajność jednostek kogeneracyjnych w biogazowniach waha się od około 35 do 45%, w zależności od wielkości i zastosowanej technologii, a wykorzystanie ciepła może odpowiadać za dalsze 0 do 45%. Niemieckie stowarzyszenie rolnictwa ekologicznego Bioland ustaliło wydajność konwersji napoziomie 70% jako próg dla ekologicznej produkcji biogazu.

Zużycie na potrzeby własne: Ile z wyprodukowanej energii potrzebne jest do funkcjonowania biogazowni? Musimy rozróżnić pomiędzy zapotrzebowaniem biogazowni na energię elektryczną, np. do pracy pomp i mieszadeł, a konsumpcją ciepła do utrzymania fermentorów w temperaturze roboczej.

Zużycie na potrzeby własne zwykle waha się między 5 a 15% wyprodukowanej energii elektrycznej i wzrasta wraz ze wzrostem lepkości substratu. Instalacje stale wykorzystujące swoje pełne moce będą przynosiły większe zyski niż projekty z licznymi przestojami w produkcji lub biogazownie strategicznie magazynujące gaz do produkcji energii uzależnionej od popytu. Porównanie między gospodarstwami jest bardzo trudne, ale zawsze istnieje pole dla udoskonaleń.

Co do energii cieplnej – biogazownia będzie potrzebować do pracy między 5 a 20% wyprodukowanego ciepła, w zależności od np. izolacji, wielkości fermentora, temperatury i rodzaju substratów. Duże zapotrzebowanie na ciepło pojawi się w przypadku stosowania gnojowicy lub innego substratu o wysokiej zawartości wody. Zimą, gdy

ciepło jest najcenniejsze, fermentor będzie również potrzebował więcej energii cieplnej.

Mimo, że prawdopodobnie żaden z procesów biogazowych nie osiągnie idealnych wskaźników we wszystkich aspektach wydajności, w ramach każdego projektu można doskonalić wybrane elementy. Biogazownie w rolnictwie ekologicznym mogą osiągnąć bardzo wysoki stopień ogólnej wydajności, przetwarzając materiał odpadowy i stosując poferment jako nawóz.

8 Dalsze informacje

Biogaz

- **Polskie Stowarzyszenie Biogazu**
<http://pba.org.pl>
- **Instytut Energetyki Odnawialnej**
www.ieo.pl
- **Polska Izba Gospodarcza Energii Odnawialnej (PIGEO)**
www.pigeo.org.pl
- **Polska Izba Biomasy**
www.biomasa.org.pl
- **Biogazownie rolnicze**
<http://biogazownierolnicze.pl>
- **Rynek Energii Odnawialnej**
www.reo.pl
- **Gram w Zielone – portal zielonej energii**
<http://gramwzielone.pl/bioenergia>
- **Biogazownia-przemysłany wybór**
www.chronmyklimat.pl/biogazownia

Publikacje

- **Biogaz rolniczy - produkcja i wykorzystanie**
www.mae.com.pl/files/poradnik_biogazowy_mae.pdf
- **Mała biogazownia rolnicza**
www.ine-isd.org.pl/theme/UploadFiles/File/publikacje/braszury/1_biogazownia_rolnicza_screen.pdf
- **Biogazownia – przemysłany wybór. Co powinien wiedzieć każdy obywatel?**
www.chronmyklimat.pl/theme/UploadFiles/File/biogazownia/Broszury/biogazownia_dla_obywatele_www.pdf
- **Przewodnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych**
www.mg.gov.pl/files/upload/13229/poradnik%20biogazowy.pdf

- **Przewodnik biogaz rolniczy**

www.oze.opole.pl/zalacznik.php?id=357&element=470

Biogaz w rolnictwie ekologicznym

- **SUSTAINGAS**
Zwiększenie zrównoważonej produkcji biogazu w rolnictwie ekologicznym
www.sustaingas.eu

Rolnictwo ekologiczne

- **IFOAM**
Międzynarodowa Federacja Rolnictwa Ekologicznego
www.ifoam.org
- **IFOAM EU-Group**
Grupa UE IFOAM
www.ifoam-eu.org
- **Organic Europe**
statystyki, raporty krajowe i adresy kontaktowe
www.organic-europe.net
- **Międzynarodowe Centrum Rolnictwa Ekologicznego Środkowej i Wschodniej Europy**
www.ekoconnect.org/home-pl-115.html
- **Stowarzyszenie Producentów Żywności Metodami Ekologicznymi „EKOLAND”**
www.ekolandpolska.pl

Przepisy

- **RES LEGAL**
Portal z informacjami na temat przepisów dotyczących systemów wsparcia, sieci i polityk dot. energii ze źródeł odnawialnych (energii elektrycznej, ogrzewania/chłodzenia i transportu). Zawiera informacje nt. 27 państw członkowskich UE, krajów EFTA i niektórych krajów przystępujących do UE
www.res-legal.eu/home/

Projekty UE dotyczące biogazu

- **AGRIFOREENERGY 2**
Promocja i zapewnienie produkcji biomasy z leśnictwa i rolnictwa, bez szkody dla produkcji żywności
www.agriforeenergy.com
- **BIOENERGY FARM**
Plan wdrożenia BioEnergy Farm
www.bioenergyfarm.eu
- **BIOGAS REGIONS**
Promocja biogazu i rozwój rynku biogazu poprzez partnerstwa lokalne i regionalne
www.biogasregions.org
- **BIOGASACCEPTED**
Promocja biogazu w regionach Europy – upowszechnianie narzędzia wspierającego akceptację biogazu
www.studia-austria.com/en/downloads.php
- **BIO-METHANE REGIONS**
Promocja biometanu i rozwoju rynku biometanu poprzez partnerstwa lokalne i regionalne
www.bio-methaneregions.eu
- **BIOPROFARM**
Promocja produkcji biometanu w rolnictwie jako rozproszonego źródła energii odnawialnej w Europie
www.terrenum.net/biogas/design.html
- **GasHighWay**
Promocja zastosowania paliw gazowych - biogazu i gazu ziemnego - w transporcie europejskim
www.gashighway.net
- **GERONIMO II-BIOGA**
Promocja wykorzystania biogazu w rolnictwie
www.energy4farms.eu
- **GR3**
Trawa jako źródło zielonej energii: promocja wykorzystania materiału pochodzącego z utrzymania terenów zielonych do produkcji biogazu
www.dlv.be
- **GREENGASGRIDS**
Pobudzenie rynku europejskiego do produkcji, uszlachetnienia i wtłaczania biogazu do sieci
www.greengasgrids.eu
- **REDUBAR**
Badania ukierunkowane na tworzenie instrumentów prawnych i zmniejszanie barier administracyjnych dla zastosowania biogazu do ogrzewania, chłodzenia i produkcji energii
www.redubar.eu

Partnerzy zaangażowani w projekt SUSTAINGAS



STUDIA Schlierbach
Centrum Badań i Analiz Międzynarodowych
Austria
www.studienzentrum.eu



Ecofys Germany GmbH
Niemcy
www.ecofys.com



FiBL Projekte GmbH
Niemcy
www.fibl.org



Foundation for Environment and Agriculture
Bułgaria
agrecobg@gmail.com



FUNDEKO Korbel, Krok-Baściuk Sp. J.
Polska
www.fundeko.pl



IFOAM EU Group
Międzynarodowa Federacja Rolnictwa Ekologicznego
Grupa UE
www.ifoam-eu.org



Økologisk Landsforening
Dania
www.okologi.dk



PROTECMA Energía y Medio Ambiente, SL
Hiszpania
www.protecma.es



Renewables Academy AG
Niemcy
www.renac.de

