UNIWERSYTET PRZYRODNICZY W POZNANIU

VI Konferencja Naukowo-Techniczna HEAT not LOST
23-24 lutego 2022 – Kielce

Problemy środowiskowe OZE oraz praktyczne aspekty poprawy efektywności działania biogazowni

Agnieszka Pilarska [1], Krzysztof Pilarski [2]

[1] Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu,
[2] Wydział Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
pilarska@up.poznan.pl, pilarski@up.poznan.pl

Kielce – Poznań, 24 lutego, 2022 r.

Problemy środowiskowe OZE –

aspekty prawne

Rodzaje odnawialnych źródeł energii

- energia wodna
- przetwarzanie biomasy - biogazownie
- energia słońca
- energia wiatrowa
- energia geotermalna

Aspekty prawne

- Ustawa o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. z 2018 r. poz. 2081 oraz z 2019 r. poz. 630, 1501, 1589, 1712 i 1815
- ROZPORZĄDZENIE RADY MINISTRÓW z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko

Ustawa o udostępnianiu informacji o środowisku

Niniejsza ustawa dokonuje w zakresie swojej regulacji wdrożenia następujących dyrektyw Wspólnot Europejskich:

1) dyrektywy Rady 85/337/EWG z dnia 27 czerwca 1985 r. w sprawie oceny skutków wywieranych przez niektóre przedsięwzięcia publiczne i prywatne na środowisko naturalne (Dz. Urz. WE L 175 z 05.07.1985, str. 40, z późn. zm.; Dz. Urz. UE Polskie wydanie specjalne, rozdz. 15, t. 1, str. 248);

2) dyrektywy Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory (Dz. Urz. WE L 206 z 22.07.1992, str. 7, z późn. zm.; Dz. Urz. UE Polskie wydanie specjalne, rozdz. 15, t. 2, str. 102);

3) dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2001/42/WE z dnia 27 czerwca 2001 r. w sprawie oceny wpływu niektórych planów i programów na środowisko (Dz. Urz. WE L 197 z 21.07.2001, str. 30; Dz. Urz. UE Polskie wydanie specjalne, rozdz. 15, t. 6, str. 157);

4) dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2003/4/WE z dnia 28 stycznia 2003 r. w sprawie publicznego dostępu do informacji dotyczących środowiska i uchylającej dyrektywę Rady 90/313/EWG (Dz. Urz. WE L 41 z 14.02.2003, str. 26; Dz. Urz. UE Polskie wydanie specjalne, rozdz. 15, t. 7, str. 375);

5) dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2003/35/WE z dnia 26 maja 2003 r. przewidującej udział społeczeństwa w odniesieniu do sporządzania niektórych planów i programów w zakresie środowiska oraz zmieniającej w odniesieniu do udziału społeczeństwa i dostępu do wymiaru sprawiedliwości dyrektywy Rady 85/337/EWG i 96/61/WE (Dz. Urz. UE L 156 z 25.06.2003, str. 17; Dz. Urz. UE Polskie wydanie specjalne, rozdz. 15, t. 7, str. 466);

6) dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/1/WE z dnia 15 stycznia 2008 r. dotyczącej zintegrowanego zapobiegania zanieczyszczeniom i ich kontroli (Dz. Urz. UE L 24 z 29.01.2008, str. 8);

7) dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/56/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. ustanawiającej ramy działań Wspólnoty w dziedzinie polityki środowiska morskiego (dyrektywa ramowa w sprawie strategii morskiej) (Dz. Urz. UE L 164 z 25.06.2008, str. 19)

ROZPORZĄDZENIE RADY MINISTRÓW z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko

§ 1. 1. Rozporządzenie określa:

1) rodzaje przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko;

2) rodzaje przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko;

3) przypadki, w których zmiany dokonywane w obiektach są kwalifikowane jako przedsięwzięcia, o których mowa

w pkt 1 lub 2.

2. Użyte w rozporządzeniu określenia oznaczają:

1) powierzchnia użytkowa – sumę powierzchni zabudowy i powierzchni zajętej przez pozostałe kondygnacje nadziemne

i podziemne mierzone po obrysie zewnętrznym rzutu poziomego obiektu budowlanego;

2) powierzchnia zabudowy – powierzchnię terenu zajętą przez obiekty budowlane oraz pozostałą powierzchnię przeznaczoną do przekształcenia, w tym tymczasowego, w celu realizacji przedsięwzięcia;

3) tereny narciarskie – obszary zajęte lub przekształcone na potrzeby realizacji i funkcjonowania tras zjazdowych wraz z towarzyszącą infrastrukturą.

§ 2. 1. Do przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko zalicza się następujące rodzaje przedsięwzięć:

3) elektrownie konwencjonalne, elektrociepłownie lub inne instalacje do spalania paliw w rozumieniu § 2 pkt 6 rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 marca 2018 r. w sprawie standardów emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji, źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania lub współspalania odpadów (Dz. U. z 2019 r. poz. 1806)

z wyłączeniem odpadów niebędących biomasą w rozumieniu § 2 pkt 1 tego rozporządzenia, w celu wytwarzania

energii elektrycznej lub cieplnej, o mocy cieplnej nie mniejszej niż 300 MW rozumianej jako ilość energii wprowadzonej w paliwie do instalacji w jednostce czasu przy nominalnym obciążeniu tych instalacji;

5) instalacje wykorzystujące do wytwarzania energii elektrycznej energię wiatru:

a) o łącznej mocy nominalnej elektrowni nie mniejszej niż 100 MW,

b) lokalizowane na obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej;

§ 2. 1. Do przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko zalicza się następujące rodzaje przedsięwzięć:

46) instalacje do przetwarzania w rozumieniu art. 3 ust. 1 pkt 21 ustawy z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach odpadów innych niż niebezpieczne przy zastosowaniu procesów termicznego przekształcania odpadów, krakingu odpadów, fizykochemicznej obróbki odpadów (proces D9 unieszkodliwiania odpadów wymieniony w załączniku nr 2 do ustawy z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach), mające wydajność nie mniejszą niż 100 t dziennie, z wyłączeniem instalacji do odzysku odpadów będących biomasą w rozumieniu § 2 pkt 1 rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 marca 2018 r. w sprawie standardów emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji, źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania lub współspalania odpadów;

§ 2. 1. Do przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko zalicza się następujące rodzaje przedsięwzięć:

47) instalacje do przetwarzania w rozumieniu art. 3 ust. 1 pkt 21 ustawy z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach odpadów inne niż wymienione w pkt 41 i 46, w tym składowiska odpadów inne niż wymienione w pkt 41, mogące przyjmować odpady w ilości nie mniejszej niż 10 t na dobę lub o całkowitej pojemności nie mniejszej niż 25 000 t, z wyłączeniem instalacji do wytwarzania biogazu rolniczego w rozumieniu art. 2 pkt 2 ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. z 2018 r. poz. 2389, z późn. zm.4));

§ 3. 1. Do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko zalicza się następujące rodzaje przedsięwzięć:

4) elektrownie konwencjonalne, elektrociepłownie lub inne instalacje do spalania paliw w rozumieniu § 2 pkt 6 rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 marca 2018 r. w sprawie standardów emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji, źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania lub współspalania odpadów z wyłączeniem odpadów niebędących biomasą w rozumieniu § 2 pkt 1 tego rozporządzenia, w celu wytwarzania energii elektrycznej lub cieplnej, inne

niż wymienione w § 2 ust. 1 pkt 3, o mocy cieplnej rozumianej jako ilość energii wprowadzonej w paliwie do instalacji w jednostce czasu przy nominalnym obciążeniu tych instalacji, nie mniejszej niż 25 MW, a przy stosowaniu paliwa

stałego – nie mniejszej niż 10 MW;

5) elektrownie wodne;

§ 3. 1. Do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko zalicza się następujące rodzaje przedsięwzięć:

6) instalacje wykorzystujące do wytwarzania energii elektrycznej energię wiatru, inne niż wymienione w § 2 ust. 1 pkt 5:

a) lokalizowane na obszarach objętych formami ochrony przyrody, o których mowa w art. 6 ust. 1 pkt 1–5, 8 i 9

ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz. U. z 2018 r. poz. 1614, 2244 i 2340 oraz z 2019 r.

poz. 1696 i 1815), z wyłączeniem instalacji przeznaczonych wyłącznie do zasilania znaków drogowych

i kolejowych, urządzeń sterujących lub monitorujących ruch drogowy lub kolejowy, znaków nawigacyjnych,

urządzeń oświetleniowych, billboardów i tablic reklamowych,

b) o całkowitej wysokości nie niższej niż 30 m;

§ 3. 1. Do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko zalicza się następujące rodzaje przedsięwzięć:

47) instalacje do produkcji paliw z produktów roślinnych, z wyłączeniem instalacji do wytwarzania biogazu rolniczego

w rozumieniu art. 2 pkt 2 ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii, o zainstalowanej mocy

elektrycznej nie większej niż 0,5 MW lub wytwarzających ekwiwalentną ilość biogazu rolniczego wykorzystywanego

do innych celów niż produkcja energii elektrycznej;

§ 3. 1. Do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko zalicza się następujące rodzaje przedsięwzięć:

54) zabudowa przemysłowa, w tym zabudowa systemami fotowoltaicznymi, lub magazynowa, wraz z towarzyszącą jej infrastrukturą, o powierzchni zabudowy nie mniejszej niż:

a) 0,5 ha na obszarach objętych formami ochrony przyrody, o których mowa w art. 6 ust. 1 pkt 1–5, 8 i 9 ustawy

z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody, lub w otulinach form ochrony przyrody, o których mowa

w art. 6 ust. 1 pkt 1–3 tej ustawy,

b) 1 ha na obszarach innych niż wymienione w lit. a;

Na podstawie art. 60 ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko

Art. 60. Rada Ministrów, uwzględniając możliwe oddziaływanie na środowisko przedsięwzięć oraz uwarunkowania, o których mowa w art. 63 ust. 1, określi, w drodze rozporządzenia:

1) rodzaje przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko;

2) rodzaje przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko;

3) przypadki, gdy zmiany dokonywane w obiektach są kwalifikowane jako przedsięwzięcia, o których mowa w pkt 1 i 2

Na podstawie art. 61 ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko

Art. 61. 1. Ocenę oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko przeprowadza się w ramach:

1) postępowania w sprawie wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach;

2) postępowania w sprawie wydania decyzji, o których mowa w art. 72 ust. 1 pkt 1, 10, 14 i 18, oraz pozwolenia, o którym mowa w art. 82 ust. 1 pkt 4b, jeżeli konieczność przeprowadzenia oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko została stwierdzona przez organ właściwy do wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach oraz w przypadku, o którym mowa w art. 88 ust. 1;

Na podstawie art. 61 ustawy z dnia 3 października 2008 r.
o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko

Art. 61. 1. Ocenę oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko przeprowadza się w ramach:

3) postępowania w sprawie wydania pozwolenia na budowę dla inwestycji

w zakresie budowy obiektu energetyki jądrowej lub inwestycji jej towarzyszącej,

o której mowa w ustawie z dnia 29 czerwca 2011 r. o przygotowaniu i realizacji

inwestycji w zakresie obiektów energetyki jądrowej oraz inwestycji

towarzyszących (Dz. U. z 2021 r. poz. 1484).

Organy uczestniczące w wydawaniu decyzji

- Sanepid
- Wody Polskie
- Regionalne Dyrekcje Ochrony Środowiska
- (GMINA)

Art. 62. 1. W ramach oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko określa się, analizuje oraz ocenia:

1) bezpośredni i pośredni wpływ danego przedsięwzięcia na:
a) środowisko oraz ludność, w tym zdrowie i warunki życia ludzi,
b) dobra materialne,
c) zabytki,
ca) krajobraz, w tym krajobraz kulturowy,
d) wzajemne oddziaływanie między elementami, o których mowa w lit. a–ca,
e) dostępność do złóż kopalin;
1a) ryzyko wystąpienia poważnych awarii oraz katastrof naturalnych i budowlanych;
2) możliwości oraz sposoby zapobiegania i zmniejszania negatywnego oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko;
3) wymagany zakres monitoringu.
2. W ramach oceny oddziaływania przedsięwzięcia na obszar Natura 2000 określa się, analizuje oraz ocenia oddziaływania przedsięwzięcia na obszary Natura 2000, biorąc pod uwagę także skumulowane oddziaływanie przedsięwzięcia z innymi realizowanymi, zrealizowanymi lub planowanymi przedsięwzięciami.

Art. 62. 1. W ramach oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko określa się, analizuje oraz ocenia:

Art. 62a. 1. Karta informacyjna przedsięwzięcia powinna zawierać podstawowe

informacje o planowanym przedsięwzięciu, umożliwiające analizę kryteriów,

o których mowa w art. 63 ust. 1, lub określenie zakresu raportu o oddziaływaniu

przedsięwzięcia na środowisko zgodnie z art. 69, w szczególności dane o:

Art. 62. 1. W ramach oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko określa się, analizuje oraz ocenia:

1) rodzaju, cechach, skali i usytuowaniu przedsięwzięcia,

2) powierzchni zajmowanej nieruchomości, a także obiektu budowlanego oraz

dotychczasowym sposobie ich wykorzystywania i pokryciu nieruchomości szatą

roślinną,

3) rodzaju technologii,

4) ewentualnych wariantach przedsięwzięcia, przy czym w przypadku drogi

w transeuropejskiej sieci drogowej każdy z analizowanych wariantów drogi musi

być dopuszczalny pod względem bezpieczeństwa ruchu drogowego,

Art. 63. 1. Obowiązek przeprowadzenia oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko dla planowanego przedsięwzięcia mogącego potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko stwierdza, w drodze postanowienia, organ właściwy do wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, uwzględniając łącznie następujące kryteria:

1) rodzaj i charakterystykę przedsięwzięcia, z uwzględnieniem:

2) usytuowanie przedsięwzięcia, z uwzględnieniem możliwego zagrożenia dla środowiska, w szczególności przy istniejącym i planowanym użytkowaniu terenu, zdolności samooczyszczania się środowiska i odnawiania się zasobów naturalnych, walorów przyrodniczych i krajobrazowych oraz uwarunkowań

miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego – uwzględniające:……..

Społeczeństwo

- brak odpowiedniej wiedzy dotyczącej poszczególnych instalacji,
- bazowanie na nierzetelnych informacjach wyczytanych najczęściej w Internecie,
- Jestem za, ale nie tutaj - efekt NIMBY - Not In My Back Yard, „nie na moim podwórku”, w Polsce znane też jako „nie w moim ogródku”) - pejoratywne określenie postawy i aktywizmu osób, które wyrażają swój sprzeciw wobec pewnych inwestycji w swoim najbliższym sąsiedztwie, choć nie zaprzeczają, że są one potrzebne w ogóle. Są więc za ich powstaniem, ale w zupełnie innym miejscu, z dala od ich domostw. Ponieważ mieszkańcy innych okolic również mogą zajmować takie stanowisko, w rezultacie dane projekty mogą zostać niezrealizowane.

Organy wydające decyzję:

Przykłady:

Fotowoltaika –

- stopień i sposób wykorzystania przez ptaki terenu przewidzianego pod farmę wraz z jego otoczeniem [ocena wpływu na ptaki np. w zakresie mylenia powierzchni paneli z lustrem wody (łabędzie, mewy, kaczki) oraz rozpoznanie miejsc lęgowych ptaków, korzystania z potencjalnych żerowisk na terenie i w otoczeniu farmy i ocenę strat pod kątem utraty siedlisk ptaków],

Przykłady:

Posadowienie wiatraku (grunt orny) –

- gatunki grzybów, roślin i zwierząt chronionych na mocy *rozporządzeń Ministra Środowiska: z dnia 9 października 2014 r. w sprawie ochrony gatunkowej grzybów (Dz. U. poz. 1408), z dnia 9 października 2014 r. w sprawie ochrony gatunkowej roślin (Dz. U. poz. 1409), z dnia 16 grudnia 2016 r. w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt. (Dz. U. poz. 2183 ze zm.),*

Organy wydające decyzję:

Przykłady:

Energia wodna (40 kW) –

16. Przedstawienia zasięgu oddziaływania przedsięwzięcia, a w szczególności liczby ludności, na którą przedsięwzięcie może oddziaływać.

Dziękuję za uwagę

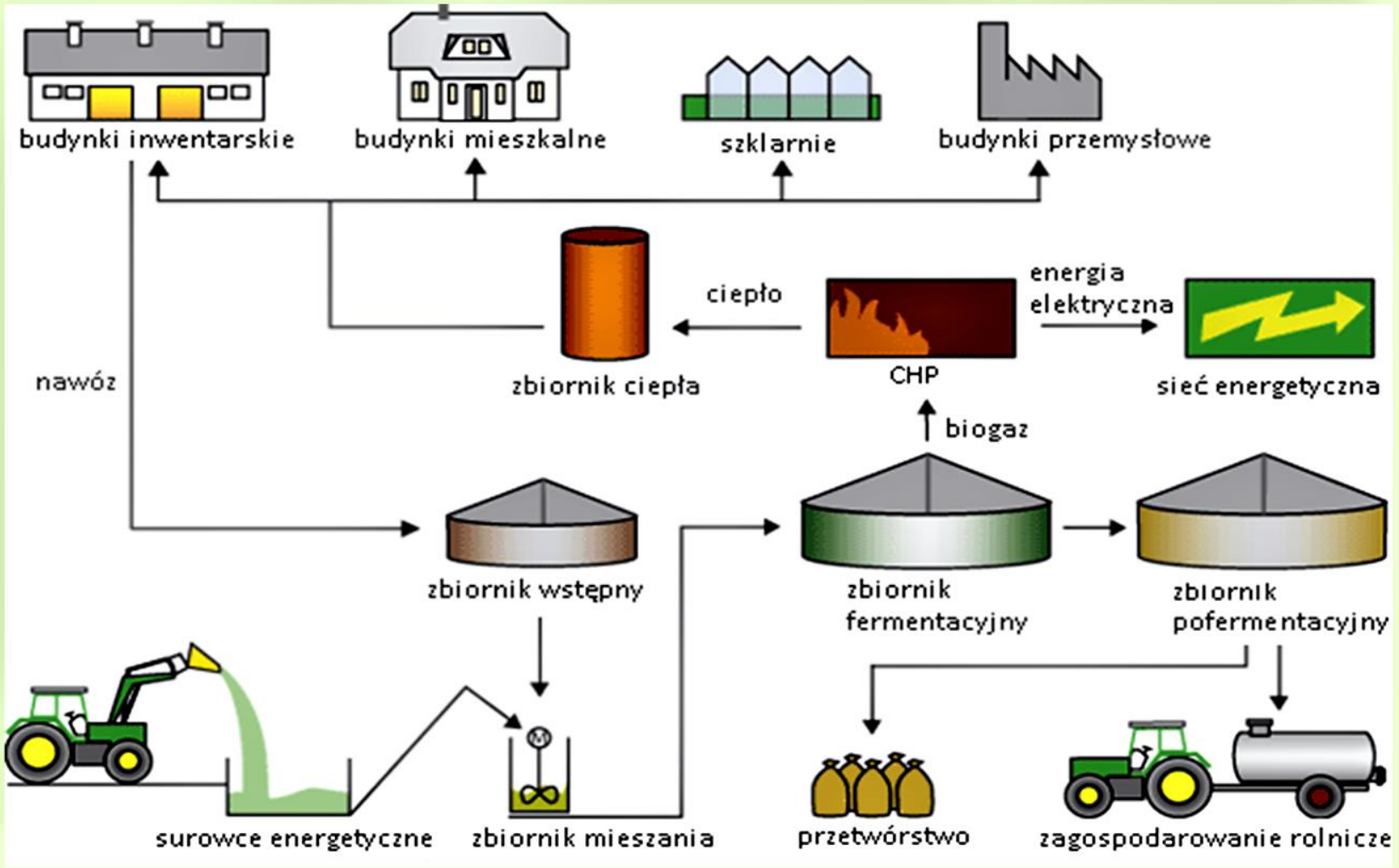
pilarski@up.poznan.pl
tel. 604 102 924

Praktyczne aspekty poprawy efektywności działania biogazowni

Czym jest biogazownia rolnicza?

- Biogazownia rolnicza jest instalacją składającą się z urządzeń i budowli, w których, dzięki procesowi sterowanej fermentacji beztlenowej biomasy roślinnej i odpadów z przemysłu rolno-spożywczego, uzyskuje się biogaz jako odnawialne źródło energii.

- Biogaz ten następnie jest spalany, a w wyniku tego procesu otrzymujemy energię elektryczną i cieplną. Pozostałość z fermentacji jest cennym nawozem organicznym stosowanym do użyźniania upraw rolniczych.



Cykl wytwarzania biogazu jest zintegrowanym systemem wykorzystania zasobów naturalnych, unieszkodliwiania odpadów organicznych, dystrybucji składników nawozowych i produkcji energii odnawialnej.

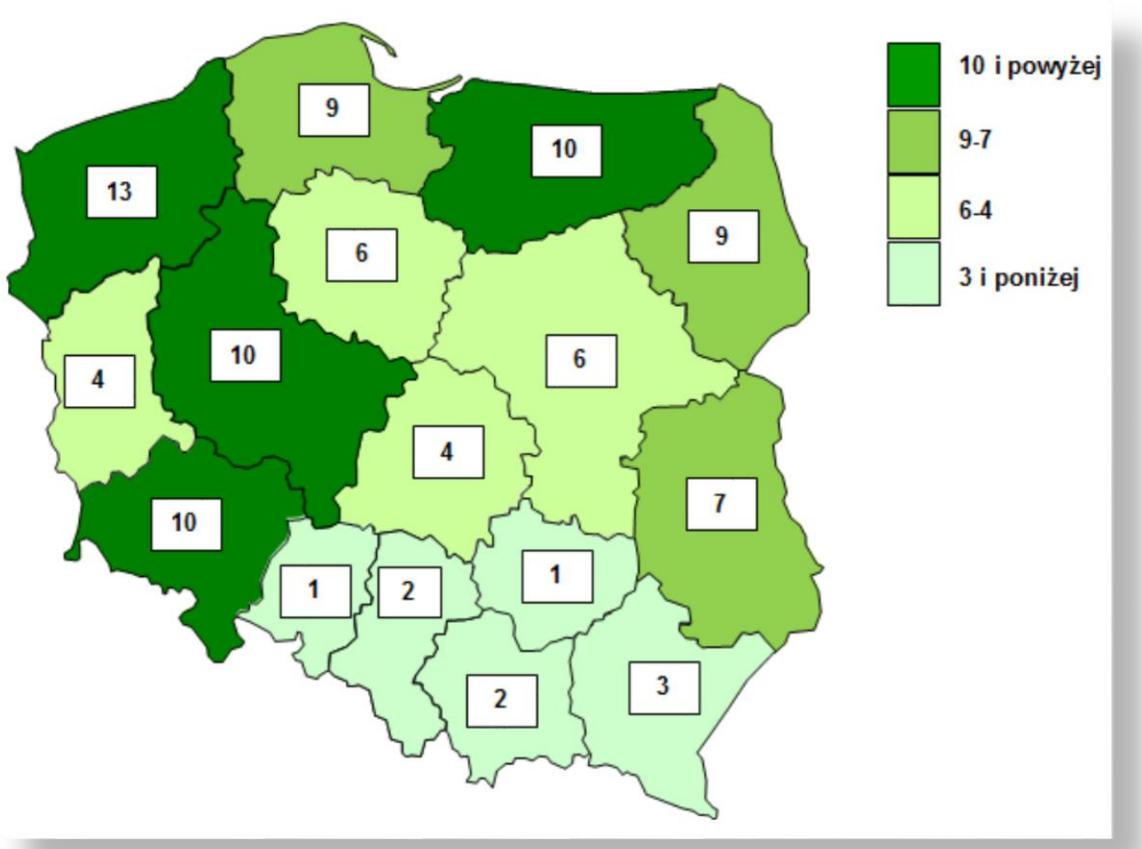
Zalety biogazowni

- Poprawa kontroli nad zagospodarowaniem odpadów organicznych
- Minimalizacja emisji gazów cieplarnianych
- Minimalizacja emisji odoru
- Produkcja nawozu bezpiecznego dla środowiska, zawierającego potas i azot
- Zmniejszenie zapotrzebowania na nawozy sztuczne
- Minimalizacja czynników chorobowych zawartych w odchodach zwierzęcych

Zalety biogazowni

- Zapewnienie niezależnego źródła energii elektrycznej i cieplnej
- Produkcji biometanu - użytkowego lub na sprzedaż
- Stworzenie i/lub rozwój lokalnego rynku energii oraz polityki energetycznej
- Stworzenie nowych miejsc pracy
- Wzrost dochodów własnych i samorządów gminnych
- Wzrost przychodów i konkurencyjności przetwórstwa rolno-spożywczego

Biogazownie rolnicze w Polsce



źródło: Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa (KOWR)

Uzasadnienie budowy biogazowni

wytwarzanie biogazu/metanu, jako alternatywnego źródła energii, z odpadów

=

- wzrost gospodarczy
- ochrona środowiska
- odpowiedzialność społeczna

zrównoważony rozwój

CELE ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU 2030
ONZ (2015)

PRIORYTETY KOMISJI EUROPEJSKIEJ
COM (2016)

- klimat i energia
- koncepcja gospodarki o obiegu zamkniętym
  ang. *circular economy*

- ONZ, 2015. Przekształcamy nasz świat: Agenda na rzecz z równoważonego rozwoju 2030. Rezolucja Zgromadzenia Ogólnego ONZ A/RES/70/1 z 25.09.2015.
- Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów z dnia 22.11.2016. Kolejne kroki w kierunku zrównoważonej przyszłości Europy. SWD (2016) 390, COM (2016) 739, Strasburg.

Wpływ wybranych parametrów środowiskowych na proces fermentacji metanowej

- Na wydajność procesu fermentacji metanowej wpływ mają zarówno czynniki fizyczne, jak temperatura, jak i chemiczne, w tym m.in. wartość odczynu pH, zasadowość, potencjał oksydacyjno-redukcyjny, zawartość substancji toksycznych, dostęp do składników pokarmowych.

- Zasadniczo wymienione parametry rozpatrywane są z punktu widzenia ich oddziaływania na florę bakteryjną (przede wszystkim na bakterie metanogenne), stanowiącą biokatalizator procesu beztlenowej degradacji substancji organicznej. Parametry te mają wpływ na stopień rozkładu materii, skład wydzielonego biogazu, szybkość reakcji, wzrost i aktywność mikroorganizmów.

- **Temperatura:** fermentacja psychrofilowa (0–25 °C), mezofilowa (25–45 °C), termofilowa (45–60 °C).

- **Odczyn:** optymalny zakres dla większości przemian beztlenowych: pH=6,8–7,4; optymalny dla wytwarzania biogazu: pH=7,0–7,2.

- **Związki toksyczne:** m.in. lotne kwasy tłuszczowe, amoniak, kationy metali.
  działanie toksyczne danego związku uzależnione jest, w przypadku większości procesów biologicznych, od ilości stężenia oraz formy występowania określonej substancji.

- **Związki pokarmowe:** azot, związki węgla, fosfor, siarka, zapewniające zachowanie żywotności przez mikroorganizmy; dostęp do Na, Fe, Mg, Ca, K i innych metali warunkujących prawidłowy metabolizm bakterii; C:N optymalny, to 10:1–25:1.

Monitoring procesu fermentacji metanowej

- W skali technologicznej proces powinien być prowadzony pod stałym monitoringiem parametrów pracy komory fermentacyjnej oraz wskaźników jakości osadu.

- Do oceny prawidłowego przebiegu procesu służą następujące parametry: odczynu, stężenia związków inhibitujących (w szczególności kwasów tłuszczowych), zasadowości. Dwa ostatnie bardzo często jako LKT/Zasadowość, gdzie zasadowość (ilość węglanów i wodorowęglanów) wpływa na zdolność buforową środowiska (zdolność taką mogą zapewnić ustabilizowane osady ściekowe, wykorzystane jako inokulum). Wzrost LKT (kwas octowy, propionowy, masłowy) poprzedza spadek pH.

- Monitoring może w niektórych sytuacjach (badania laboratoryjne, pilotażowe/wstępne) dotyczyć również oceny parametrów mikrobiologicznych (m.in. aktywności enzymatycznej, liczebności komórek).

Kofermentacja

Właściwy dobór substratów w dużej mierze decyduje o sukcesie funkcjonowania biogazowni.

- W przypadku wykorzystywania metody kofermentacji możliwe jest wystąpienie tzw. efektu synergii, polegające za zwiększeniu produkcji metanu z mieszaniny substratów w stosunku ich potencjału metanogennego jako pojedynczych materiałów.

- W procesie kofermentacji możliwe jest wykorzystanie bioodpadów, które samodzielnie są trudnym materiałem do beztlenowego rozkładu np. z powodu niskiej suchej substancji lub substancji organicznej, zawartych w składzie związków inhibitujących. Przykładowo osady ściekowe często łączone są z odpadami rolno-spożywczymi; substraty promujące zakwaszanie (np. odpady owocowe, warzywne, cukiernicze i inne zawierające węglowodany) – z materiałami o zdolnościach buforujących typu obornik i osady ściekowe.

- Najważniejszymi parametrami, pozwalającymi dobrać proporcje do kofermentacji są: sucha masa, zawartość materii organicznej, stosunek węgla do azotu, pH (niemiecka norma VDI).

Dobierając substraty z uwzględnieniem ich składu chemicznego w odpowiednich proporcjach, możliwa jest realizacja stabilnej kofermentacji.

- Do tej pory nie opracowano założeń, które w sposób jednoznaczny i przystępny weryfikowałyby pracę biogazowni.

- Literatura przedmiotu potwierdza, że większość przeprowadzonych badań odnosi się do warunków laboratoryjnych – w większości prac nie uwzględnia się analizy pracy instalacji biogazowych, której wyniki w bezpośredni sposób przedkładają się na efekt ekonomiczny.

- Niższe wydajności produkcji biogazu/metanu w skali technicznej, w stosunku do wyników badań laboratoryjnych, wynikają z zakłóceń, jakie pojawiają się w instalacjach rzeczywistych. Zbyt duże straty w skali technicznej narażają właścicieli na ponoszenie dodatkowych, nieprzewidzianych kosztów związanych z zakupem dodatkowych substratów.

- W publikacji przedstawiono autorską metodykę definiowania współczynnika korekcji biochemicznego potencjału metanogennego (ang. *BMPCC*), na podstawie wyznaczonej konwersji biomasy w skali technicznej oraz w skali laboratoryjnej. Współczynnik *BMPCC* wprowadzono jako narzędzie umożliwiające nieskomplikowaną weryfikację pracy instalacji biogazowej, mającą prowadzić do podniesienia efektywności jej pracy oraz zapobiegania niepożądanym startom.

- Współczynnik korekcji biochemicznego potencjału metanogennego może służyć jako system diagnozujący instalację biogazową w określonym (wybranym) interwale czasowym. Może być również wykorzystany do weryfikacji biochemicznego potencjału metanogennego poszczególnych substratów.

energies

MDPI

Article

The Efficiency of Industrial and Laboratory Anaerobic Digesters of Organic Substrates: The Use of the Biochemical Methane Potential Correction Coefficient

Krzysztof Pilarski [1], Agnieszka A. Pilarska [2,*], Piotr Boniecki [1], Gniewko Niedbała [1], Karol Durczak [1], Kamil Witaszek [1], Natalia Mioduszewska [1] and Ireneusz Kowalik [1]

[1] Institute of Biosystems Engineering, Poznań University of Life Sciences, Wojska Polskiego 50, 60-637 Poznań, Poland; pilarski@up.poznan.pl (K.P.); bonie@up.poznan.pl (P.B.); gniewko.niedbala@up.poznan.pl (G.N.); kdurczak@up.poznan.pl (K.D.); kamil.witaszek@up.poznan.pl (K.W.); natalia.mioduszewska@up.poznan.pl (N.M.); ikowalik@up.poznan.pl (I.K.)

[2] Institute of Food Technology of Plant Origin, Poznań University of Life Sciences, Wojska Polskiego 31, 60-637 Poznań, Poland

* Correspondence: pilarska@up.poznan.pl; Tel.: +48-61-848-73-08

Received: 31 January 2020; Accepted: 9 March 2020; Published: 10 March 2020

check for updates

Abstract: This study is an elaboration on the conference article written by the same authors, which presented the results of laboratory tests on the biogas efficiency of the following substrates: maize silage (MS), pig manure (PM), potato waste (PW), and sugar beet pulp (SB). This article presents methane yields from the same substrates, but also on a technical scale. Apart from that, it presents an original methodology of defining the Biochemical Methane Potential Correction Coefficient (BMPCC) based on the calculation of biomass conversion on an industrial scale and on a laboratory scale. The BMPCC was introduced as a tool to enable uncomplicated verification of the operation of a biogas plant to increase its efficiency and prevent undesirable losses. The estimated BMPCC values showed that the volume of methane produced in the laboratory was overestimated in comparison to the amount of methane obtained under technical conditions. There were differences observed for each substrate. They ranged from 4.7% to 17.19% for MS, from 1.14% to 23.58% for PM, from 9.5% to 13.69% for PW, and from 9.06% to 14.31% for SB. The BMPCC enables estimation of biomass under fermentation on an industrial scale, as compared with laboratory conditions.

Keywords: laboratory-scale efficiency; industrial-scale efficiency; biomass conversion; Biochemical Methane Potential Correction Coefficient; loss prevention

1. Introduction

The intensive development of agriculture causes an increase in the supply of organic waste. Waste matter disposal technologies are often based on the anaerobic digestion (AD) process, which takes place in biogas plants. In order to increase the efficiency of the installation, plants with high content of organic matter are added as a substrate [1,2]. Target crops are grown for this purpose—mainly maize and grass, which are used to produce silages [3]. Animal waste [4,5] and food waste [6,7] are also used as substrates. Biogas plants produce biogas, which is classified as a source of renewable energy because it contains methane. The resulting gas, which is an energy carrier, can be easily converted into electricity and heat.

The AD process is one of the most adequate and prospective methods of organic waste disposal and it is also a source of biofuel [8,9]. However, the process must be economically viable and stable. The main factors which affect AD-process efficiency are as follows: the chemical composition of the substrates, pH, temperature, the substrates mixing process, dry residue, the content of organic matter

Metodyka wyznaczania BMPCC

W pierwszym etapie wyznaczono wydajności biogazowe substratu wyrażona w [$m^3 \cdot Mg^{-1}$ś.m.], w warunkach laboratoryjnych. Równolegle prowadzono pomiar składu biogazu takich związków chemicznych, jak: CH_4, CO_2 (stężenia NH_3 i H_2S były pomijane). Następnie wyliczono objętość metanu na podstawie składu biogazu. W kolejnym etapie wyznaczono masę metanu zawartego w biogazie w warunkach laboratoryjnych (masa metanu w biogazie w warunkach laboratoryjnych uzyskana ze świeżej masy substratu – MMB-L). Trzeci etap polegał na wykonaniu analiz pod kątem: suchej pozostałości, strat prażenia i wyznaczenie zawartości węgla, wodoru, tlenu i azotu oraz siarki w badanym substracie. Następnie wyliczono, zgodnie z zasadą zachowania masy, możliwą do otrzymania teoretyczną ilość metanu, znając zawartości C, H, O, N i S (teoretyczna masa metanu – TMM). W czwartym kroku wyliczono konwersję materii organicznej zawartej w biomasie w warunkach laboratoryjnych (konwersja materii organicznej w warunkach laboratoryjnych KMO-L) – laboratoryjny stopień konwersji biomasy), ze wzoru (1):

$$\boldsymbol{KMO - L = \frac{MMB-L}{TMM}} \quad (1)$$

Piąty etap polegał na wyliczeniu konwersji materii organicznej zawartej w biomasie w warunkach pracy instalacji (konwersja materii organicznej w instalacji – techniczny stopień konwersji biomasy KMO-I), ze wzoru (2):

$$\boldsymbol{KMO - I = \frac{MMB-I}{TMM}} \quad (2)$$

Ostatnim etapem było wyznaczenie współczynnika korekcji biochemicznego potencjału metanogennego każdego substratu, jako stosunku masy metanu uzyskanej w wyniku pracy instalacji, do uzyskanej masy metanu w warunkach laboratoryjnych, ze wzoru (3):

$$\boldsymbol{WKBPM = 100 - \frac{KMO-I}{KMO-L} \cdot 100} \quad (3)$$

2.6. Qualitative and Quantitative Analysis of Biogas

The quality and quantity of the biogas produced was analysed once a day. In order to make effective measurements of the biogas quality, a minimum quantity of 0.4 L had to be produced daily. When a smaller amount of biogas was produced, the chemical composition was not analysed. The measurement methodology was adopted from the German standard DIN 38414/S8, which was modified by the author in order to reduce measurement errors [35]. The qualitative composition of biogas was analysed by measuring the content of CH_4, CO_2, NH_3, and H_2S.

The quality and quantity of the biogas produced in the installation under real conditions was based on the measuring systems in place. These systems were permanently installed and met the German standard DIN 38414/S8. There were no breakdowns during the entire period under study. When estimating the uncertainty of measurement in this article, the procedures followed Polish standards and German standard [35–37].

2.7. Biochemical Methane Potential Correction Coefficient (BMPCC)—Calculation Methodology Based on

First, the yield of biogas from the substrate was measured ($m^3 \cdot Mg^{-1}$ fresh matter (FM)) in a laboratory. Simultaneously, the composition of biogas was analysed by measuring the content of CH_4 and CO_2 (the concentrations of NH_3 and H_2S were omitted). Then, the biogas composition was used to calculate the volume of methane. At the next stage, the mass of methane contained in the biogas was measured under laboratory conditions (the mass of methane in the biogas obtained from the fresh matter of the substrate under laboratory conditions, MMB-L). The third stage involved analysing the substrate for dry residue, roasting losses, and the content of carbon, hydrogen, oxygen, nitrogen, and sulphur. Then, knowing the content of C, H, O, N, and S, the amount of methane that could theoretically be obtained was calculated (theoretical methane mass, TMM) according to the principle of mass conservation.

The fourth stage involved calculation of the conversion of organic matter contained in the biomass under laboratory conditions (conversion of organic matter under laboratory conditions—the laboratory degree of biomass conversion, COM-L). The following Equation (1) was used:

$$\mathrm{COM - L} = \frac{\mathrm{MMB - L}}{\mathrm{TMM}}. \quad (1)$$

The fifth stage involved calculation of the conversion of organic matter contained in the biomass under the operating conditions of the installation (conversion of organic matter in the installation—the industrial degree of biomass conversion, COM-I). The following Equation (2) was used:

$$\mathrm{COM - I} = \frac{\mathrm{MMB - I}}{\mathrm{TMM}}. \quad (2)$$

At the last stage, the BMPCC of each substrate was calculated as the ratio between the mass of methane produced in the installation and the mass of methane produced under laboratory conditions. The following Equation (3) was used:

$$\mathrm{BMPCC} = 100 - \frac{\mathrm{COM - I}}{\mathrm{COM - L}} \times 100. \quad (3)$$

Dziękuję za uwagę

pilarska@up.poznan.pl

Biogazownia w gospodarstwie Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu w Przybrodzie o mocy 0,5 MW.