

MIKROTECHNOLOGIE BIOGAZOWE JAKO INNOWACYJNE NARZĘDZIE STYMULOWANIA ROZWOJU LOKALNEGO

Perspektywy aplikacyjne
w województwie łódzkim

Centrum Badań i Innowacji
PRO-AKADEMIA



PAN

POLSKA AKADEMIA NAUK



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



Łódzkie

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Publikacja powstała w ramach projektu „Bioenergia dla Regionu – Zintegrowany Program Rozwoju Doktorantów”
Projekt i publikacja współfinansowane ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego
Publikacja bezpłatna
Łódź 2012

RECENZENCI: prof. dr hab. inż. **Stanisław Ledakowicz**, prof. dr hab. **Marek Górski**,
dr **Piotr Korzeniowski**

REDAKCJA NAUKOWA: dr **Ewa Kochańska**

AUTORZY: mgr inż. **Anna Kacprzak**, Politechnika Łódzka, Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska
mgr inż. **Karina Michalska**, Instytut Włókiennictwa, Łódź; Politechnika Łódzka, Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska
dr **Ewa Kochańska**, Centrum Badań i Innowacji Pro-Akademia
mgr **Monika Staniszevska**, Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny; Centrum Badań i Innowacji Pro-Akademia
mgr **Magdalena Łysek**, Uniwersytet Łódzki, Wydział Prawa i Administracji
mgr **Paweł Grabowski**, Uniwersytet Łódzki, Wydział Prawa i Administracji

PRZEPROWADZENIE BADANIA I OPRACOWANIE WYNIKÓW:

mgr **Dorota Michalak**, Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny
mgr **Stanisław Aleksandrów**, Centrum Badań i Innowacji Pro-Akademia
mgr **Marcin Dudojć**, Centrum Badań i Innowacji Pro-Akademia

KONSULTACJA TECHNOLOGII:

mgr **Joanna Felczak**, absolwentka Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, związana z firmą Agrogaz Sp. z o.o., współrealizatorka projektu biogazowni w Liszkowie oraz biogazowni Buczek i Szarlej

OPRACOWANIE REDAKCYJNE: **Bogusława Kwiatkowska**

© Copyright by Centrum Badań i Innowacji Pro-Akademia, 2012

© Copyright for this edition by Oddział Polskiej Akademii Nauk w Łodzi, 2012

Opinie przedstawione w publikacji przez pracowników urzędów lub instytucji publicznych stanowią prywatne poglądy i nie mogą być w żaden sposób traktowane jako oficjalna (urzędowa) wykładnia tekstu prawnego dokonywana w imieniu organu administracji publicznej.

Pro-Akademia ISBN 978-83-63704-04-9

PAN ISBN 978-83-86492-67-1

Spis treści

I. Wprowadzenie (<i>Ewa Kochańska</i>).....	5
1. Abstrakt.....	6
2. Słowa kluczowe i skróty.....	7
II. Technologia produkcji biogazu na bazie odpadów organicznych jako narzędzie tworzenia przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw rolno-spożywczych (<i>Ewa Kochańska</i>).....	10
1. Uwarunkowania procesowe i ekonomiczne rozwoju technologii biogazowych.....	10
2. Kierunki rozwoju biogazowni w Polsce.....	16
III. Diagnoza potencjału województwa łódzkiego dla produkcji biogazu na bazie odpadów rolno-spożywczych (<i>Ewa Kochańska</i>)	20
IV. Analiza wyników badania potencjału przedsiębiorstw rolno-spożywczych w zakresie implementacji mikrotechnologii biogazowych (<i>Paweł Grabowski, Anna Kacprzak, Karina Michalska</i>).....	23
1. Cel i uzasadnienie podjętych badań. Aspekty ekonomiczne, środowiskowe i prawne.....	23
2. Podsumowanie badania (<i>Ewa Kochańska, Dorota Michalak, Stanisław Aleksandrow</i>).....	26
3. Wnioski wynikające z przeprowadzonej analizy	38
4. Analiza SWOT dla budowania mikroinstalacji biogazowych na bazie przemysłowych odpadów biodegradowalnych w województwie łódzkim	40
V. Technologie biogazowe (<i>Anna Kacprzak, Karina Michalska, Joanna Felczak</i>)	42
1. Wprowadzenie do technologii fermentacyjnych	43
2. Przebieg procesu produkcji biogazu.....	44
3. Dostępność i charakterystyka surowców w regionie łódzkim.....	62
4. Uwarunkowania lokalizacji mikrobiogazowni bazujących na przemysłowych odpadach organicznych	69
5. Potencjalne lokalizacje instalacji biogazowych w województwie łódzkim.....	75
6. Technologia	83
7. Koszty mikrobiogazowni.....	86

VI. Ocena oddziaływania na środowisko biogazowni (<i>Paweł Grabowski</i>)	90
1. Podstawy prawne i definicje	91
2. Instytucja oceny oddziaływania na środowisko	94
3. Kwalifikacja biogazowni do przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, warunkująca ocenę oddziaływania na środowisko	97
4. Właściwa ocena oddziaływania na środowisko biogazowni	102
5. Efekt ekologiczny biogazowni	115
VII. Problematyka akceptacji społecznej dla inwestycji ingerujących w środowisko naturalne w kontekście idei zrównoważonego rozwoju i programu rozwoju technologii biogazowych w Polsce (<i>Monika Staniszevska, Magdalena Łysek</i>)	121
1. Idea zrównoważonego rozwoju a odnawialne źródła energii	123
2. Akceptacja społeczna dla odnawialnych źródeł energii	125
3. Budowanie społecznego poparcia dla biogazowni	127
4. Społeczeństwo obywatelskie	132
5. Działania promocyjno-edukacyjne	134
6. Podsumowanie	137
Bibliografia	138

I. Wprowadzenie

Zrównoważony rozwój regionalny oznacza permanentne, utrzymujące się w czasie pozytywne zmiany gospodarcze, społeczne i środowiskowe, stymulowane przez wiele niezależnych i niepowiązanych ze sobą podmiotów, lecz integrowanych przez samorząd lokalny w kierunku zapewnienia spójności terytorialnej i efektywnego wykorzystania zasobów endogenicznych.

Dla rozwoju regionalnego na poziomie lokalnym liczą się obecnie przede wszystkim wiedza, innowacyjność, przedsiębiorczość i kapitał społeczny, czyli zdolność do tworzenia sieci współpracy. Niebagatelne znaczenie mają też lokalna przedsiębiorczość i efektywne gospodarowanie zasobami środowiskowymi i energią.

Problematyka rozwoju technologii produkcji biogazu na bazie odpadów biodegradowalnych jest przykładem innowacyjnego rozwiązania technologicznego, organizacyjnego i marketingowo-edukacyjnego.

Innowację technologiczną stanowi oryginalne rozwiązanie inżynierskie, wypracowane przez młodych naukowców, odróżniające się od typowych, znanych technologii biogazowych rozmiarami generatora i wsadem organicznym. Technologia dostosowana jest do skali produkcji odpadów średniej wielkości mleczarni lub ubojni, uzupełnionych przez lokalne odpady komunalne. Wyprodukowany biogaz jako nośnik energii może zostać przekształcony w energię elektryczną, ciepło bądź chłód lub uszlachetniony do postaci CBG i wykorzystywany jako paliwo samochodowe.

Podstawą niniejszego opracowania jest innowacyjna technologia wytwarzania biogazu, oparta na założeniu, że głównym źródłem pozyskiwania surowca do produkcji biogazu będą odpady organiczne, powstające w procesach produkcyjnych w przedsiębiorstwach rolno-spożywczych, uzupełnione o komunalne odpady organiczne, pochodzące głównie z gospodarstw domowych, restauracji, cateringu, a także organiczne odpady pochodzące z gospodarstw rolnych: obornik, kiszonka itp.

Innowacja organizacyjna w przypadku wdrożenia mikrorozwiązań biogazowych polega na stworzeniu lokalnego systemu logistycznego, na który składają się funkcje pozy-

skiwania i produkcji oraz dostaw odpadów organicznych do instalacji biogazowej, a także odbioru niektórych produktów, powstających jako uboczny rezultat procesów wytwarzania i wykorzystania biogazu na cele energetyczne.

Innowacja marketingowa i edukacyjna wiąże się z wypracowaniem zestawu instrumentów rynkowych, dzięki którym możliwe jest redystrybuowanie korzyści z funkcjonowania mikrobiogazowni, a także budowanie pozytywnego wizerunku wszystkich aktorów, zaangażowanych w jej funkcjonowanie.

Jednocześnie wszystkie wyżej wymienione aspekty rozwoju lokalnego mają charakter *spill-over*, co oznacza efekt rozlewania się i generowania daleko idących zmian, a także kolejnych przedsięwzięć technologicznych, gospodarczych i społecznych.

W odróżnieniu od innych rozwiązań, bazujących na odnawialnych źródłach energii, technologie biogazowe jako jedyne potrzebują szerokiej współpracy pomiędzy niemal wszystkimi aktorami życia społeczno-gospodarczego na poziomie gminy. Każda z grup: przedsiębiorcy, administracja publiczna, szkoły i uczelnie, instytuty naukowo-badawcze, organizacje pozarządowe, a nawet media ma do spełnienia ważną rolę i jednocześnie każdy z tych kręgów odnosi bezpośrednie korzyści.

Dzięki sprawnej lokalnej kooperacji w przekształcaniu odpadów w cenne paliwo energetyczne, innowacyjność ma szansę „rozlać się” na inne dziedziny życia społeczno-gospodarczego.

1. Abstrakt

Artykuł porusza tematykę rozwoju lokalnego w oparciu o innowacyjne mikrotechnologie produkcji biogazu, których rdzeń stanowią poprodukcyjne odpady organiczne, powstające w zakładach rolno-spożywczych. Zasadniczy surowiec dla produkcji biogazu, pochodzący z odpadów poprodukcyjnych może i powinien być uzupełniony wyselekcjonowanymi odpadami komunalnymi oraz obornikiem. Wokół mikrobiogazowni przemysłowych w sposób naturalny powinna być budowana lokalna sieć logistyczna producentów i dostawców odpadów biodegradowalnych, a także sieć odbiorców ubocznych produktów procesów biogazowych, tj. nawozów dla rolnictwa, ogrodnictwa czy sadownictwa. Tak pomyślane technologie mikrobiogazowe mają zarazem atuty komercyjne, istotne dla przedsiębiorstw oraz są stymulantami rozwoju lokalnego.

6 W niniejszej monografii wykorzystano wyniki badania potencjału województwa łódzkiego przeprowadzonego pod kątem wdrożenia innowacyjnych, autorskich technolo-

gii produkcji biogazu rolno-spożywczego w konkretnych lokalizacjach na terenie regionu, opracowanych przez młodych łódzkich naukowców, w ramach projektu „Bioenergia dla Regionu – Zintegrowany Program Rozwoju Doktorantów”.

W badaniu potencjału województwa dla wdrożenia mikrotechnologii biogazowych uczestniczyli doktoranci z Politechniki Łódzkiej, Instytutu Włókiennictwa, Uniwersytetu Łódzkiego oraz eksperci Centrum Badań i Innowacji *Pro-Akademia*.

2. Słowa kluczowe i skróty

Mikrotechnologie biogazowe, energia z odpadów, zrównoważony rozwój lokalny, gospodarka oparta o wiedzę, innowacje technologiczne, organizacyjne i marketingowe, zasoby endogeniczne, metanizacja, biogazownie utylizacyjne, odpady biodegradowalne, odpady przemysłowe, odpady z sektorów przetwórstwa rolno-spożywczego (w tym mleczarskie), zagospodarowanie odpadów, mikrobiogazownie, lokalne systemy ciepłownicze (grzewcze), odnawialne źródła energii, *food waste*, ocena oddziaływania biogazowni na środowisko, lokalizowanie biogazowni, prosumenci, biogazownia rolnicza, społeczeństwo obywatelskie, akceptacja społeczna, region łódzki, substraty do produkcji biogazu, dostępność substratów w regionie łódzkim, technologie fermentacyjne, efekt ekologiczny biogazowni.

ARiMR	Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa
BDR	Bank Danych Regionalnych
BIP	Biuletyn Informacji Publicznej
CATI	Computer Assisted Telephone Interview
CNG	Compressed Natural Gas
CBG	Compressed BioNatural Gas
CSTR	Continuous Stirred Tank Reactor
Dyrektywa 2011/92/UE	Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2011/92/UE z dnia 13 grudnia 2011 r. w sprawie oceny skutków wywieranych przez niektóre przedsięwzięcia publiczne i prywatne na środowisko
Dz. U.	Dziennik Ustaw
Dz. Urz. UE	Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej
EC BREC IEO	Instytut Energetyki Odnawialnej

EFRR	Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego
ETS	Europejski Trybunał Sprawiedliwości, Trybunał Sprawiedliwości Unii Europejskiej
EWG	Europejska Wspólnota Gospodarcza
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GIS	Green Investment Scheme (System zielonych inwestycji)
HRT	Hydraulic Retention Time (Hydrauliczny czas zatrzymania)
IDI	In Depth Interviews (wywiady)
IIED	Międzynarodowy Instytut Środowiska i Rozwoju
IFAD	Międzynarodowy Fundusz Rozwoju Rolnictwa
JST	Jednostka samorządu terytorialnego
k.p.a.	ustawa z 14 czerwca 1960 r. – Kodeks postępowania administracyjnego (tekst jedn.: Dz. U. z 2000 r., nr 98, poz. 1071 ze zm.)
KAPE	Krajowa Agencja Poszanowania Energii
KE	Komisja Europejska
M.P.	Monitor Polski
MF	Ministerstwo Finansów
MG	Ministerstwo Gospodarki
MGPiPS	Ministerstwo Gospodarki, Pracy i Polityki Socjalnej
MRiRW	Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi
MSP	Małe i średnie przedsiębiorstwa
MŚ	Ministerstwo Środowiska
NFOŚiGW	Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
NREAP	National Renewable Energy Action Plan
OiŚ	„Odpady i Środowisko”
OJ	Official Journal of the European Communities (Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej)
ONZ	Organizacja Narodów Zjednoczonych
OZE	Odnawialne Źródła Energii
PE	Parlament Europejski
PiŚ	„Prawo i Środowisko”
PKB	Produkt Krajowy Brutto
PKD	Polska Klasyfikacja Działalności
POIiŚ	Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko

PPP	Partnerstwo publiczno-prywatne
RM	Rada Ministrów
RPO	Regionalny Program Operacyjny
RPO WŁ	Regionalny Program Operacyjny Województwa Łódzkiego
SDS	Sustainable Development Strategy – Strategia Zrównoważonego Rozwoju
SWOT	S (<i>Strengths</i>) W (<i>Weaknesses</i>) O (<i>Opportunities</i>) T (<i>Threats</i>)
TFUE	Traktat o funkcjonowaniu Unii Europejskiej, tekst wersji skonsolidowanej opublikowany Dz. Urz. UE, wydanie polskie C 15 z 9 maja 2008 r., s. 47–361
TGE	Towarowa Giełda Energii
TWE	Traktat ustanawiający Europejską Wspólnotę Gospodarczą (Dz. U. z 2004 r., nr 90, poz. 864/2 – tekst pierwotny)
UNEP	United Nations Environmental Programme – Program Środowiskowy Organizacji Narodów Zjednoczonych
Ustawa o odpadach	ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (tekst jedn.: Dz. U. z 2010 r. nr 185, poz. 1243 ze zm.)
Ustawa Prawo energetyczne	ustawa z dnia 10.04.1997 r. – Prawo energetyczne (tekst jedn.: Dz. U. z 2006 r., nr 89, poz. 625 ze zm.)
Ustawa ooś	ustawa 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 (Dz. U., nr 199, poz. 1227)
UE	Unia Europejska
UKFiT	Urząd Kultury Fizycznej i Turystyki
UNEP	United Nations Environmental Programme (Program Środowiskowy Organizacji Narodów Zjednoczonych)
URE	Urząd Regulacji Energetyki
WFOŚiGW	Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
WIOŚ	Wojewódzki Inspektor Ochrony Środowiska
WSA	Wojewódzki Sąd Administracyjny
VS	<i>volatile solids</i> – sucha masa organiczna

II. Technologia produkcji biogazu na bazie odpadów organicznych jako narzędzie tworzenia przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw rolno-spożywczych

1. Uwarunkowania procesowe i ekonomiczne rozwoju technologii biogazowych

Zainteresowanie produkcją biogazu ludzkość wykazuje od bardzo dawna: najwcześniejsze zapiski o wykorzystywaniu biogazu pochodzą z Asyrii z X w. przed Chrystusem. Pierwsza instalacja biogazowa została zbudowana w 1859 r. w Bombaju (Indie) w kolonii trędowatych, a w roku 1895 w Exeter użyto biogazu do oświetlania ulic. Biogaz jako paliwo transportowe został po raz pierwszy wykorzystany przez armię niemiecką podczas II wojny światowej.

Produkcja energii elektrycznej z biogazu w EU-27 w roku 2009 wynosiła 25,2 TWh (Eurobserv'ER 2009). Największymi producentami są Niemcy (51,5toe/1000 mieszkańców), Wielka Brytania (27,8toe/1000 mieszkańców), Luksemburg (24,5toe/1000 mieszkańców), Austria (19,7toe/1000 mieszkańców), Dania (18,0toe/1000 mieszkańców) i Szwecja (11,7toe/1000 mieszkańców). Polska zajmuje 22 miejsce z produkcją 2,6toe/1000 mieszkańców, podczas gdy średnia europejska wynosi 16,7toe/1000 mieszkańców.

Istnieją trzy główne kanały pozyskiwania surowców do produkcji biogazu:

- 1) biogaz wysypiskowy – proces przekształcania go w biogaz nosi nazwę pasywnej metanizacji (*passive methanization*);
- 2) organiczne odpady komunalne i przemysłowe;
- 3) plantacje roślin energetycznych, dedykowane procesom metanizacji z udziałem odpadów z gospodarstw rolnych i domowych.

Szczególną rolę przypisuje się odpadom organicznym. Jak określono w dyrektywie ramowej w sprawie odpadów (2008/98/CE), zaktualizowanej w 2008 r., termin „odpady organiczne” obejmuje odpady organiczne pochodzące z ogrodów i parków, odpady spo-

żywcze i kuchenne z gospodarstw domowych, restauracji, cateringu, sieci dystrybucyjnych i porównywalne odpady z zakładów przetwórstwa spożywczego. Termin ten należy odróżnić od „odpady ulegające biodegradacji”, który obejmuje inne odpady biodegradowalne, takie jak drewno, papier, tektura, ścieki i osady [90].

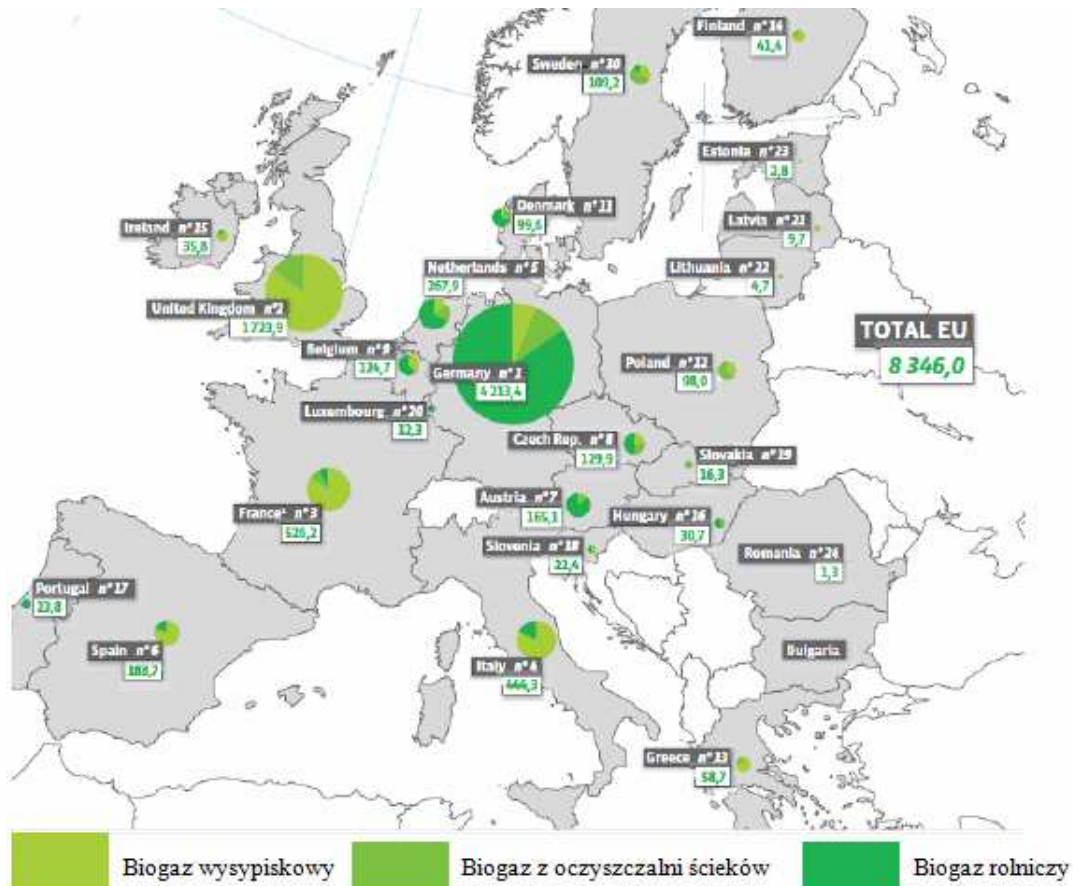
Biogaz służy do produkcji energii elektrycznej, zazwyczaj w skojarzeniu z produkcją ciepła lub chłodu, a także, wzbogacony, stanowi alternatywne paliwo dla transportu. Samochody zasilane biometanem generują mniejszą emisję spalin, bo metan spala się całkowicie i ma wyższą wartość opałową (55,5 MJ/kg) niż benzyna (43–45 MJ/kg), olej napędowy (43 MJ/kg) czy LPG (50,4 MJ/kg), a także charakteryzują się niższym poziomem hałasu, ponieważ proces spalania przebiega łagodniej niż w samochodach napędzanych benzyną czy ropą.

Uszlachetnienie biogazu do parametrów zbliżonych do gazu ziemnego i stosowanie go jako jego zamiennik – przede wszystkim jako gaz sieciowy oraz jako paliwo samochodowe – CNG (ang. Compressed Natural Gas) – sprężony gaz ziemny, a ściślej, sprężony biometan, czyli bio-CNG – CBG (ang. Compressed BioNatural Gas) – jest coraz bardziej popularne. CBG i CNG mogą być używane w takich samych pojazdach, a także przechowywane i dystrybuowane przez ten sam system tankowania, tak więc ich stosowanie i podaż mogą się wzajemnie wspierać.

Instalacje służące do wytwarzania biogazu i przeznaczania go na cele energetyczne lub produkcję paliwa do samochodów, zastępującego paliwa ropopochodne, powstają od przeszło 20 lat w całej Unii Europejskiej, a szczególnie w Niemczech, Wielkiej Brytanii, Szwecji oraz Danii.

Jak widać z poniższej mapy, wypracowane modele produkcji biogazu znacznie się różnią; technologie niemieckie i holenderskie bazują przede wszystkim na produktach rolniczych, w tym na dedykowanych biogazowniom uprawach roślin posiadających wysokie parametry tzw. metanizacji, a także odpadach z produkcji rolnej i hodowlanej. Warto zwrócić uwagę, że podobny trend – przeznaczanie gruntów ornych pod produkcję roślin na cele energetyczne – można zaobserwować w Chinach, Stanach Zjednoczonych, a także w Afryce Subsaharyjskiej, gdzie w procesie przejmowania potężnych arealów ziemi głównie przez Chiny i kraje Zatoki Perskiej [16] powstają plantacje energetyczne i dokonuje się ustanawianie nowego, światowego „ładu energetycznego” [89].

W Wielkiej Brytanii, Francji, Włoszech i Hiszpanii produkcja biogazu opiera się o gaz wysypiskowy, a w Austrii – o gaz pochodzący z oczyszczania ścieków komunalnych [68].

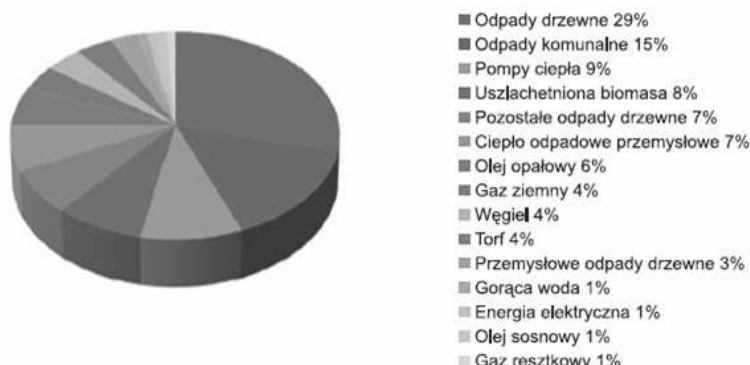


Mapa 1. Produkcja biogazu w UE z uwzględnieniem charakteru dominujących substratów

Źródło: oprac. własne na podstawie EuroObservEr 2010.

Inaczej do technologii produkcji biogazu podchodzą kraje skandynawskie, gdzie lansuje się wewnętrzną politykę energetyczną, opartą o odnawialne źródła energii, wśród których całkowicie nową rolę przypisuje się gospodarce odpadami. W Szwecji o odpadach nie myśli się jak o śmieciach, kłopotach i problemach, lecz odpady traktuje się jak wartościowe paliwo.

Prowadzona w Szwecji na szeroką skalę segregacja odpadów u źródła sprawia, że 45% produkowanych odpadów wykorzystywanych jest do recyklingu, a pozostałych 55% stanowi źródło energii elektrycznej i ciepłej.

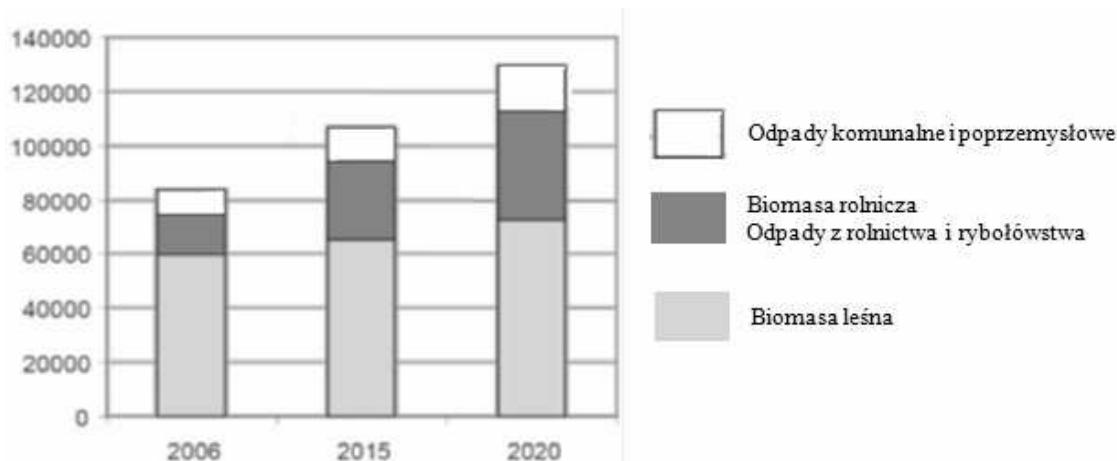


Wykres 1. Struktura bilansu źródeł energii dla produkcji ciepła w Szwecji w roku 2009

Źródło: Gunnar Haglund, Czysta Energia 11/2009.

Produkcja biogazu ma tę zaletę, że łączy dwie unijne polityki: dotyczącą energii odnawialnej oraz politykę w zakresie zarządzania odpadami organicznymi. Celem obu polityk jest zwiększenie efektywności w gospodarce odpadami; z jednej strony chodzi o zmniejszenie ilości odpadów ulegających biodegradacji, wywożonych na wysypiska, recykling i odzysk odpadów, a z drugiej – o zwiększenie udziału energii ze źródeł innych niż kopalne w bilansie energetycznym państw członkowskich.

Powyższe polityki, ale też struktura produkowanych odpadów skłaniają do produkcji biogazu. Zakłada się, że ilość energii z odpadów organicznych i biomasy będzie wzrastać: na rok 2015 i 2020 prognozowane są niewielkie przyrosty wolumenu biomasy leśnej, przeznaczonej na cele energetyczne, ale już prawie podwojenie ilości organicznych odpadów z przemysłu i potrojenie biomasy pochodzenia rolniczego. Zważywszy na fakt, że nie ulegną obiektywnemu zwiększeniu ilości odpadów z produkcji rolno-spożywczej i z gospodarstw rolnych, to z powyższych prognoz płynie informacja, że nastąpi radykalna zmiana w traktowaniu odpadów organicznych i te zmniejszające się ilości odpadów będą skrupulatnie poddawane procesom przekształcania ich w energię.

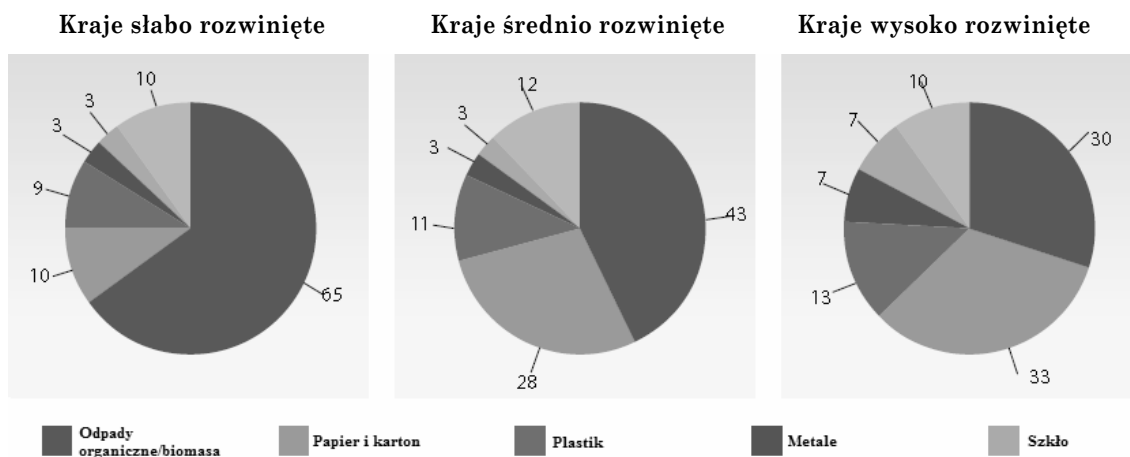


Wykres 2. Pierwotna energia z odpadów i biomasy – scenariusz rozwojowy UE na lata 2015 i 2020

Źródło: J. Gołaszewski, *Modelowe kompleksy agroenergetyczne jako przykład kogeneracji rozproszonej opartej na lokalnych i odnawialnych źródłach energii*, DG Energy, 24 NREAPs.

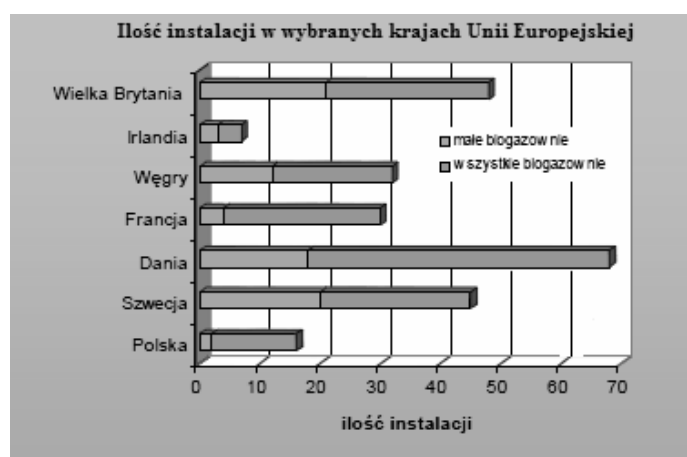
Tak sformułowane założenia i prognozy dla pozyskiwania energii z odpadów organicznych muszą uwzględniać fakt, że ilość biomasy i ilość odpadów organicznych zmniejsza się wraz z postępem cywilizacyjnym, co pokazuje wykres 2. Już dziś niektóre kraje europejskie, które rozwinęły technologie przekształcania odpadów na cele energetyczne cierpią na niedostatek masy odpadowej. Do Szwecji sprowadzane są śmieci m.in. z norweskiej stolicy naftowej Stavanger i z Neapolu, w ilości około miliona ton rocznie, za około 90 euro za tonę [115].

Poniższy wykres pokazuje dwie ważne zależności: biomasa i odpady organiczne stanowią znaczącą część masy odpadów produkowanych przez gospodarki wszystkich krajów, niezależnie od stopnia ich rozwoju i poziomu PKB. Najwięcej odpadów organicznych produkują kraje słabo rozwinięte, najmniej państwa uprzemysłowione o wysokim poziomie dochodów. Im wyższy poziom rozwoju, tym mniejsza ilość biomasy i odpadów organicznych pojawia się w krajowym wolumenie odpadów. Jednocześnie można zauważyć, że tak jak ze wzrostem PKB maleje ilość odpadów organicznych, tak zwiększa się ilość makulatury.



Wykres 3. Struktura produkowanych odpadów w zależności od stopnia rozwoju i wielkości dochodu narodowego

Źródło: Green Economy, United Nations Environment Programme, Washington 2011.



Wykres 4. Ilość instalacji w wybranych krajach Unii Europejskiej

Źródło: A. Oniszk-Popławska, *Mikrobiogazownie rolniczo-techniczne, ekonomiczne i prawne możliwości rozwoju w Polsce*, IEO, EC BREC, Warszawa 2011.

Oznacza to, że technologie przeznaczone do produkcji biogazu, bazujące na biomase twardziej i odpadach organicznych powinny już na wstępie zawierać komponenty umożliwiające łączenie frakcji organicznej z papierem i kartonem.

Tak jak różne kraje europejskie oparły produkcję biogazu o zróżnicowane źródła, co pokazano na mapie 1, także różne są preferencje, co do wielkości instalacji biogazowych. W Wielkiej Brytanii i Szwecji małe biogazownie stanowią około połowę wszystkich przedsięwzięć, ale już w Danii, Francji małe instalacje są w zdecydowanej mniejszości. Równie niewiele małych biogazowni powstało w Polsce i są to wyłącznie biogazownie rolnicze.

2. Kierunki rozwoju biogazowni w Polsce

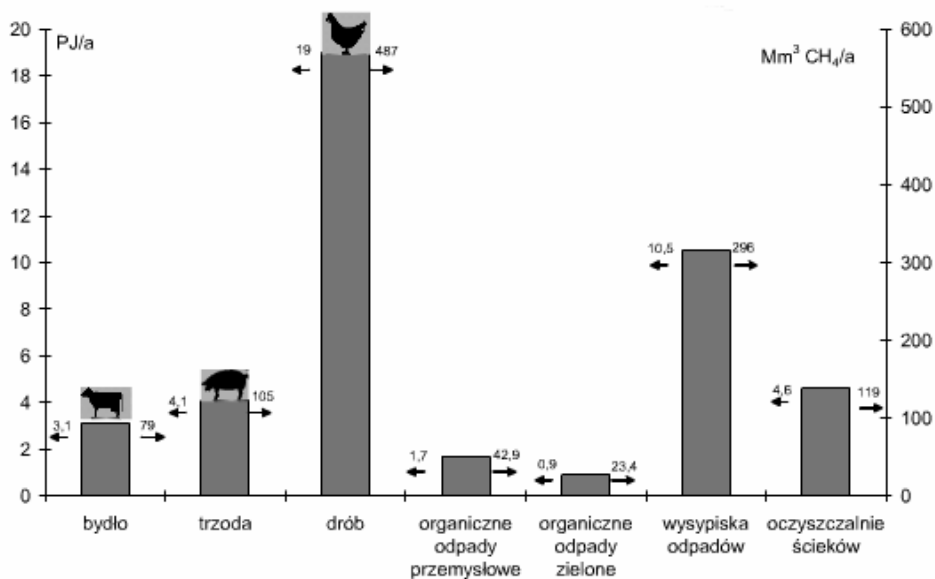
1. Całkowita produkcja energii pierwotnej z biogazu w Polsce w 2009 r. wynosiła 188 TJ. Produkcja energii elektrycznej z biogazowni w tym samym roku 21,7 GWh, natomiast produkcja ciepła – 80 TJ [Źródło: GUS 2010].

2. Całkowity potencjał (teoretyczny, techniczny, ekonomiczny) biogazu w Polsce na 2020 r. został opisany w poniższych dokumentach i opracowaniach [84], [118]:

- w przyjętym przez Radę Ministrów w 2010 r. dokumencie programowym „Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce w latach 2010–2020” potencjał teoretyczny oszacowano na 5 mld m³ biogazu rocznie, realny potencjał oparty na produktach ubocznych rolnictwa i przemysłu rolno-spożywczego – 1,7 mld m³ biogazu rocznie (850 ktoe, 35,6 PJ);
- w przyjętej przez Radę Ministrów w 2009 r. „Polityce energetycznej Polski do 2030 roku” zapotrzebowanie na energię finalną z biogazu w Polsce do 2020 r. określono sumarycznie dla energii elektrycznej i ciepła na 847,6 ktoe (35,5 PJ) – odpowiednik 1,2% w zużyciu energii finalnej.

3. Bez wątplenia sektor biogazu ma niewykorzystane zdolności rozwojowe. Poniżej, na wykresie 5 został poglądowo przedstawiony potencjał wsadu surowców – odpadów organicznych dla produkcji biogazu. Wynika z niego, że najbardziej perspektywiczne są sektory przetwórstwa mięsnego, tj. drobiarstwo, hodowla i zakłady przetwórcze mięsa wieprzowego i wołowego.

W Polsce działa obecnie (stan na dzień 15.05.2012, dane Ministerstwa Gospodarki) około 160 biogazowni, większość wytwarza energię elektryczną i ciepło, niektóre tylko ciepło. Struktura polskich instalacji biogazowych w odniesieniu do źródła substratów wykazuje zdecydowaną przewagę dużych zakładów kogeneracyjnych, zlokalizowanych na wysypiskach śmieci i w oczyszczalniach ścieków. Z charakteru i pochodzenia substratów wynika, że inwestorami były podmioty publiczne.



Wykres 5. Potencjał wsadu surowców dla produkcji biogazu

Źródło: EC BREC/IMBER 2004.

Tabela 1

Produkcja energii elektrycznej w układzie kogeneracyjnym

Lokalizacja instalacji biogazowej	Ilość w 2008	Ilość w 2009	Moc zainstalowana w 2009
Na wysypiskach śmieci	66	73	40,60 MW
W oczyszczalniach ścieków	35	46	23,99 MW
Biogazownie rolnicze	3	6	7,25 MW
Razem	104	125	71,84 MW

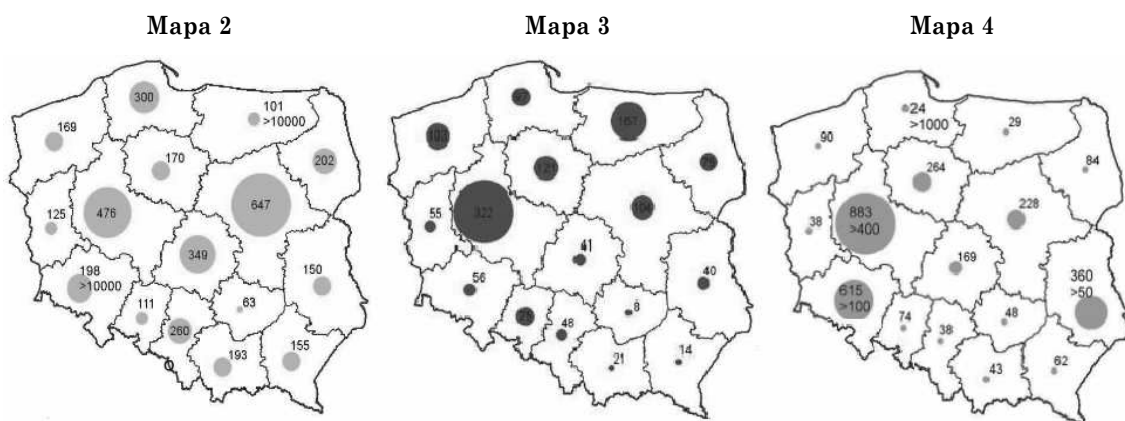
Źródło: oprac. własne na podstawie M. Rogulska, E. Gańko, *Rozwój biogazowni w Polsce*, VI Forum Klastra Bioenergia dla Regionu, Łódź 2010.

Jak widać z powyższej tabeli, pod koniec 2009 r. w Polsce pracowało 125 instalacji biogazowych, lecz wśród nich nie ma instalacji dedykowanych przemysłowym odpadom organicznym.

Potencjał dla wytwarzania biogazu bezpośrednio przez zakłady produkcyjne z sektora rolno-spożywczego należy rozpatrywać z uwzględnieniem tych podmiotów, które są zlokalizowane w bezpośrednim sąsiedztwie dużego potencjału wielkotowarowych gospodarstw rolnych. Gospodarstwa rolne, specjalizujące się w produkcji mleka, mięsa czy drobiu lub owoców i warzyw są z jednej strony dostawcami surowca dla przedsiębiorstw rolno-spożywczych bądź mogą być dostawcą obornika i odpadów pochodzących z produkcji rolnej, hodowlanej lub ogrodniczej do potencjalnej biogazowni rolno-spożywczej.

Jak pokazuje poniższa mapa, koncentracja produkcji drobiu występuje w centralnej Polsce, produkcja bydła w Wielkopolsce, a produkcja trzody chlewnej – w województwie wielkopolskim i na Lubelszczyźnie. Największe ubojnie i zakłady wyrobów mięsnych zlokalizowane są więc w okolicy bezpośrednich producentów. Mapa 2 pokazuje koncentrację ferm drobiarskich o liczbie drobiu powyżej 5000 sztuk, mapa 3 – gospodarstwa hodowli bydła o liczbie zwierząt powyżej 100 sztuk, a mapa 4 – gospodarstwa hodujące trzodę chlewną o liczbie świń powyżej 500 zwierząt.

Według szacunków programu pt. „Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce w latach 2010–2020” w Polsce może zostać wytworzone ok. 1,7 mld m³ biogazu rocznie. Po oczyszczeniu taka ilość wystarczyłaby do zaspokojenia ok. 10% zapotrzebowania na



gaz oraz dostarczyłaby dodatkowo 125 tys. MWhe (energii elektrycznej) i 200 MWhe (energii cieplnej). Ocenia się także, iż dzięki biogazowniom możliwe będzie zmniejszenie emisji dwutlenku węgla w wysokości 3,4 mln ton rocznie [51]. Bardzo ważnym efektem, który również znajduje się w założeniach programu jest tworzenie tzw. lokalnych łańcuchów wartości dodanej. Ma to nastąpić poprzez „gospodarczą aktywizację wsi, zwiększenie zatrudnienia wśród społeczności lokalnej oraz jednostek gospodarczych branży rolniczej i związanej z energetyką odnawialną (Green jobs)”.

Kolejnymi zakładanymi efektami są m.in.: wzrost dochodów samorządów gminnych oraz wykorzystanie możliwości rolnictwa przyjaznego środowisku na obszarach Natura 2000 w celu rozwoju wykorzystania odnawialnych źródeł energii [62]. W programie pojawia się także zapis o konieczności zintensyfikowania rozwoju programów badawczych, dotyczących nowych technik i technologii wykorzystywanych do produkcji biogazu rolniczego, w tym m.in. kontynuowanie prac nad udoskonalaniem fermentacji metanowej, rozwojem technologii konwersji biogazu do energii elektrycznej i cieplnej czy udoskonalaniem procesu oczyszczania biogazu do biometanu.

III. Diagnoza potencjału województwa łódzkiego dla produkcji biogazu na bazie odpadów rolno-spożywczych

Województwo łódzkie jest regionem rolniczo-przemysłowym, z największym w Polsce odsetkiem gleb ornych, dysponującym dobrymi warunkami naturalnymi dla rozwoju ogrodnictwa i sadownictwa, hodowli bydła, świń i drobiu oraz przetwórstwa rolno-spożywczego. Jednocześnie region charakteryzuje się dobrze rozwiniętym szkolnictwem wyższym o znacznym potencjale naukowo-badawczym.

Specjalizacją gospodarczą województwa są przemysły elektroenergetyczne, bazujące na węglu brunatnym oraz m.in. przetwórstwo rolno-spożywcze.

Zarówno wewnętrzny potencjał województwa tj. zasoby naturalne, energetyczna specjalizacja przemysłowa i lokalny kapitał intelektualny, jak i sprzyjające uwarunkowania ekonomiczne i prawne predestynują region łódzki do wzmocnienia i zintensyfikowania rozwoju w oparciu o wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, a konkretnie o wykreowanie i wdrożenie własnych, autorskich rozwiązań w zakresie technologii biogazowych, adresowanych dla przetwórstwa rolno-spożywczego.

Takie właśnie podejście wydaje się być odpowiedzią na niewielkie tempo powstawania dużych instalacji biogazowych i umiarkowane zainteresowanie budowaniem biogazowni rolniczych.

Technologie produkowania biogazu w oparciu o organiczne odpady przemysłowe i tworzenie wokół tych instalacji całego systemu logistycznego ma następujące zalety:

W obszarach technologicznych

- Innowacyjna, autorska technologia opracowana przez zespół młodych naukowców we współpracy z ekspertami z Polski i Szwecji oraz praktykami zarówno z obszarów wdrożeniowych tj. przetwórstwa rolno-spożywczego, jak i producentami urządzeń dla produkcji i ewentualnego uszlachetnienia biogazu do biometanu, a także dostawcami pobocznych substratów, takimi jak małe oczyszczalnie ścieków, zakłady gospodarowania odpadami, restauracje, gospodarstwa domowe i rolnicy;

- W związku z tym, że istnieje wiele sprawdzonych technologii możliwe będzie wyeliminowanie ułomności technologicznych, zdiagnozowanych w innych rozwiązaniach, ale przede wszystkim będzie można zaprojektować rozwiązanie perspektywiczne, wyprzedzające dotychczas stosowane, i uwzględnić np. makulaturę jako jedno ze źródeł substratów, z możliwością zwiększania udziału papieru w bilansie wsadowym;
- Produkcja energii elektrycznej i sprzedaż energii do sieci krajowej będzie stymulatorem dla rozwijania technologii dla systemów *smart grids* i *smart metering* oraz bodźcem dla implementowania kolejnych rozwiązań innowacyjnych i podnoszenia efektywności energetycznej nie tylko przez właściciela instalacji, lecz kooperantów i kontrahentów przedsiębiorstwa;
- Technologie biogazowe stanowią technologiczny punkt wyjścia dla ich *upgrade*'owania, czyli uszlachetniania pozyskanego biogazu do postaci zbliżonej do CNG/CBG – alternatywnego paliwa dla transportu.

Ekonomiczne

- Technologia dedykowana jest podmiotom komercyjnym, których determinacją, aby przekonwertować odpady poprodukcyjne w źródło przychodów, a tym samym obniżyć koszty produkcji jest zdecydowanie wyższa niż instytucji publicznych;
- Instalacje biogazowe będą wkomponowane w ciąg technologiczny zakładu przetwórstwa rolno-spożywczego, usprawniając go i obniżając koszty eksploatacyjne innych komponentów produkcyjnych;
- Produkcja energii elektrycznej lub/i ciepła na własne potrzeby (ogrzewanie lub chłodzenie hal produkcyjnych, wykorzystanie ciepła w procesach produkcji, zastosowanie CBG we własnej flocie transportowej) lub w celu sprzedaży do sieci nie tylko podniesie konkurencyjność przedsiębiorstwa, które stanie się prosumentem energii, lecz poprawi jakość zarządzania przedsiębiorstwem, unowocześni je i wprowadzi w świat giełdowego obrotu świadectwami pochodzenia i prawami do emisji CO₂;
- Dywersyfikacja końcowej produkcji przedsiębiorstwa i rozszerzenie oferty np. o nawozy dla rolnictwa, ogrodnictwa będące produktem ubocznym procesów biogazowych.

Środowiskowe

- Ochrona środowiska i klimatu poprzez zastąpienie paliw kopalnych w bilansie energetycznym i uzyskanie efektów ekologicznych;
- Redukcja odpadów składowiskowych;

- Podniesienie jakości warunków środowiskowych w lokalnej produkcji roślinnej i ogrodniczej dzięki zastąpieniu nawozów sztucznych nawozami naturalnym, pochodzącymi z procesu biogazowego.

Spoleczne

- Budowanie kapitału ludzkiego w przedsiębiorstwie – nowe kompetencje i umiejętności: techniczne, logistyczne, finansowe;
- Budowanie kapitału społecznego – umiejętność budowania sieci współpracy, zaufania i długofalowych powiązań kooperacyjnych;
- Integracja społeczności lokalnej i wszystkich środowisk – administracji samorządowej, przedsiębiorców, organizacji pozarządowych, młodzieży i dzieci, media wokół kwestii ochrony środowiska;
- Budowanie akceptacji społecznej dla inwestycji związanych z odnawialnymi źródłami energii, ograniczaniem ilości odpadów wysypiskowych i podnoszeniem efektywności w gospodarowaniu energią i zasobami naturalnymi.

IV. Analiza wyników badania potencjału przedsiębiorstw rolno-spożywczych w zakresie implementacji mikrotechnologii biogazowych

1. Cel i uzasadnienie podjętych badań. Aspekty ekonomiczne, środowiskowe i prawne

Województwo łódzkie od lat aspiruje do uzyskania statusu ekologicznego, silnie rozwijającego się regionu Polski. Mimo dużego potencjału w postaci kapitału ludzkiego, historycznych lokalizacji przemysłu lekkiego oraz transferu wiedzy pomiędzy licznymi ośrodkami akademickimi a gospodarką, wciąż postrzegane jest jako wyludniający się, pozbawiony perspektyw obszar rolniczy, słynący głównie z energetyki opartej na węglu brunatnym. Lokalne władze jak i sami mieszkańcy powinni się zatem zastanowić, jak ten niekorzystny wizerunek – zwłaszcza w kontekście rabunkowej dla środowiska naturalnego polityki energetycznej – zmienić. Jedną z możliwości jest inwestowanie w lokalne, ekologiczne technologie, działające w oparciu o odnawialne źródła energii.

Taką inicjatywę podjęto na szczeblu wojewódzkim w 2011 r. poprzez zdefiniowanie strategii polityki energetycznej dla województwa łódzkiego. Jako główne jej cele przedstawiono gwarancję bezpieczeństwa energetycznego regionu, ochronę środowiska naturalnego przed negatywnymi skutkami działalności energetycznej związanej z wytwarzaniem, przesyłaniem i dystrybucją paliw oraz wzrost konkurencyjności gospodarki i jej efektywności energetycznej. Wdrożenie tej strategii odbywać się ma m.in. poprzez likwidację niskiej energii węglowej, rozwój lokalnych rynków energii, promowanie źródeł energii odnawialnej oraz skojarzenie procesów generujących energię cieplną i elektryczną. Doskonałym przykładem realizacji wyżej wspomnianych założeń jest inwestowanie na szczeblu lokalnym w instalacje biogazowe małych i średnich mocy.

W chwili obecnej na terenie województwa łódzkiego istnieje 9 instalacji pracujących w oparciu o wykorzystanie procesu fermentacji metanowej do produkcji biogazu. Ich

łączna moc wynosi 5,85 MW, z czego 6 instalacji dotyczy biogazu składowiskowego, a tylko 3 biogazu wytwarzanego w skojarzeniu z oczyszczaniem ścieków. Aktualnie największym potencjałem produkcji biogazu może pochwalić się Grupowa Oczyszczalnia Ścieków w Łodzi wytwarzająca około 1000 m³ biogazu/h. Słabą stroną, a właściwie zaniedbaniem ze strony władz województwa jest natomiast w dalszym ciągu brak choćby jednej mikrobiogazowni utylizacyjnej.

Z analiz przeprowadzanych systematycznie przez zainteresowane energią odnawialną sektory nauki i gospodarki wynika, iż biogazownie utylizacyjne są najbardziej ekonomicznym rodzajem wykorzystania technologii biogazowych. Spośród możliwych koncepcji inwestycyjnych właśnie ta ma zapewniony w zasadzie stały dostęp do niezbędnych, wybranych substratów, co więcej – może na odbiorze surowców zarabiać. Lokalnie może również przyczynić się do racjonalizacji gospodarki odpadami oraz – jak i inne instalacje biogazowe – do budowy konkurencyjnych i ekologicznych rynków paliw i energii. Z tego potencjału powinien zacząć czerpać również region łódzki.

Jakie są zatem bariery skutecznie odstręczające potencjalnych inwestorów, zainteresowanych budowaniem instalacji biogazowych? Ogólnie można je zdefiniować jako problemy i/lub ograniczenia: ekonomiczno-prawne, a szerzej jako infrastrukturalne, prawne, finansowe, technologiczne, ekonomiczne i społeczne [119, s. 10–11]. W znacznej mierze związane są one z kwestiami lokalizacyjnymi, skomplikowanymi procedurami administracyjnymi, wysokimi kosztami inwestycyjnymi w technologię i ewentualną infrastrukturę oraz niską świadomością społeczeństwa na temat możliwości i korzyści wynikających z wykorzystania OZE. Wiele z tych barier i ograniczeń można pokonać, analizując dokonania państw zachodnioeuropejskich, intensywnie inwestujących w technologie bezpieczne dla środowiska naturalnego, inne – zaznajamiając się z publikacją podobną do niniejszej.

Procedura inwestycyjna w mikrobiogazowni składa się z szeregu skomplikowanych etapów. Jednymi z najtrudniejszych jest wskazanie właściwej lokalizacji pod budowę biogazowni i odpowiedni dobór surowców wsadowych, gwarantujących rentowność inwestycji. Sugerowane w kolejnych rozdziałach rozwiązania mogą okazać się bardzo przydatne dla potencjalnych inwestorów, gdyż uwzględniają uwarunkowania lokalne. Pokazane przykłady mogą pomóc w ocenie potencjału danego terenu i – przynajmniej częściowo – dobrać surowce dla określonej technologii.

Innym aspektem są – wynikające z niskiej świadomości proekologicznej – konflikty społeczne często wstrzymujące budowę mikrobiogazowni lub jej rozruch. Tylko fachowa i rzetelna wiedza przekazana w sposób prosty i przystępny mieszkańcom terenów inwe-

stycyjnych może zażegnać owe konflikty i nieporozumienia. Możliwości szerzenia tej wiedzy są różne, ale warto mieć na uwadze, że najprościej uwierzyć jest w to, co się widzi i czego można dotknąć. Budowanie akceptacji społecznej dla inwestycji biogazowych jest wbrew pozorom zadaniem nie tyle dla lokalnych władz i inwestorów, co dla nauki. Badania socjologiczne pokazują, że największym zaufaniem obywateli podczas konsultacji społecznych cieszą się właśnie niezależni naukowcy.

Zasadniczym punktem w procesie planowania, ogniskującym problemy inwestycyjne jest instrument prawa ochrony środowiska: oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko, pośrednio związane z analizą efektu ekologicznego danego przedsięwzięcia. Indywidualna ocena oddziaływania na środowisko jest typowym przykładem istoty prawa ochrony środowiska, czyli wyważania sprzecznych interesów tak, by zapewnić ochronę środowiska nie poprzez całkowity zakaz działania, a poprzez ustalenie kto i w jakim zakresie i na jakich warunkach może z tego środowiska korzystać. Ocena oddziaływania na środowisko w sposób szczególnie wskazuje na analizę wariantową przedsięwzięcia. Wiąże się to ściśle z oceną danej działalności inwestycyjnej dokonywaną w stosownej procedurze prawnej m.in. z udziałem norm prawa ochrony środowiska w tym procesie inwestycyjnym.

Ocena oddziaływania na środowisko trafnie (aczkolwiek ogólnie) została zdefiniowana w art. 1 konwencji z 25 lutego 1991 r. w Espoo o ocenach oddziaływania na środowisko w kontekście transgranicznym [24] jako krajowa procedura szacowania prawdopodobnego oddziaływania planowanej działalności na środowisko. Jednym z celów oceny oddziaływania jest wypracowanie najkorzystniejszego wariantu przedsięwzięcia. Wariantem najkorzystniejszym dla środowiska byłoby uruchomienie biogazowni przetwarzającej wyłącznie różnego rodzaju odpady pochodzące z przetwórstwa czy przemysłu rolno-spożywczego, zamiast roślin energetycznych celowo uprawianych na potrzeby biogazowni. Natomiast – jak wskazuje się w literaturze – ze względu na specyfikę procesu warunkującego wydzielanie biogazu, funkcjonowanie biogazowni rolniczej w monokulturze wsadowej jest niekorzystne. Nie bez znaczenia pozostaje również dywersyfikacja wsadów z ekonomicznego punktu widzenia. Szczególną, oddzielną kategorię odpadów w kontekście możliwości wykorzystania jako wsad stanowią odpady z przemysłu spożywczego, mleczarskiego, cukrowniczego, biochemicznego, mięsnego.

Niniejsza publikacja nie wyczerpuje zagadnienia technologii biogazowych. Rozwój tej dziedziny jest bardzo dynamiczny i stale ukazują się nowe publikacje mogące sprzyjać inwestycjom wielkoskalowym. Przedstawione w pracy, usystematyzowane aspekty ukie-runkowane są na lokalne wykorzystanie zgromadzonej wiedzy. O tym, czy znajdą zastosowanie w praktyce zadecydują potencjalni inwestorzy.

2. Podsumowanie badania

Niniejsze opracowanie jest podsumowaniem badania dla zweryfikowania trzech następujących hipotez badawczych:

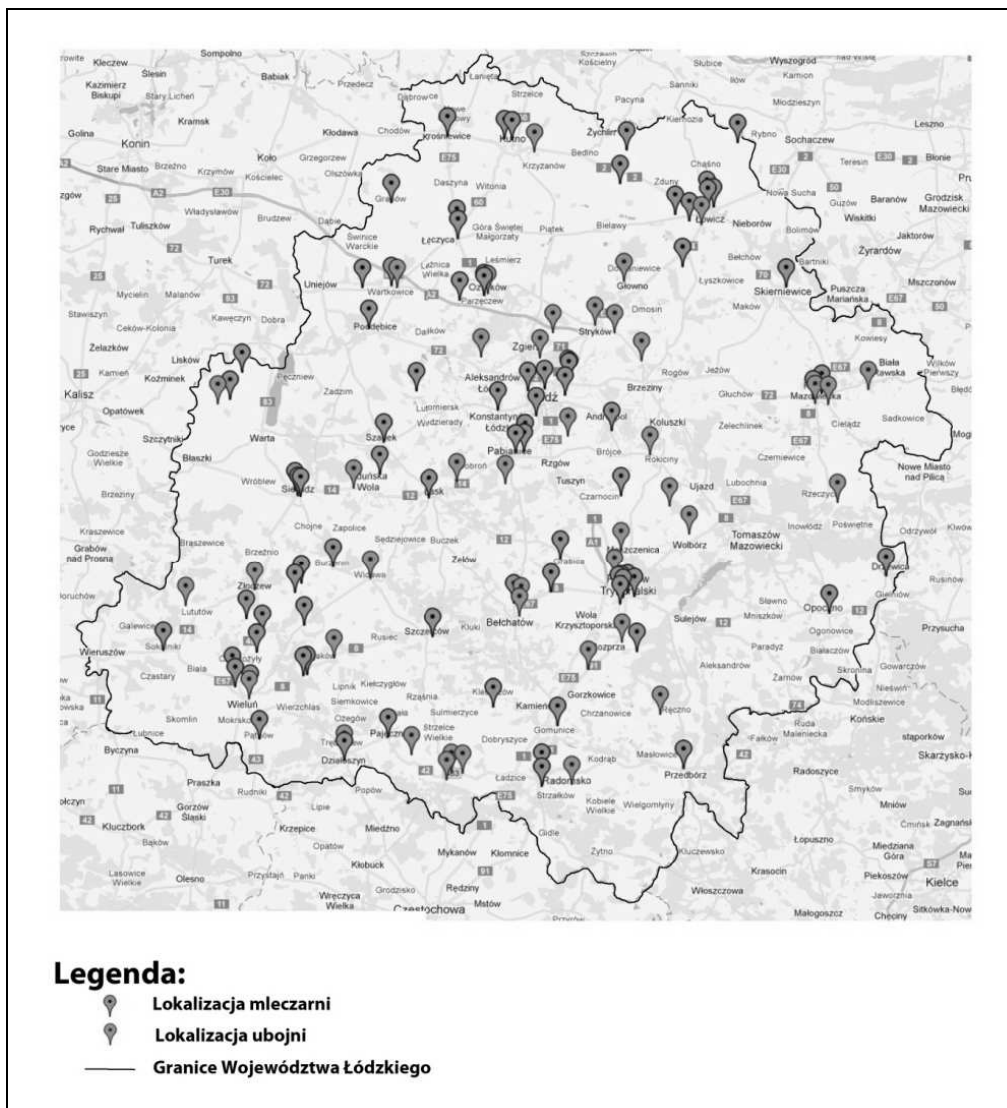
1. W regionie łódzkim istnieje dostateczny potencjał wsadu surowcowego dla produkcji biogazu, której rdzeń stanowią poprodukcyjne odpady organiczne;
2. Przedsiębiorstwa rolno-spożywcze są zainteresowane komercyjną produkcją biogazu na bazie własnych poprodukcyjnych odpadów organicznych;
3. Istnieje właściwy system zachęt ekonomicznych i prawnych, sprzyjające środowisko lokalne oraz wystarczający kapitał społeczny, aby zbudować system logistyczny dla pozyskiwania surowców, produkcji i dystrybuowania rezultatów procesów produkcji biogazu w skali lokalnej.

Badanie zostało przeprowadzone w województwie łódzkim w okresie wrzesień – październik 2011 r. przez naukowców z Uniwersytetu Łódzkiego, CBI Pro-Akademia i Politechniki Łódzkiej. Badanie miało charakter ilościowy i jakościowy, a zostało nim objętych 114 przedsiębiorstw rolno-spożywczych. Dobór respondentów badania został dokonany na podstawie specjalizacji produkcyjnej – skoncentrowano się na mleczarniach i przedsiębiorstwach przetwórstwa mięsnego, w tym ubojniach, jako podmiotach, które generują stosunkowo dużo odpadów organicznych o znaczącym potencjale metanizacyjnym i dużej uciążliwości środowiskowej. Podmioty te zostały wyszukane w internetowej bazie firm www.ptk.pl, Panorama firm oraz www.ditel.pl.

Cele operacyjne badania skupiały się na trzech następujących aspektach:

1. Określenie potencjału mleczarni i przedsiębiorstw przetwórstwa mięsnego w regionie łódzkim pod kątem ilości generowania odpadów organicznych, kwalifikujących się jako substrat do produkcji biogazu;
2. Wyznaczenie lokalizacji, gdzie znajduje się największe skupisko mleczarni i przedsiębiorstw przetwórstwa mięsnego, potencjalnych dostawców substratu lub producentów biogazu;
3. Określenie lokalnych możliwości zorganizowania logistyki na rzecz pozyskiwania, dostarczania i dystrybucji społecznych korzyści z produkcji biogazu przez przedsiębiorstwo rolno-spożywcze.

W badaniu została wykorzystana technika CATI (Computer Assisted Telephone Interview). CATI jest wywiadem telefonicznym wspomaganym komputerowo. W badaniach realizowanych techniką CATI wywiad z respondentem jest prowadzony przez telefon, ankieter odczytuje pytania i notuje uzyskiwane odpowiedzi, korzystając ze specjalnego skryptu komputerowego.



Mapa 5. Lokalizacja mleczarni i ubojni w województwie łódzkim

Źródło: oprac. własne.

Zasadniczą grupę respondentów uczestniczących w badaniu stanowią głównie ubojnie i mleczarnie, ale dla rozszerzenia bazy surowcowej pod kątem zapewnienia bezpieczeństwa dostaw i ciągłości procesów, gdyby na przykład podstawowy dostawca zawiesił swoją działalność, nawet czasowo, zostały wzięte pod uwagę także inne przedsiębiorstwa rolno-spożywcze, takie jak chlewnie, gorzelnie itd.

Należy wyraźnie podkreślić, że liczba przedsiębiorstw rolno-spożywczych w regionie jest bardzo duża – w województwie łódzkim funkcjonują 1603 przedsiębiorstwa rolno-spożywcze (sekcja C10, 11 PKD, BDR, 2010), z czego 71% należy do sektora MSP.

W związku z tym w założeniach do badania dokonano celowej selekcji i skoncentrowano się na 114 przedsiębiorstwach, do których wystosowano zaproszenie do udziału w badaniu. Spośród tej grupy tylko 51 MSP wyraziło zainteresowanie udziałem w badaniu.

Mapa 5 ilustruje lokalizację zakładów mleczarskich i ubojni spełniających cele badania. Dzięki niej w jasny i czytelny sposób możemy zidentyfikować potencjalnie najlepsze obszary pod kątem inwestowania w instalacje biogazowe. Możemy też dokonać rozpoznania podmiotów generujących odpady organiczne. Z mapy jasno wynika, iż największa koncentracja zakładów ma miejsce w pobliżu miast powiatowych.

Tabela 2 przedstawia informacje na temat liczby podmiotów gospodarczych, respondentów badania, generujących odpady organiczne w poszczególnych powiatach województwa łódzkiego.

Wśród podmiotów generujących odpady organiczne w województwie łódzkim dominują zakłady przetwórstwa spożywczego (42), następnie mleczarnie (28), ubojnie (21), gorzelnie (18) oraz chlewnie (5). Najwięcej zakładów przetwórstwa spożywczego znajduje się na terenie miasta Łodzi (7), następnie na obszarze powiatu tomaszowskiego (5) oraz powiatu łódzkiego wschodniego (4) i rawskiego (4).

Jeśli chodzi o mleczarnie, największa ich ilość znajduje się w Łodzi (3) oraz w powiecie bełchatowskim (3). Najwięcej ubojni (6) zlokalizowanych jest na terenie powiatu piotrkowskiego, natomiast najwięcej gorzeln (4) znajduje się w powiecie wierszowskim.

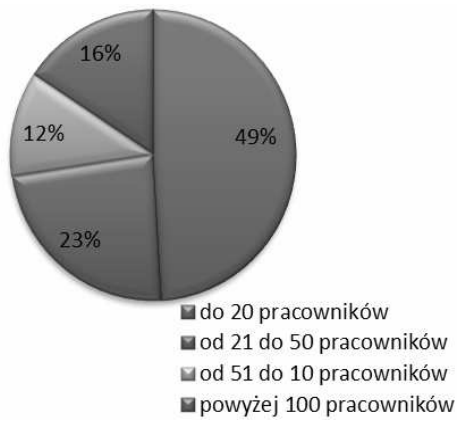
Badanie metodą IDI zostało przeprowadzone na grupie 51 respondentów. W badaniu udział wzięło 15 ubojni, 14 mleczarni, 13 zakładów przetwórstwa spożywczego, 3 gorzelnie i 1 chlewnia. Ponadto wśród respondentów znajdowały się dwa gospodarstwa rolne, 2 oczyszczalnie ścieków mleczarskich i 1 zakład przetwórstwa mięsnego.

Tabela 2

Przedsiębiorstwa rolno-spożywcze w województwie łódzkim wytypowane do udziału w badaniu w podziale na specjalizacje

Powiat	Przedsiębiorstwa rolno-spożywcze ogółem	Mleczarnie	Ubojnie	Chlewnie	Gorzelnie
Łódź	7	3	1		2
Bełchatowski	2	3	2		1
Brzeziński	1				1
Kutnowski	1	1		1	
Łaski	1	1			1
Łęczycki		1			1
Łowicki	1	2		1	
Łódzki wschodni	4	2			1
Opoczyński	1		1		
Pabianicki	2	1	1		1
Pajęczański	1	1	1		1
Piotrkowski		2	6	1	2
Poddębicki	1	1			
Radomszczański	3	1	1		1
Rawski	4	1	2		
Sieradzki	3	2		1	1
Skierniewicki					
Tomaszowski	5		1		1
Wieluński	1	2			
Wieruszowski	1	1			4
Zduńskowolski		1			
Zgierski	3	1	5	1	1
RAZEM	42	28	21	5	18

Źródło: oprac. własne.



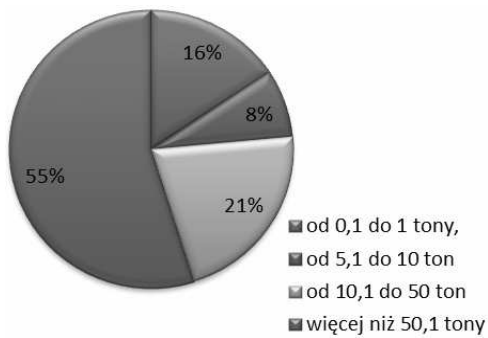
Wykres 6. Profil gospodarczy badanych przedsiębiorstw rolno-spożywczych

Źródło: oprac. własne.



Wykres 7. Struktura zatrudnienia w badanych przedsiębiorstwach

Źródło: oprac. własne.



Wykres 8. Ilość generowanych odpadów

Źródło: oprac. własne.



Wykres 9. Podział przedsiębiorstw ze względu na rodzaj prowadzonej działalności wśród firm generujących ponad 50 ton odpadów

Źródło: oprac. własne.

Na wykresie 7 pokazano strukturę zatrudnienia w badanych przedsiębiorstwach. Wśród respondentów 49% zakładów stanowią firmy małe, zatrudniające do 20 pracowników, 23% zatrudnia od 21 do 50 pracowników, 16% zatrudnia powyżej 100 pracowników, a 12% zatrudnia od 51 do 100 pracowników.

Ponad połowa (54,9%) badanych firm generuje odpady organiczne na poziomie powyżej 50 ton. 21,56% respondentów zadeklarowała produkcję odpadów organicznych w przedziale od 10,1 do 50 ton, 15,6% – od 0,1 do 1 tony, 7,8% od 5,1 do 10 ton. Żadna z firm nie wskazała przedziału od 1,1 do 5 ton.

Wśród badanych firm najwięcej odpadów organicznych generują ubojnie i mleczarnie. 10 ubojni i 9 mleczarni zadeklarowało, że wytwarzają ponad 50 ton odpadów rocznie. Wśród zakładów przetwórstwa spożywczego 4 generują odpady na poziomie powyżej 50 ton. Wśród pozostałych podmiotów 2 gospodarstwa rolne, 2 gorzelnie oraz 1 chlewnia produkuje ponad 50 ton odpadów.

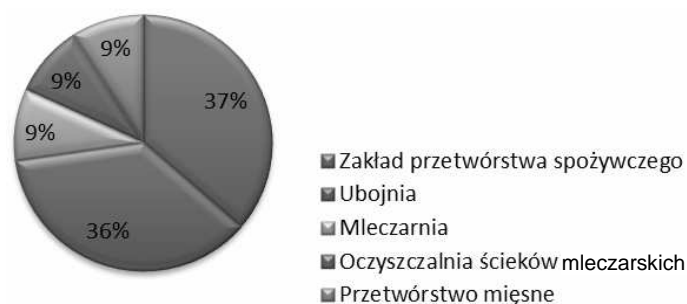
Wśród zakładów generujących od 10,1 do 50 ton odpadów znalazły się 4 ubojnie i 4 zakłady przetwórstwa spożywczego, 1 mleczarnia, 1 oczyszczalnia ścieków mleczarskich oraz 1 zakład przetwórstwa mięsnego. Produkcję na poziomie od 0,1 do 1 tony odpadów zadeklarowały 4 zakłady przetwórstwa spożywczego, 3 mleczarnie i 1 ubojnia.

Większość, bo ponad 50% respondentów, jako sposób utylizacji odpadów organicznych wskazała odbiór odpadów przez firmę zewnętrzną, utylizującą odpady. Drugim, najbardziej popularnym, sposobem okazała się możliwość przekazywania odpadów gospodarstwom rolnym – taki sposób utylizacji wybiera 16% respondentów. Odpady wykorzystywane są przez rolników jako karma dla zwierząt bądź jako nawóz. 14% badanych firm wykorzystuje odpady, 6% spala odpady, kolejne 4% sprzedaje odpady indywidualnym odbiorcom bądź wywozi odpady na pola. 4 badane firmy wskazały, że korzystają z dwóch sposobów utylizacji odpadów.

69% badanych firm generuje odpady pochodzenia zwierzęcego, 25% odpady pochodzenia roślinnego, 6% generuje dodatkowo inne odpady, m.in. odpady medyczne.

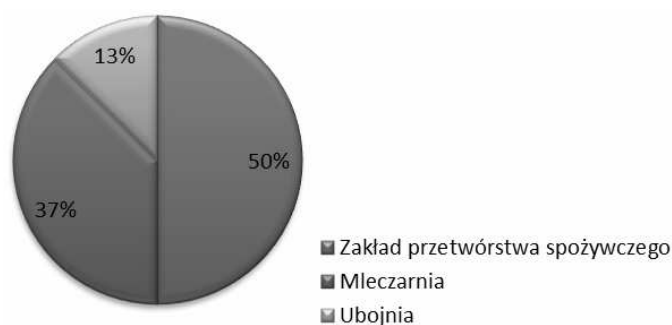
Wśród odpadów zwierzęcych wymieniano głównie obornik, gnojowicę, mięso, tłuszcze i resztki zwierzęce oraz kości.

Odpady roślinne generowane przez firmy rolno-spożywcze regionu łódzkiego to przede wszystkim serwatka, kiszonka, obierki oraz produkty i surowce nieprzydatne do spożycia i przetwarzania. Są one sklasyfikowane pod **kodek 020501** jako **stałe i/lub ciekłe niepełnowartościowe lub przeterminowane surowce i produkty nienadające się do dalszego przetwarzania.**



Wykres 10. Podział ze względu na rodzaj prowadzonej działalności wśród firm generujących 10,1 do 50 ton odpadów

Źródło: oprac. własne.

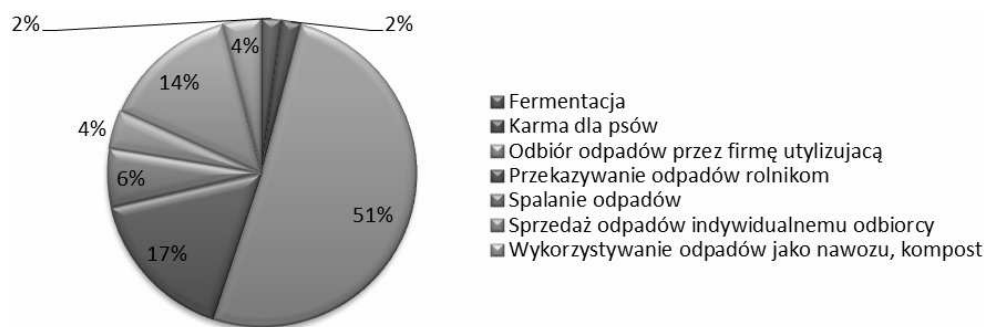


Wykres 11. Podział ze względu na rodzaj prowadzonej działalności wśród firm generujących od 0,1 do 1 tony odpadów

Źródło: oprac. własne.

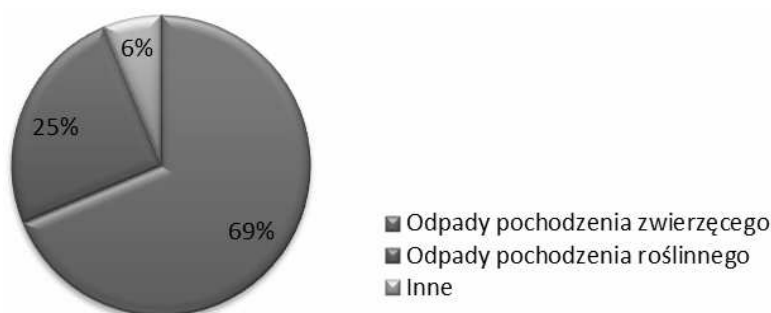
Odpadem poprodukcyjnym w mleczarniach jest odpad płynny, który w głównej mierze stanowi mleko niespełniające norm żywieniowych ze względu na zbyt wysoką zawartość antybiotyków. Odpadem są również przeterminowane serki i jogurty, a także inne produkty mleczarskie odcisnięte na prasach, oddzielone od opakowań, które można unieszkodliwić w procesie fermentacji metanowej.

Badane firmy wskazały, że mleczarnie oraz gorzelnie generują odpady roślinne, ubojnie i chlewnie odpady zwierzęce, zakłady przetwórstwa spożywczego wytwarzają zarówno odpady pochodzenia zwierzęcego, jak i roślinnego.



Wykres 12. Sposób utylizacji odpadów

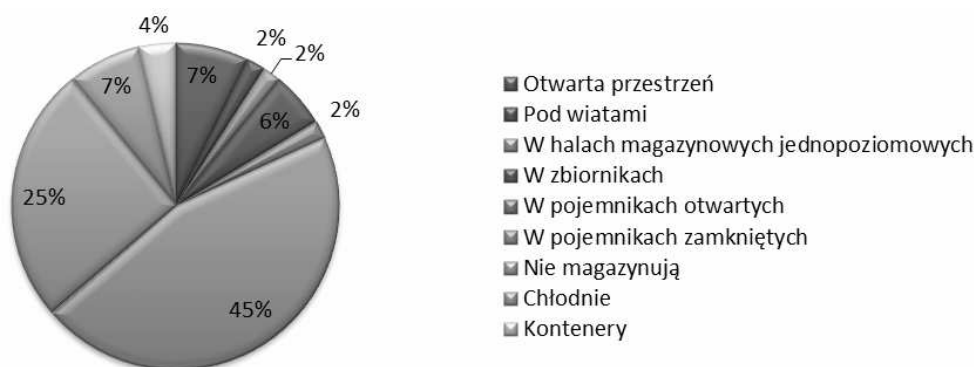
Źródło: oprac. własne.



Wykres 13. Podział odpadów organicznych generowanych w województwie łódzkim

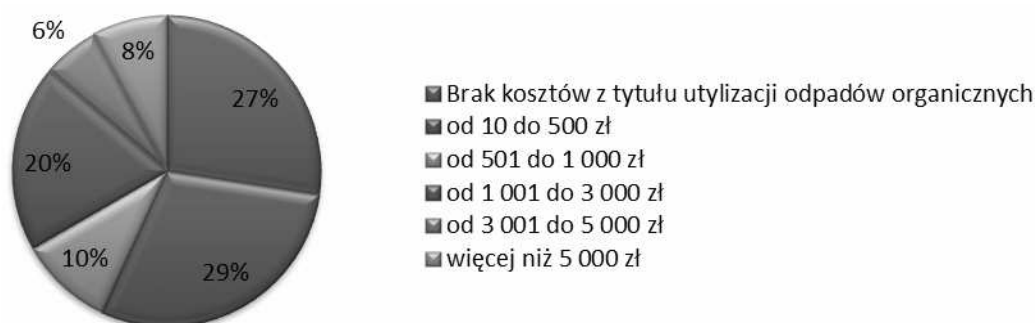
Źródło: oprac. własne.

Większość respondentów generowane odpady przechowuje w zamkniętych zbiornikach. 14 badanych firm odpowiedziało, że nie magazynuje odpadów, gdyż na bieżąco przekazuje je odbiorcom, 4 firmy wskazały, że magazynują odpady na otwartej przestrzeni, kolejne 4 przechowują odpady w chłodniach, pozostałe gromadzą odpady w zbiornikach, halach bądź kontenerach. Ponadto, 68% badanych firm nie posiada własnych pojemników. Pojemniki dostarczane są przez firmy, które zajmują się utylizacją odpadów, a także ich transportem do miejsca docelowego. Pozostałe firmy korzystają z własnych pojemników zamkniętych bądź kwasoodpornych, bądź kontenerów.



Wykres 14. Sposoby magazynowania odpadów firm generujących odpady organiczne w regionie łódzkim

Źródło: oprac. własne.



Wykres 15. Miesięczne koszty utylizacji odpadów ponoszone przez firmy regionu łódzkiego

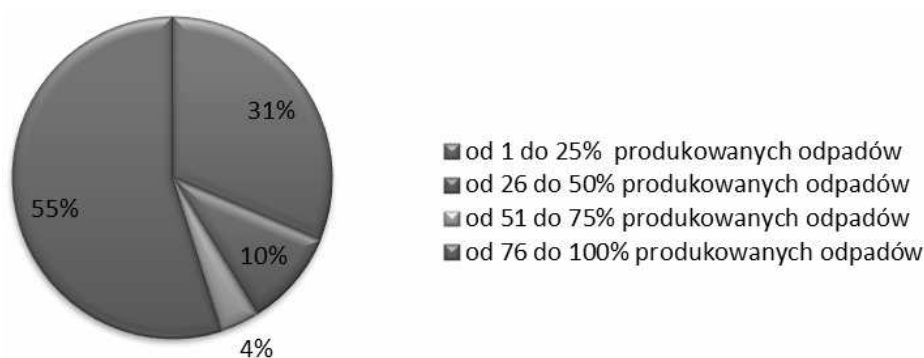
Źródło: oprac. własne.

Większość badanych firm wskazało, że albo nie ponoszą kosztów z tytułu utylizacji odpadów, albo ponoszą niskie koszty w przedziale od 10 do 500 zł miesięcznie. 10 firm wskazało, że ponosi koszty w wysokości od 1001 do 5000 zł, 5 firm ponosi koszty z przedziału od 501 do 1000, 4 firmy ponoszą koszty powyżej 5000 zł.

65% badanych firm uważa, że oddawanie odpadów do biogazowni jest korzystne. Zdaniem respondentów główną korzyścią jest obniżenie kosztów utylizacji odpadów organicznych. Firmy, które uważają, że oddawanie odpadów do biogazowni jest niekorzystne to głównie podmioty wytwarzające gnojowicę. Firmy te jako główny argument podają fakt, iż gnojowica jest cennym nawozem i z reguły jest wykorzystywana do własnych potrzeb.

Mimo zainteresowania oddawaniem odpadów do biogazowni tylko jedna firma zadeklarowała, że w taki sposób utylizuje odpady. Pozostała część firm nie oddaje odpadów do biogazowni, ponieważ w pobliżu prowadzonej działalności nie ma żadnej biogazowni.

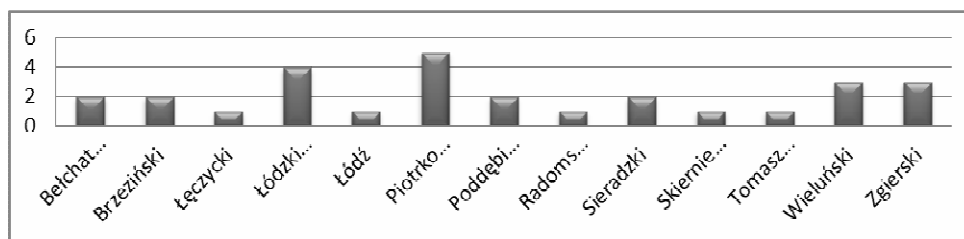
Gdyby istniała biogazownia, 28 firm zadeklarowało, że mogłoby oddawać od 76 do 100% generowanych odpadów, 16 firm mogłoby oddawać od 1 do 25%, 5 firm od 26 do 50%, 2 firmy od 51 do 75%. Zdecydowana większość (78%) mogłaby oddawać odpady do biogazowni raz w tygodniu, 19% raz w miesiącu. Najkorzystniejszy, zdaniem respondentów, byłby transport zapewniony przez biogazownię.



Wykres 16. Potencjalna, procentowa ilość odpadów organicznych oddawanych do biogazowni

Źródło: oprac. własne.

Największa liczba zakładów generujących odpady organiczne na poziomie powyżej 50 ton rocznie znajduje się w powiecie piotrkowskim oraz w powiecie łódzkim wschodnim. Po 3 zakłady znajdują się w powiecie wieluńskim i zgierskim, po 2 zakłady znajdują się natomiast w powiecie bełchatowskim, brzezińskim, poddębickim oraz sieradzkim.



Wykres 17. Liczba zakładów generujących odpady organiczne w poszczególnych powiatach

Źródło: oprac. własne.

Tabele 3 i 4 przedstawiają liczbę przedsiębiorstw rolno-spożywczych w powiecie piotrkowskim i łódzkim wschodnim w podziale na wolumen generowanych odpadów organicznych.

Tabela 3

Podział zakładów w powiecie piotrkowskim ze względu na ilość generowanych odpadów organicznych

Rodzaj działalności	Produkcja powyżej 50 ton odpadów rocznie	Produkcja od 10 do 50 ton odpadów rocznie
Ubojnie	2	3
Gorzelnie	1	0
Mleczarnie	1	0
Chlewnie	1	0

Źródło: oprac. własne.

Tabela 4

Podział zakładów w powiecie łódzkim wschodnim ze względu na ilość generowanych odpadów organicznych

Rodzaj działalności	Produkcja powyżej 50 ton odpadów rocznie	Produkcja od 10 do 50 ton odpadów rocznie
Zakład przetwórstwa spożywczego	2	0
Ubojnie	1	0
Mleczarnie	1	0
Zakład przetwórstwa mięsnego	0	1

Źródło: oprac. własne.

W powiecie piotrkowskim największą ilość odpadów wytwarzają ubojnie, w powiecie łódzkim wschodnim są to zakłady przetwórstwa spożywczego.

Zarówno w powiecie piotrkowskim, jak i łódzkim wschodnim najbardziej popularny sposób utylizacji odpadów to przekazywanie ich firmom utylizującym odpady bądź sprzedaż odpadów indywidualnym odbiorcom.

W obu powiatach generowane są głównie odpady zwierzęce, tj. resztki i tłuszcze zwierzęce, które są poddawane utylizacji przez wyspecjalizowane firmy – zwykle poprzez spalanie. W powiecie piotrkowskim 2 firmy wskazały, że ponoszą miesięczne koszty z tytułu utylizacji odpadów w przedziale od 1001 do 3000 zł, kolejne dwie ponoszą koszty powyżej 5000 zł, pozostałe 3 firmy nie ponoszą kosztów albo są to koszty w przedziale od 10 do 500 zł. W powiecie łódzkim wschodnim 2 firmy ponoszą koszty powyżej 5000 zł, pozostałe 3 firmy albo ponoszą koszty w wysokości od 10 do 500 zł, albo od 501 do 1000 zł, albo od 1001 do 5000 zł.

Tabela 5

Zakłady mleczarskie w regionie łódzkim w podziale na powiaty i ilość generowanych odpadów organicznych

Powiat	Ponad 50 ton	Od 10,1 do 50 ton	Od 5,1 do 10 ton	Poniżej 5 ton
Bełchatowski	0	1	0	0
Łódzki wschodni	1	0	0	0
Łódź	0	0	0	1
Piotrkowski	0	0	0	1
Poddębicki	2	0	0	0
Radomszczański	1	0	0	0
Rawski	0	0	0	1
Sieradzki	0	0	0	1
Skierniewicki	1	0	0	0
Wieluński	2	0	0	0
Zgierski	1	0	1	0

Źródło: oprac. własne.

Firmy w obu powiatach uważają, że oddawanie odpadów do biogazowni jest korzystne, przede wszystkim dostrzegają korzyści finansowe tego sposobu utylizacji odpadów.

Mleczarnie w regionie łódzkim produkują odpady organiczne pochodzenia roślinnego, głównie serwatkę oraz inne biodegradowalne odpady, nieprzydatne do spożycia. Z analizy wyników badania wynika, że największa ich ilość powstaje w powiecie poddębickim i wieluńskim.

Wobec powyższego wydaje się, że najdogodniejszą lokalizacją dla instalacji mikrobiogazowej, bazującej przede wszystkim na odpadach mleczarskich, jest powiat poddębicki lub wieluński.

Kolejnym dogodnym miejscem jest granica pomiędzy powiatem poddębickim i zgierskim.

3. Wnioski wynikające z przeprowadzonej analizy

Firmy generujące odpady organiczne w regionie łódzkim to w większości małe przedsiębiorstwa, które w ciągu roku generują ponad 50 ton tych odpadów.

Głównym producentem odpadów organicznych w regionie są ubojnie i mleczarnie, w związku z tym generowane przez nie odpady są głównie odpadami pochodzenia zwierzęcego.

Najbardziej popularnymi sposobami utylizacji odpadów przemysłowych jest przekazywanie ich firmom zewnętrznym, specjalizującym się w utylizacji, lub indywidualnym odbiorcom, głównie rolnikom. Niewielka część zakładów generujących odpady zatrzymuje je do własnego użytku.

Kolejną ważną informacją, zdobytą w badaniu, jest deklaracja przedsiębiorstw rolno-spożywczych, że gdyby w pobliżu, w promieniu 20–25 km od prowadzonej działalności istniała biogazownia, większość firm byłaby skłonna nieodpłatnie przekazywać jej własne odpady, zwłaszcza jeśli byłby zapewniony przez biogazownię odbiór i transport odpadów.

Z uwagi na fakt, że większość firm rolno-spożywczych nie posiada własnych zbiorników na odpady, ważne byłoby zapewnienie systematycznego odbioru odpadów, najlepiej z częstotliwością raz w tygodniu. Dzięki temu przedsiębiorstwa nie musiałyby wygospodarowywać dodatkowej powierzchni do przechowywania odpadów oraz nie ponosiłyby dodatkowych kosztów z tytułu utylizacji odpadów organicznych.

Małe firmy – respondenci badania – w większości nie ponoszą kosztów z tytułu utylizacji odpadów bądź są to koszty niskie, dlatego też raczej dostrzegają korzyści z oddawania odpadów do biogazowni niż z tworzenia własnych instalacji mikrobiogazowych.

Największa ilość odpadów w regionie generowana jest przez firmy zlokalizowane w powiecie piotrkowskim i łódzkim wschodnim. Istnieją trzy dostępne lokalizacje, gdzie z punktu widzenia dostępności odpadów może być zbudowana biogazownia. Pierwszym z nich jest teren powiatu piotrkowskiego, drugim powiat łódzki wschodni, trzecim natomiast, ze względu na bliskość obu powiatów, jest ich granica. Potencjalny inwestor może tu liczyć na środki z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w ramach Systemu Zielonych Inwestycji – GIS (2 Program priorytetowy: Biogazownie rolnicze). Są to środki zarówno w formie pożyczek, jak i dotacji. W obu powiatach są wytwarzane głównie odpady pochodzenia zwierzęcego, które do tej pory zakłady oddają głównie firmom zewnętrznym.

Inaczej niż w przypadku małych przedsiębiorstw wygląda sytuacja w przypadku średnich i dużych zakładów przetwórstwa rolno-spożywczego. Ponoszą one dość wysokie koszty z tytułu utylizacji odpadów, dlatego też można domniemać, iż będą one poszukiwały alternatywnych form ich utylizacji. Co więcej, dostrzegają one finansowe korzyści z własnej instalacji biogazowej i jeśli będzie dostępna technologia uwzględniająca ich specyfikę procesową, są poważnie zainteresowane rozważeniem jej wdrożenia.

W województwie łódzkim występuje spory, niezdiagnozowany potencjał odpadów organicznych o charakterze *food waste*, występujący w takich podmiotach, jak: stołówki szkolne, uczelniane, szpitalne czy też cały segment gastronomiczny. Włączenie *food waste* jako cennego substratu o kapitalnej wartości metanizacyjnej wymaga jednak zbudowania lokalnego systemu segregacji oraz odbioru odpadów z wymienionych jednostek i dostarczania do instalacji, np. w mleczarni czy ubojni.

4. Analiza SWOT dla budowania mikroinstalacji biogazowych na bazie poprzemysłowych odpadów biodegradowalnych w województwie łódzkim

Mocne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> • Znaczny potencjał poprzemysłowych odpadów organicznych • Koncentracja produkcji odpadów w obszarach dobrze skomunikowanych i wyposażonych w sieci elektroenergetyczne • Szerokie zainteresowanie technologią dla instalacji mikrobiogazowych wśród średnich przedsiębiorstw rolno-spożywczych • Gotowość bezpłatnego oddawania odpadów organicznych przez małe firmy rolno-spożywcze • Dobra kondycja finansowa przedsiębiorstw rolno-spożywczych • Dostępne zasoby siły roboczej na terenach potencjalnych lokalizacji instalacji mikrobiogazowych • Silne zaplecze badawczo-rozwojowe – Politechnika Łódzka, Uniwersytet Łódzki • Zaangażowane i aktywne społeczności lokalne • Możliwość uzupełnienia ilości odpadów poprzemysłowych odpadami z rolnictwa i <i>food waste</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Rozproszenie producentów odpadów organicznych • Brak odpowiednich badań i analiz ekonomicznych w przedsiębiorstwach produkujących odpady organiczne • Brak długofalowych strategii wykorzystania odpadów na cele energetyczne przez przedsiębiorstwa • Niski kapitał społeczny w przedsiębiorstwach • Niewystarczająca współpraca z sektorem B+R • Brak odpowiednich analiz potwierdzających opłacalność inwestycji w mikrobiogazownię • Brak dobrych praktyk proekologicznych wśród pracowników przedsiębiorstw
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> • Nadanie strategicznego znaczenia gospodarce energetycznej i energetyce rozproszonej w Strategii rozwoju województwa łódzkiego i Polityce spójności UE na lata 2014–2020 • Możliwość powiązania technologii biogazowych z gospodarką odpadami w regionie • Rosnąca aprobatą społeczną dla technologii proekologicznych • Możliwość skorzystania z dofinansowania ze źródeł publicznych np. krajowych – NFOŚiGW i unijnych – 7 PR • Wzrost znaczenia niezależności energetycznej na poziomie regionalnym • Wzrost świadomości w zakresie wykorzystania odpadów organicznych • Pojawienie się różnorodnych technologii mikrobiogazowych • Konieczność tworzenia planów gospodarki odpadami na poziomie gminy 	<ul style="list-style-type: none"> • Niewystarczająca dostępność technologii mikrobiogazowych • Skomplikowane procedury administracyjne dla tworzenia mikroinstalacji biogazowych • Brak odpowiedniej koordynacji gospodarki odpadami na poziomie regionalnym • Niewystarczające dofinansowanie inwestycji ze strony państwa/władz regionu • Brak odpowiednich regulacji prawnych, sprzyjających przedsięwzięciom innowacyjnym • Brak jednoznacznej, stabilnej polityki państwa wobec OZE, a co za tym idzie – wyczekujące postawy potencjalnych inwestorów • Niska świadomość społeczna wśród właścicieli zakładów produkujących odpady • Stosunkowo wolny rozwój technologii mikrobiogazowni

Obecnie w Polsce rozstrzyga się sześć podstawowych kwestii, związanych z gospodarką odpadami organicznymi i produkcją biogazu:

- po pierwsze – czy będą to wielkie czy raczej małe instalacje;
- po drugie – czy surowcem dominującym będą odpady organiczne czy raczej specjalnie uprawiane rośliny o dużym potencjale metanizacyjnym;
- po trzecie – czy instalacje biogazowe będą częścią ogólnokrajowego systemu energetycznego, czy raczej będą zaopatrywać w ciepło i energię elektryczną odbiorców na obszarze ich lokalizacji;
- po czwarte – czy biogazownie mają produkować tylko ciepło, tylko energię elektryczną, energię elektryczną w skojarzeniu z ciepłem lub chłodem, czy bardziej efektywna będzie produkcja uszlachetnionego biogazu dla transportu;
- po piąte – czy rozwój sektora biogazowego w Polsce należy oprzeć o sprawdzone, zagraniczne technologie i urządzenia, czy też podjąć walkę o wypracowanie własnych oryginalnych i autorskich rozwiązań technologicznych, wybiegających w przyszłość i wykorzystujących dotychczasowe doświadczenia europejskie i światowe;
- po szóste – czy konieczne jest wprowadzenie specjalnych warunków podnoszących zyskowność produkcji biogazu rolno-spożywczego, czy instalacje rolno-spożywcze będą konkurencyjne na warunkach rynkowych.

Powyższe pytania domagają się odpowiedzi na poziomie politycznym i ustawodawczym, technologicznym, ekonomiczno-finansowym, organizacyjnym i świadomościowym.

V. Technologie biogazowe

Rozwój energetyki rozproszonej oparty jest w Polsce o trzy następujące dokumenty, opracowane i przyjęte w latach 2009–2010:

1. Politykę Energetyczną Polski do 2030 roku, przyjętą 10.11.2010;
2. Krajowy Plan Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych, przyjęty 07.12.2010;
3. Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce w latach 2010–2020, przyjęte 13.07.2010.

Pierwsze dwa dokumenty traktują biogazownie ogólnie i nie różnicują ich ze względu na rodzaj. Wyznaczają one wielkość planowanej produkcji energii elektrycznej. Na koniec 2010 r. liczba mocy wytwórczych z biogazu wynosiła 82,5 MW. Zgodnie z założeniami „Polityki Energetycznej...” zakładana moc wytwórcza w roku 2020 powinna oscylować w granicach 802 MW, a „Krajowego Planu Działania...” – 980 MW.

Trzeci z powyższych dokumentów zakłada stworzenie lepszych warunków dla inwestorów podejmujących działania ukierunkowane na biogazownie rolnicze. Jednak realizacja rządowego hasła: *Biogazownia w każdej gminie* i wybudowanie do końca 2020 r. średnio jednej biogazowni w każdej gminie w Polsce nie ma realnych szans. Niemniej zapoczątkowanie i rozpowszechnianie tej idei spowodowało podjęcie wielu prób opracowania projektów biogazowni.

W Polsce realizacja inwestycji w zakresie budowy biogazowni napotyka szereg przeszkód, wśród których najważniejszymi są:

- utrudniony dostęp do informacji;
- ograniczony dostęp do technologii;
- wysokie koszty budowy;
- wysokie wymagania środowiskowe;
- brak stabilnej perspektywy wsparcia;
- ograniczenia prawne;
- protesty społeczne.

W województwie łódzkim nie ma instalacji biogazowych, choć region posiada ogromny potencjał, gwarantujący wykonalność i opłacalność inwestycji biogazowych, co potwierdzają wyniki badania terenowego, omówionego w poprzednim rozdziale. Przeprowadzone badanie koncentrowało się na analizie ilości i rodzaju odpadów organicznych, produkowanych przez przedsiębiorstwa rolno-spożywcze, które traktowano jako potencjalny zasadniczy wsad dla mikrotechnologii biogazowej, pełniącej jednocześnie korzystną dla regionu funkcję utylizacyjną.

Dostępność, rodzaj, ilość oraz gazowość lub stopień metanizacji odpadów determinują technologię biogazową. Każdy parametr, opisujący wsady ma ogromny wpływ na szereg aspektów funkcjonowania instalacji biogazowej. Na podstawie wstępnych wyników badania dokonano wyboru czterech potencjalnych lokalizacji instalacji mikrobiogazowni utylizacyjnych.

1. Wprowadzenie do technologii fermentacyjnych

Legenda głosi, że biogaz używano już w X w. p.n.e. do ogrzewania łaźni wodnych w Asyrii. Jan Baptysta van Helmont w XVII w. jako pierwszy odkrył, że z gnijącej materii organicznej wydobywa się palny gaz. Odkąd w październiku 1776 r. Alessandro Volta zademonstrował, że gaz wydobywający się z osadu dennego pali się i wnioskuje, że istnieje bezpośrednia zależność pomiędzy ilością produkowanego palnego gazu a ilością materii organicznej, narodził się proces biometanizacji. W 1808 r. Humphrey Davy określił, że w gazach produkowanych podczas fermentacji gnojowicy bydłowej obecny jest metan.

Rozwój mikrobiologii jako nauki doprowadził do identyfikacji w latach 30. XX w. bakterii anaerobowych i warunków sprzyjających produkcji metanu. Prowadzone badania dotyczyły albo zastosowania fermentacji metanowej w stabilizacji osadów ściekowych, albo produkcji biogazu z gnojowicy i/lub odpadów z gospodarstw domowych [70, s. 165–183].

W ostatnim czasie kraje europejskie znalazły się pod presją badania rynku fermentacji metanowej z dwóch istotnych powodów: wyższych cen energii i coraz bardziej rygorystycznych przepisów ochrony środowiska.

Każdego roku w województwie łódzkim generowane są znaczne ilości odpadów. Stanowią one ogromny problem związany z ich zagospodarowaniem. Znacząca ilość odpadów deponowana jest na składowiskach, gdzie zachodzi ich rozkład. Takie bezproduktywne

uwalnianie biometanu do atmosfery to nie tylko strata energii, ale również negatywny wpływ na środowisko. Metan ma 21-krotnie większy wpływ na powstawanie efektu cieplarnianego niż CO₂. Niestety, pozyskanie biometanu z odpadów obarczone jest wieloma ograniczeniami organizacyjnymi i technologicznymi. Jedną z kilku możliwości rozwiązania problemu odpadów biodegradowalnych jest ich fermentacja prowadzona w kontrolowanych warunkach.

Fermentacja, w przeciwieństwie do kompostowania, była uważana do połowy lat 90. XX w. za technologię niedostatecznie rozpoznaną i kosztowną. Odpady przetwarzane były metodą tlenową, charakteryzującą się niższymi nakładami. Rozwój technologii fermentacyjnych oraz informacje uzyskiwane z eksploatacji różnych instalacji udowodniły, że beztlenowa utylizacja odpadów może stać się konkurencyjna w stosunku do kompostowania, szczególnie w przypadku odzysku energii.

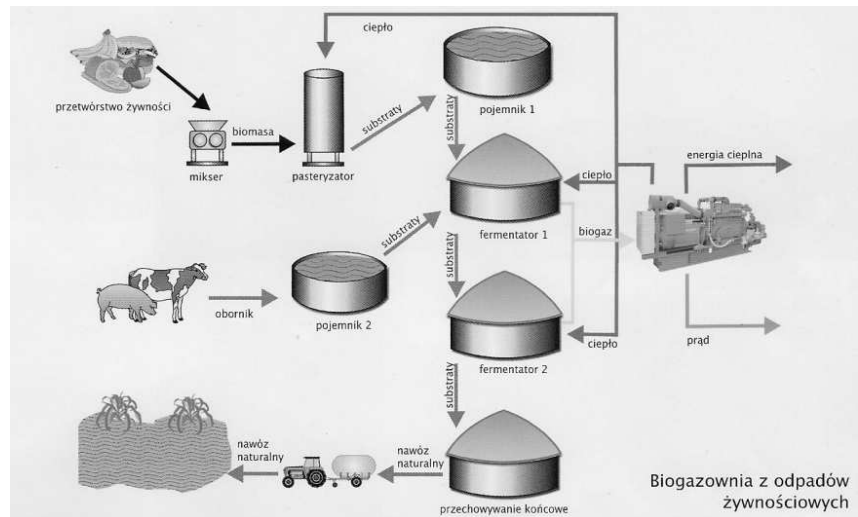
Sterowana fermentacja metanowa odpadów polega na przeprowadzaniu beztlenowego, biochemicznego rozkładu substancji organicznych w bioreaktorze w ściśle kontrolowanych warunkach z wyprodukowaniem biogazu oraz osadu pofermentacyjnego o właściwościach nawozowych [82].

2. Przebieg procesu produkcji biogazu

Proces produkcji biogazu można podzielić na cztery etapy: obróbkę wstępną substratów, fermentację metanową, uszlachetnianie biogazu i uzdatnienie osadu pofermentacyjnego.

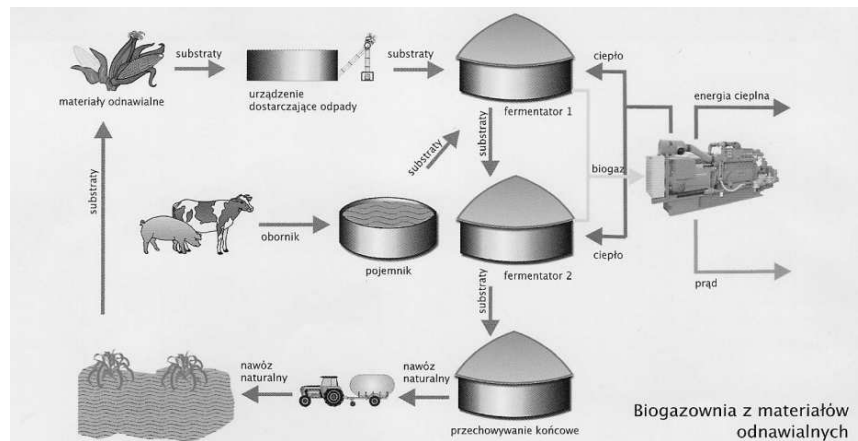
Poziom obróbki wstępnej zależy od rodzaju substratu, np. gnojowica musi być mieszana, podczas gdy odpady komunalne należy segregować i rozdrabniać.

Etap fermentacji metanowej zachodzi w fermentorze. Istnieje wiele dostępnych rozwiązań technologicznych, w zależności od temperatury procesu, sposobu mieszania zawartości fermentora, co jest podyktowane różną zawartością suchej masy w odpadach. Wyprodukowany w procesie fermentacji metanowej biogaz musi być uszlachetniony, ponieważ zawiera zanieczyszczenia, które mogłyby doprowadzić do uszkodzenia silników i innych urządzeń. Oczyszczanie biogazu polega na usunięciu siarkowodoru i pary wodnej. Ponadto, jeśli biogaz miałby być wykorzystywany jako paliwo samochodowe, dodatkowo należałoby usunąć dwutlenek węgla [75]. Poniższe rysunki przedstawiają ogólny schemat biogazowni wykorzystującej różne substraty.



Rysunek 1. Schemat biogazowni rolniczej z zastosowaniem kosubstratów

Źródło: [120].



Rysunek 2. Schemat biogazowni rolniczej

Źródło: [120].

Przygotowanie odpadów przed wprowadzeniem ich do komory fermentacyjnej polega na:

- usunięciu niebiodegradowalnych materiałów;
- zapewnieniu jednolitego, małego rozmiaru cząstek surowca w celu ustalenia warunków dla wydajnego procesu;
- usunięciu materiałów, które mogą zmniejszyć jakość osadu pofermentacyjnego [75].

Dostępne są różnorodne procesy obróbki i wybór odpowiedniego musi być dokonany w odniesieniu do ceny, wykorzystywanych surowców i rodzaju technologii.

Wstępna obróbka gnojowicy ogranicza się do usuwania piasku lub mieszania jej z innymi odpadami organicznymi, natomiast stałe odpady komunalne wymagają bardziej złożonych procesów. Ich obróbka polega na oddzieleniu nadających się do ponownego wykorzystania i niefermentowanych odpadów od frakcji organicznej. Można to osiągnąć albo przez segregację „u źródła” lub przez mechaniczne oddzielenie, w przypadku zmieszanych stałych odpadów komunalnych. Segregacja u źródła ma znaczący wpływ na jakość osadu pofermentacyjnego, który – zgodnie z teorią – powinien zawierać niewielkie ilości zanieczyszczeń [75], [58].

Odpady segregowane u źródła mogą wymagać obróbki mechanicznej, która wpływa niekorzystnie na jakość osadu pofermentacyjnego, obniżając jego wartość. Niemożliwe jest usunięcie wszystkich zanieczyszczeń, w szczególności małej frakcji, takiej jak metale ciężkie. Najczęściej sytuacja taka ma miejsce w przypadku stałych odpadów komunalnych, gdzie segregacja u źródła nie jest możliwa [75].

W tym przypadku obróbka mechaniczna polega na:

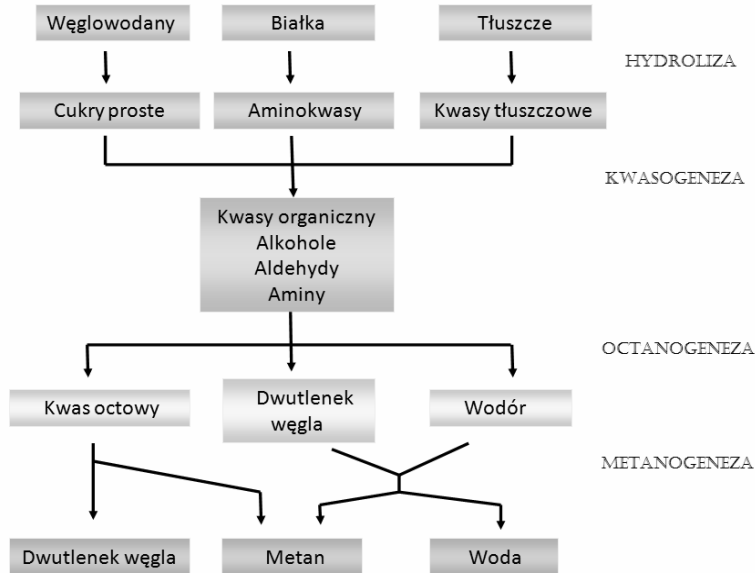
- sortowaniu ręcznym, które wykonuje się w celu usunięcia materiałów, takich jak baterie, duże przedmioty, cegły i inne związki nieorganiczne;
- przesiewaniu bębnowym lub w innego rodzaju sicie w celu usunięcia elementów ponadgabarytowych;
- wykorzystaniu młyna młotkowego do rozdrabniania odpadów;
- użyciu hydropulpera do rozdrabniania i rozwłókniania.

Odpady pochodzenia zwierzęcego stanowią źródło organizmów patogennych. Z tego względu odpady te należy poddać obróbce termiczno-ciśnieniowej. Przetwarzanie odpadów pochodzenia zwierzęcego reguluje Rozporządzenie nr 1774/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 03.10.2002 r. Takie substraty przed umieszczeniem w komorze fermentacyjnej wymagają odpowiedniego przygotowania:

- rozdrobnione odpady kat. 2. muszą zostać poddane procesowi sterylizacji – obróbce termicznej poprzez działanie pary o parametrach min. 133°C, 0,3 MPa przez 20 minut,
- rozdrobnione odpady kat. 3. (średnica maks. 12 mm) – procesowi higienizacji w temperaturze 70°C przez min. 60 minut.

Fermentacja metanowa

Fermentacja metanowa jest to proces biochemiczny, który zachodzi w warunkach beztlenowych, a wysokocząsteczkowe substancje organiczne rozkładane są przez bakterie metanowe. Proces składa się z czterech faz: hydrolizy, kwasogenezy, octanogenezy, metanogenezy.



Rysunek 3. Schemat procesu fermentacji metanowej

Źródło: oprac. własne.

Hydroliza: W tej fazie związki organiczne, w większości nierozpuszczalne (białka, węglowodany, tłuszcze), są rozkładane przy udziale enzymów bakterii hydrolizujących do substancji rozpuszczalnych w wodzie (cukrów prostych, aminokwasów, kwasów tłuszczowych). Hydroliza związków trudno ulegających rozkładowi, takich jak celuloza i ligniny jest uznawana za etap limitujący szybkość fermentacji metanowej [56].

Kwasogeneza: Jest to faza zakwaszania, w której produkty hydrolizy są przekształcane przez fakultatywne bakterie acidogenne do krótkołańcuchowych kwasów organicznych (mrówkowego, octowego, propionowego, masłowego, walerianowego, ka-

pronowego), alkoholi (m.in. metanolu, etanolu), aldehydów, a także dwutlenku węgla i wodoru. Produkty tej fazy charakteryzują się intensywnym zapachem. Akumulacja lotnych kwasów tłuszczowych powoduje obniżenie odczynu pH do ok. 5,5 [56], [19].

Octanogeneza: Jest to etap, w którym przy udziale bakterii octanogennych z kwasów organicznych powstaje kwas octowy oraz ditlenek węgla i wodór, czyli substraty, które mogą być przekształcone w metan. W tej fazie pojawiają się bakterie, które redukują siarczany. Octanogeneza decyduje o wydajności produkcji biogazu [56], [19].

Metanogeneza: W fazie tej z kwasu octowego lub z wodoru i ditlenku węgla powstaje biogaz – palny gaz, składający się przede wszystkim z metanu i ditlenku węgla. Z badań wynika, że w czasie fermentacji metanowej z kwasu octowego powstaje ok. 70% metanu, a ok. 30% z wodoru i ditlenku węgla [58].

W stabilnie przebiegającym procesie fermentacji szybkość tworzenia produktów pośrednich w danej fazie jest równa szybkości ich rozkładu w fazie następnej. W efekcie prawie cała ilość substancji organicznych ulegających biodegradacji zostaje przekształcona w końcowe produkty, tj. metan, ditlenek węgla, amoniak, siarkowodór. Etapy I i II są ściśle ze sobą powiązane. Często nazywane są „fermentacją kwaśną”, ponieważ produktami ich przebiegu są kwasy. Podobnie powiązane są ze sobą etapy III i IV, bezpośrednio odpowiedzialne za produkcję metanu, określane nazwą „fermentacja metanogenna”. Optymalny przebieg procesu fermentacji ma miejsce, gdy szybkości rozkładu substancji organicznych w fazie fermentacji kwaśnej i metanowej są takie same [75].

Zakłócenia powstające w poszczególnych fazach pomiędzy bakteriami oraz produktami metabolizmu mogą doprowadzić do załamania procesu fermentacji, co przyczynia się do obniżenia odczynu pH oraz wahań produkcji biogazu. Wpływ poszczególnych parametrów na przebieg procesu fermentacji przedstawiono w tabeli 6.

Tabela 6

Parametry prowadzenia procesu fermentacji

Parametr	Charakterystyka i wpływ na przebieg procesu
1	2
Temperatura	W zależności od temperatury procesu można wyróżnić trzy rodzaje fermentacji: <ul style="list-style-type: none"> • fermentację psychrofilową $T < 25^{\circ}\text{C}$ • fermentację mezofilową $T = 37^{\circ}\text{C} - 38^{\circ}\text{C}$ • fermentację termofitową $T = 52^{\circ}\text{C} - 55^{\circ}\text{C}$ [58]

Tabela 6 (cd.)

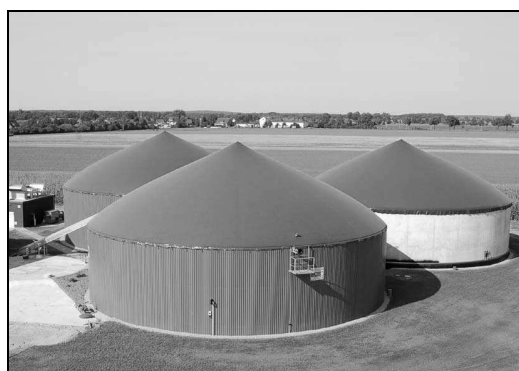
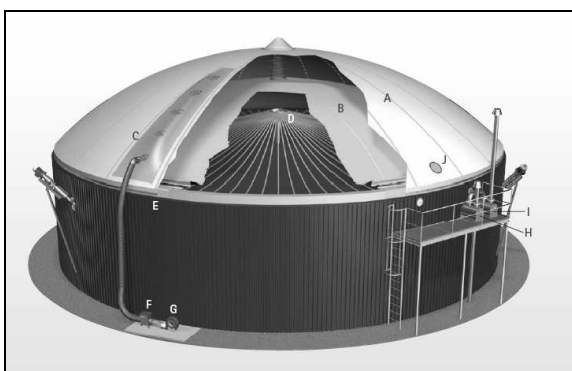
1	2
Odczyn pH	Odczyn pH jest czynnikiem mającym bardzo duży wpływ na stabilność pracy komórek fermentacyjnych. Bakterie biorące udział w poszczególnych etapach procesu fermentacji potrzebują odpowiedniego odczynu pH, który zapewnia im optymalny wzrost. Optymalne pH dla: <ul style="list-style-type: none"> • bakterii hydrolizujących i kwasogennych – pH = 4,5 do 6,3 • bakterii produkujących kwas octowy i metan – pH = 6,8 – 7,5
C/N	Zależność między zawartością węgla i azotu w materiale organicznym reprezentowana przez stosunek C/N przyjmuje optymalną wartość w przedziale 20–30. Związki azotu są niezbędne do budowy białka bakteryjnego organizmów biorących udział w procesie fermentacji, ale zbyt mała wartość współczynnika C/N prowadzi do gromadzenia się toksycznego amoniaku [73], [8].
Mieszanie	Mieszanie zawartości komórek fermentacyjnych jest konieczne do utrzymania stabilnego przebiegu procesu fermentacji, ponieważ: <ul style="list-style-type: none"> • zapewnia jednorodny przebieg procesów w całej objętości komory, • utrzymuje w całej komorze jednakową temperaturę, • pozwala utrzymać jednorodną konsystencję, • pozwala na łatwiejsze odgazowanie i spadek stężenia rozpuszczonego ditlenku węgla, • przyspiesza procesy biologicznego rozkładu [73].
Substancje toksyczne	Inhibitory to substancje, które nawet w małych ilościach mogą być toksyczne dla bakterii biorących udział w fermentacji, przez co doprowadzają do zakłóceń w procesach rozkładu substancji organicznej. Możemy je podzielić na te, które powstają jako produkty pośrednie w poszczególnych fazach fermentacji (lotne kwasy tłuszczowe, amoniak, siarkowodór wodór) bądź te, które dostają się do instalacji przez podanie podłoża (antybiotyki, środki dezynfekujące, rozpuszczalniki, sole mineralne czy metale ciężkie) [99], [22].
Obciążenie komory fermentacyjnej ładunkiem	Obciążenie komory ładunkiem określa masę odpadów, która jest wprowadzona dobowo do 1m ³ roboczej objętości komory fermentacyjnej. Przeciążenie komory prowadzi do niskiej wydajności biogazu ze względu na nagromadzenie się substancji inhibitujących rozkład w zawieszynie fermentacyjnej. W takich okolicznościach tempo podawania substratu do systemu musi być zmniejszone. Parametr ten jest szczególnie ważny do kontroli procesów ciągłych [75].
Hydrauliczny czas zatrzymania (HRT)	Czas retencji jest to czas potrzebny do osiągnięcia całkowitej degradacji materii organicznej. HRT jest ważnym parametrem, gdyż określa czas dostępny dla wzrostu bakterii i przemian substancji organicznych. W procesach ciągłych HRT musi być dłuższy niż podwójny czas wzrostu bakterii, aby zapobiec ich wymyciu. W warunkach mezofilnych wynosi 15–30 dni, a w termofilnych 12–14 dni [75].

Źródło: oprac. własne.

Uzslachetnianie biogazu

W rolniczych instalacjach biogazowych biogaz wytwarzany jest w nierównomiernych ilościach. Niemożliwe zatem jest jego bezpośrednie wprowadzanie do systemu spalania; konieczne jest jego magazynowanie. Zbiorniki magazynowe biogazu muszą spełniać szereg warunków, takich jak: szczelność, odporność na zmiany temperatury zewnętrznej i warunków atmosferycznych, odporność na promieniowanie UV oraz pozwalać na bezpieczne magazynowanie zmiennej ilości tego medium.

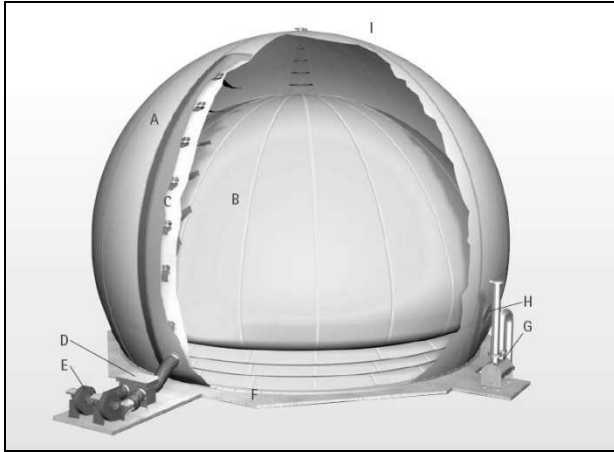
Najczęściej używanymi są zbiorniki **niskociśnieniowe** pracujące w zakresie nadciśnienia od 0,05 do 0,50 mbar. Wykonane są z folii jako kopuły gazowe na fermentorze lub w formie zewnętrznych magazynów. Podstawą zbiornika biogazu jest konstrukcja stalowa – stelaż nośny, na którym opiera się folia, gdy zbiornik jest pusty. Folia kopuły rozszerza się w zależności od stanu napełnienia magazynu gazem. Nowym rozwiązaniem jest tak zwany magazyn **dwumembranowy**. W tym systemie buduje się dwie kopuły – wewnętrzną jest foliowy zbiornik na gaz, zewnętrzną stanowi kopuła foliowa nakładana



A – Membrana zewnętrzna,
B – Membrana wewnętrzna,
C – System przepływu powietrza,
D – System lin,
E – Ucho kotwiczne,

F – Zawór zwrotny,
G – Dmuchawa,
H – Zawór niskociśnieniowy,
I – Zawór nadciśnienia,
J – Okienko kontrolne

Rysunek 4. Zbiornik niskociśnieniowy do magazynowania biogazu



A – Membrana zewnętrzna
 B – Membrana wewnętrzna
 C – System przepływu powietrza
 D – Zawór zwrotny

E – Wentylator promieniowy
 F – Ucho kotwiczne
 G – Zawór bezpieczeństwa
 H – Okienko kontrolne
 I – Czujnik ultradźwiękowy

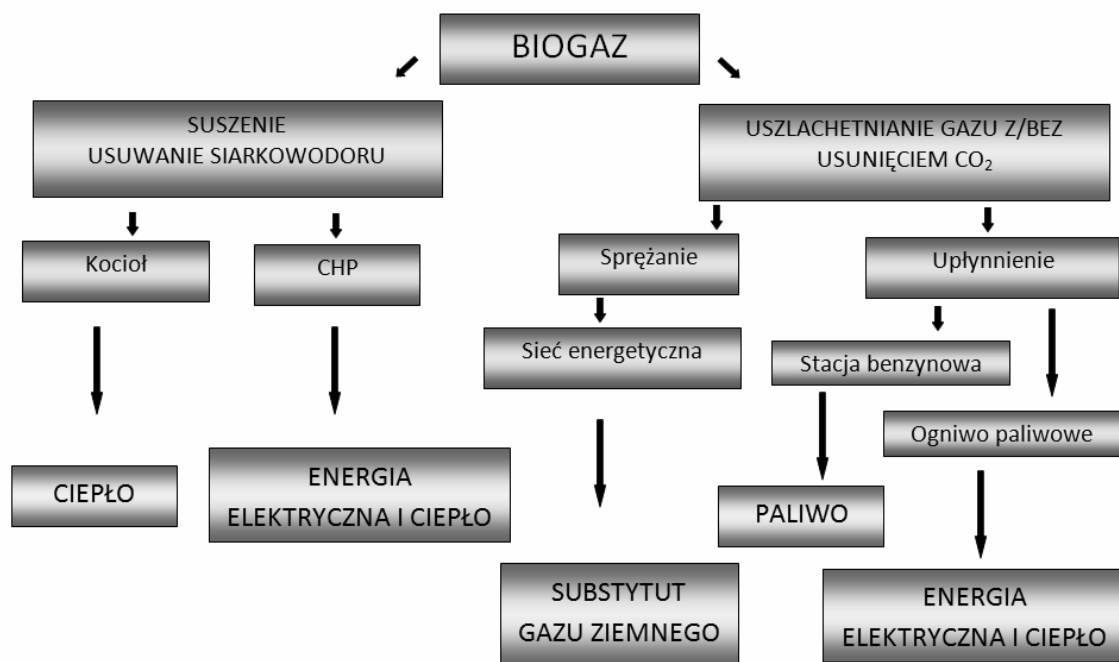
Rysunek 5. Zbiornik membranowy do magazynowania biogazu

Źródło: Catalogue *Biogas storage tanks for each Plant Design*, <http://ceno-tec.de>

na właściwą powłokę magazynu gazu. Do przestrzeni pomiędzy dwoma kopułami wdmuchuje się powietrzne nośne. Dzięki takiemu rozwiązaniu kopuła zewnętrzna jest zawsze w stanie napiętym i doskonale chroni właściwy zbiornik gazu [82].

Fermentacja metanowa jest opłacalnym sposobem zagospodarowania odpadów z uwagi na produkcję biogazu i osadu pofermentacyjnego. Użycie lub sprzedaż obu tych produktów może zapewnić znaczne wpływy finansowe. Jednakże, żeby uzyskać maksymalną ilość tych produktów, konieczne jest ich dalsze przetwarzanie [75].

Biogaz wyprodukowany w procesie fermentacji metanowej składa się z metanu (CH_4) i dwutlenku węgla (CO_2) oraz niewielkich ilości siarkowodoru (H_2S) i amoniaku (NH_3). Zwykle gaz nasycony jest parą wodną i może zawierać cząstki kurzu i siloksany. Wpływ na jakość biogazu ma skład odpadów, z których jest produkowany [73]. Odsiarczony i oczyszczony biogaz może być wykorzystywany na wiele różnych sposobów, jak gaz ziemny, co ilustruje rysunek 6.



Rysunek 6. Schemat różnych metod wykorzystania biogazu i metod jego uszlachetniania

Źródło: Leibniz Institute of Agricultural Engineering Postdam-Bornim e. V. (ATB), <http://atb-potsdam.de>

Biogaz może być wykorzystywany do ogrzewania przy użyciu kotłów. Ciepło to ma wiele zastosowań, może być m.in. używane w zakładzie do produkcji pary wodnej wykorzystywanej w procesach przemysłowych. Kotły nie mają szczególnych wymagań dotyczących jakości biogazu. Preferuje się jednak usunięcie siarkowodoru, ponieważ tworzy on kwas siarkawy w kondensacie, powodujący korozję. Para wodna natomiast może powodować problemy z dyszami gazowymi. Wraz z usunięciem wody następuje jednoczesna redukcja dużych ilości siarkowodoru [75].

Obecnie w krajach zachodnich biogaz najczęściej wykorzystywany jest do produkcji energii elektrycznej i ciepłej w jednostkach skojarzonych (elektrociepłownie zblokowane nazywane instalacjami kogeneracyjnymi CHP-plant (Cogeneration Heat Power-plant)).

Silniki gazowe mają podobne wymagania do wymogów kotłów, za wyjątkiem niższego stężenia siarkowodoru. W silnikach biogazowych emisje NO_x są zwykle niskie z powodu dwutlenku węgla zawartego w gazie. Większym jednak problemem jest stężenie tlenu węgla (CO). Jednakże ze środowiskowego punktu widzenia CO stanowi mniejszy problem niż NO_x , ponieważ jest natychmiast utleniany do CO_2 . Jednostki kogeneracyjne są dobrym sposobem efektywnego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła dla biogazowni. Ciepło może być wykorzystane, na przykład, do podgrzewania fermentora i sterylizacji osadu pofermentacyjnego. Pozostała energia elektryczna może być sprzedana do sieci [75].

Biogaz może być również wykorzystany jako paliwo samochodowe. Jednakże wymagania dotyczące jakości tego gazu są zdecydowanie bardziej surowe.

Biogaz musi zostać uszlachetniony tak, aby uzyskać:

- wyższą wartość kaloryczną;
- stałą jakość gazu, która ma zapewnić bezpieczną jazdę i pracę silnika;
- mniejsze ryzyko korozji z powodu wysokich poziomów siarki, amoniaku i wody;
- gaz bez żadnych cząstek powodujących mechaniczne uszkodzenia [99].

W praktyce oznacza to, że zawartość metanu w biogazie powinna być zwiększona do 95%, a gaz ten powinien być sprężony. Uszlachetniony biogaz jest uważany za jedno z najczystszych paliw, mające minimalny wpływ na środowisko i zdrowie ludzi. Mimo że takie działania wiążą się z wysokimi kosztami, istnieje wiele przykładów w całej Europie, gdzie biogaz jest uszlachetniany komercyjnie.

Osad pofermentacyjny

Osad pofermentacyjny jest drugim po biogazie produktem procesu fermentacji. W trakcie procesu z surowca usuwana jest część węgla, wodoru i tlenu, a podstawowe składniki odżywcze (N, P, K) pozostają w znacznej ilości w osadzie. Dostępność składników odżywczych jest wyższa w pofermentacji niż w surowych odpadach organicznych. Na przykład, osad przefermentowany zawiera o 25% więcej azotu dostępnego dla roślin ($\text{NH}_4\text{-N}$) i wyższe pH niż surowa gnojowica. Ponadto, przykryra uciążliwość zapachowa zmniejsza się o około 80% [99], [58].

Zastosowanie osadu przefermentowanego wpływa korzystnie na bilans próchnicy w glebie, tak więc może być stosowany jako nawóz lub użyźniacz gleby w rolnictwie. Takie wykorzystanie umożliwia obieg składników odżywczych i utrzymuje lub poprawia strukturę gleby.

W zależności od planowanego sposobu zagospodarowania osadu pofermentacyjnego musi on zostać poddany odpowiedniej obróbce końcowej, np. odwodnieniu. W wyniku odwodnienia osad pozbawiany jest nadmiaru wody w stopniu zapewniającym uzyskanie gęstości nasypowej umożliwiającej magazynowanie, transport czy składowanie na składowiskach [99].

Odwadnianie osadów pofermentacyjnych nie zawsze jest stosowane. Materiał odpadowy w postaci płynnej może być rozprowadzany na polu metodą iniekcji lub metodą natryskiwania. Nawodnienia takie mogą być jednak stosowane wyłącznie w okresie, kiedy azot pobrany jest przez rośliny i nie przenika w głąb gruntu, a co za tym idzie do wody gruntowej [72].

Kofermentacja

Kofermentacja, inaczej zwana również współfermentacją, jest to fermentacja przynajmniej dwóch składników pochodzących z różnych źródeł [58]. Najczęściej udział jednego substratu (np. gnojowicy i osadów ściekowych) jest dominujący. Do niedawna beztlenowa fermentacja była procesem jednego substratu.

Dzisiaj możliwości procesu fermentacji są lepiej znane i dlatego kofermentacja stała się szeroko stosowaną technologią. Ogólnie kofermentację stosuje się w technologiach mokrych jednostopniowych, takich jak np. w reaktorach z ciągłym wymieszaniem (Continuous Stirred Tank Reactor – CSTR). Substrat jest zwykle rozcieńczony i zawiera od 8 do 15% suchej masy. Zastosowanie technologii mokrej jest szczególnie uzasadnione w sytuacji, kiedy osad przefermentowany może być bezpośrednio zastosowany na polach bez konieczności jego odwadniania. Zestawienie zalet i cech procesu fermentacji przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 7

Zalety i wady procesu kofermentacji

Zalety	Wady
<ul style="list-style-type: none"> • bardziej jednorodny skład i korzystniejsze proporcje substancji odżywczych • większy stopień rozkładu substancji organicznej • większa produkcja biogazu • produkcja większej ilości kompostu do rekultywacji 	<ul style="list-style-type: none"> • konieczność dodatkowego wstępnego przygotowania odpadów • wymagana higienizacja wsadu • większe ilości ścieków, o wyższych wartościach ChZT, wymagających oczyszczania • większe zapotrzebowanie na energię do mieszania

Obecnie rolnictwo oczekuje wysokiej jakości nawozów bez zanieczyszczeń, dlatego też kofermentacja skłania się ku kontrolowanemu mieszanemu odpadów z przemysłu spożywczego, skoszonej trawy z parków, odpadów z mleczarni itp. wraz z rozcieńczonym podłożem, takim jak nawozy zwierzęce lub osady ściekowe. Zalecane i mniej korzystne substraty do procesu współfermentacji przedstawiono w tabeli 8.

Tabela 8

Zalecane i mniej korzystne komponenty do procesu współfermentacji

Substrat	Bardzo dobrze	Dobrze	Dostatecznie
Biogenne materiały pochodzenia rolniczego: – słoma i pozostałości roślin włóknistych – rośliny zielone, uprawy, ziarna, kiszonki		+	+
Pozostałości po żniwach		+	
Gnojowica		+	
Drożdże i produkty drożdżopodobne	+		
Owoce, kukurydza, ziemniaki – skóra, ziarna	+		
Odpady zwierzęce i pochodzące z rzeźni: – tłuszcz zwierzęcy – krew – odpady rybne – odpady drobiowe	+	+	
Odpady z produkcji tłuszczu roślinnych i zwierzęcych: – rozpuszczony olej roślinny – tłuszcze – osad z olei jadalnych – osad z tłuszczu jadalnych	+	+	
Pulpa I przemysł papierniczy		+	
Osad z produkcji żelatyny	+		
Osad z produkcji krochmalu	+		
Pozostałości z produkcji skrobi ziemniaczanej	+		
Pozostałości z produkcji skrobi kukurydzianej	+		
Pozostałości z produkcji skrobi ryżowej	+		
Odpady z przemysłu spożywczego		+	

Źródło: [73].

Istnieją dwa główne czynniki, które przyczyniły się do promowania procesu kofermentacji:

1. Komory fermentacyjne w oczyszczalniach ścieków są zwykle ponadwymiarowe. Dodanie kosubstratów zwiększa produkcję biogazu, a tym samym energii elektrycznej przy jedynie marginalnych dodatkowych kosztach. Dodatkowo wytworzona energia pozwala na pokrycie potrzeb energetycznych oczyszczalni ścieków za rozsądną cenę.

2. Produkcja biogazu pochodzenia rolniczego z samej gnojowicy (która ma stosunkowo niską wydajność gazu) nie jest ekonomicznie opłacalna przy bieżących cenach ropy naftowej. Dodanie kosubstratów o dużym potencjale metanu nie tylko zwiększa wydajność gazu, ale przede wszystkim zwiększa dochody biogazowni z tytułu podatków utylizacyjnych (*tipping fee*) [10].

Technologie biogazowe – przykłady rozwiązań

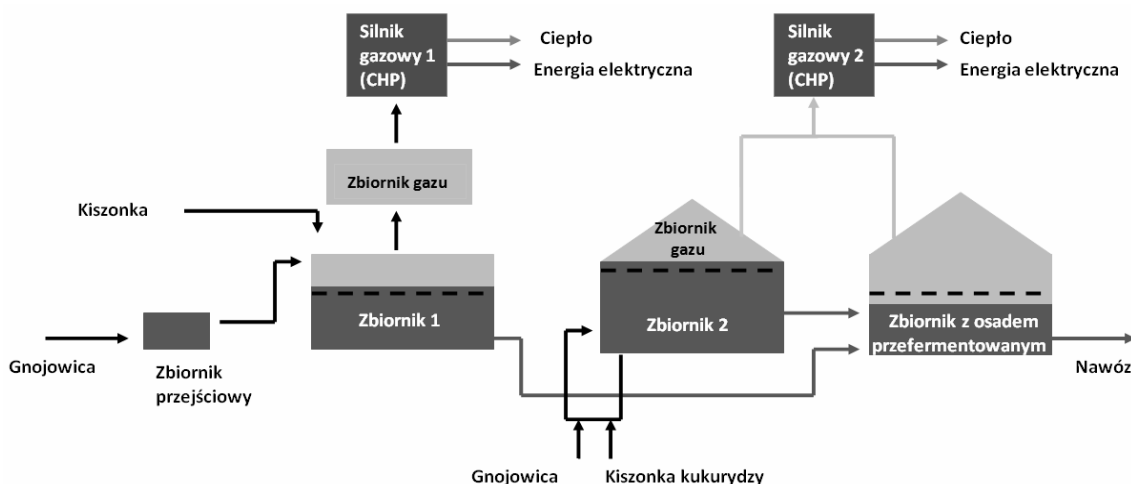
Ta rolnicza biogazownia będąca przykładem kofermentacji kiszonki kukurydzy i gnojowicy została wybudowana w 2003 r. w Austrii. Instalacja znajduje się na fermie zajmującej się hodowlą trzody chlewnej. Gnojowica (20 m³/d) stosowana jest jako kosubstrat (30% udziału) w celu osiągnięcia homogenizacji stałego surowca, jakim jest głównie kiszonka kukurydzy oraz pokruszone suche rośliny. W tej biogazowni przetwarza się około 11 000 t/rok kiszonki wraz z 7300 t/rok obornika i odcieków z kiszonki.

Do dwóch równoległych komór fermentacyjnych substraty są podawane automatycznie co godzinę. Reaktory pracują w temperaturze 39°C, a czas zatrzymania wynosi 77 dni, co odpowiada objętości załadunku 4,4 kg VS/m³/d (VS – *volatile solids*). Zawartość fermentora mieszana jest za pomocą dwóch mechanicznych mieszadeł. Rozcieńczanie mieszaniny substratów do wartości suchej masy poniżej 10% zapewnia efektywne mieszanie. Ilość produkowanego rocznie biogazu wynosi około 4 020 000 m³.



Zdjęcie 1. Biogazownia rolnicza w Reidling, Austria
Przykład instalacji z kofermentacją

Źródło: *Biomass gasification and biomass technology*,
Vienna University of Technology, <http://renet.at>



Rysunek 7. Schemat instalacji z dwoma równoległymi zbiornikami

Źródło: [9].

Tabela 9

Parametry operacyjne biogazowni

Parametry operacyjne biogazowni rolniczej opartej o proces kofermentacji o wydajności 1 MW z dwiema równoległymi komorami fermentacyjnymi	
Pojemność zbiorników na kiszonkę	9 000 m ³
Objętość komory fermentacyjnej 1	2 000 m ³
Objętość komory fermentacyjnej 2	1 850 m ³
Objętość krytego zbiornika na osad pofermentacyjny	2 000 m ³
Objętość odkrytego zbiornika na osad pofermentacyjny	3 800 m ³
Wsadowa ilość kiszonki	11 000 t/rok
Produkcja biogazu	4,02 mln m ³ /rok
Produkcja energii elektrycznej	8 030 MWh/rok
Produkcja energii cieplnej	8 223 MWh/rok
Zużycie energii elektrycznej na własne potrzeby	562 MWh/rok
Zużycie energii cieplnej na własne potrzeby	50 MWh/rok
Sprzedaż energii elektrycznej	8 030 MWh/rok
Sprzedaż energii cieplnej	1 600 MWh/rok

Źródło: [9].

Usuwanie siarkowodoru z biogazu następuje poprzez wprowadzanie powietrza do fermentora. Biogaz jest zbierany w zintegrowanym zbiorniku gazu wewnątrz drugiej komory fermentacyjnej, jak również w zewnętrznym zbiorniku gazu. Energia elektryczna i ciepła produkowane są w dwóch jednostkach skojarzonych o łącznej mocy 1 MW i 1034 MW.

Energia elektryczna jest dostarczana do krajowej sieci energetycznej, a ciepło jest wykorzystywane w lokalnej sieci ciepłowniczej. Przefermentowany osad zbierany jest w gazoszczelnym końcowym zbiorniku, zanim zostanie wykorzystany jako nawóz w sąsiedztwie gospodarstwa. Dodatkowo biogaz zmagazynowany w ostatecznym zbiorniku z osadem pofermentacyjnym używany jest w dwóch jednostkach skojarzonych. Średnia roczna wartość oznacza, że możliwe jest osiągnięcie 98% teoretycznej mocy elektrociepłowni [9].

Ta biogazownia rolnicza jest przykładem jednej z pierwszych instalacji pracujących w technologii suchej fermentacji. Substratem są rośliny energetyczne o wysokim stężeniu substancji stałych.

Biogazownia jest obsługiwana przez czterech rolników, którzy posiadają łącznie 355 ha gruntów ornych i 25 ha pastwisk do uprawy surowców.

Proces odbywa się w pionowym reaktorze w przepływie tłokowym bez mieszania substratu w reaktorze. Kiszonki roślin energetycznych są mieszane z osadem przefermentowanym i mieszanina ta jest pompowana do górnej części komory fermentacyjnej (rysunek 8). Fermentor składa się z dwóch stref: górnej strefy, w której zachodzi intensywne fermentacja i do której osad przefermentowany jest ciągle recyrkulowany, oraz drugiej strefy dla postfermentacji, gdzie osad przefermentowany może fermentować bez dodatkowego dozowania substratu [9].

Fermentowany materiał przepływa grawitacyjnie z góry komory fermentacyjnej do stożkowego dna. Biogaz gromadzi się w górnej części fermentora i płynie do zewnętrznego zbiornika gazu. Reaktor pracuje w temperaturze 54°C, a czas zatrzymania wynosi 29 dni, co odpowiada obciążeniu reaktora równemu 9,7 kg VS/m³/d. Zawartość suchej masy

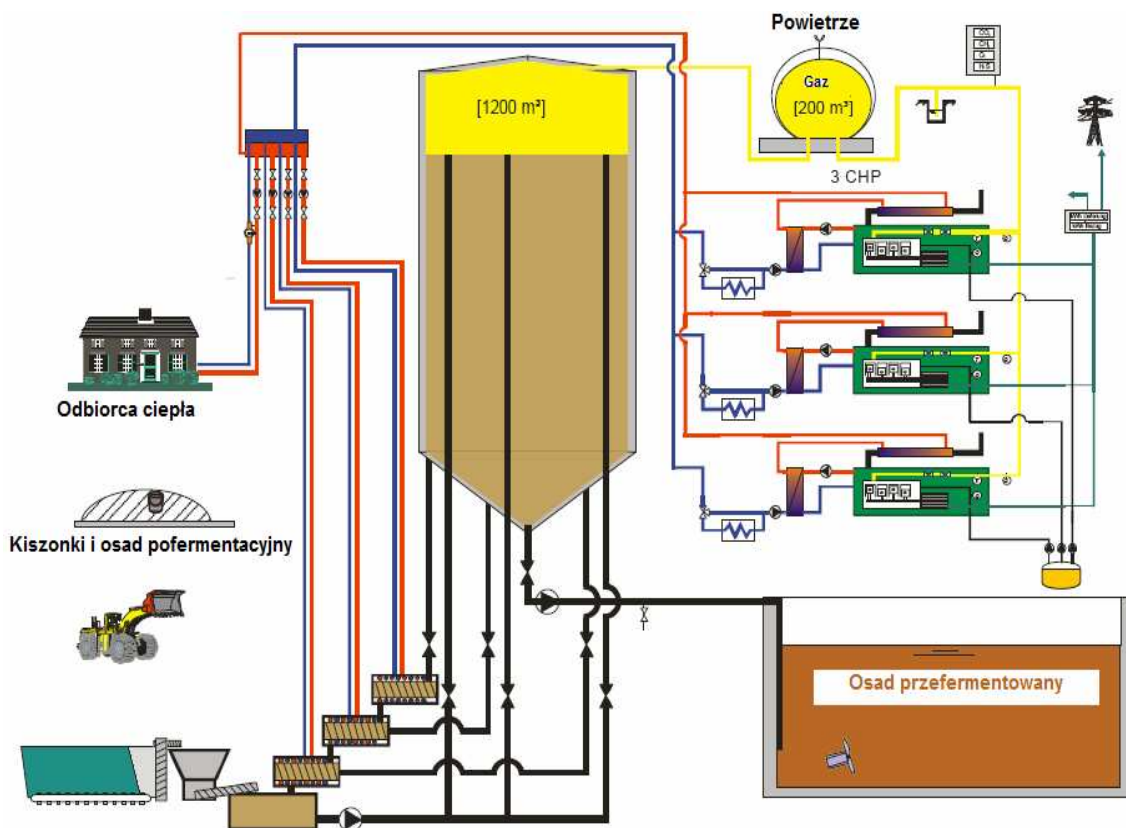


Zdjęcie 2. Instalacja do procesu suchej fermentacji

Źródło: [9].

w mieszaniu substratów wynosi 30%, podczas gdy osad przefermentowany ma całkowitą zawartość ciał stałych około 16%. Wydajność biogazu wynosi $5,8 \text{ m}^3/\text{m}^3$ reaktora/d.

Fermentor ma pojemność 1200 m^3 , wysokość 25 m i średnicę 8,5 m. Trzy jednostki kogeneracyjne o łącznej pojemności 750 kW i 780 kW wytwarzają energię elektryczną i ciepłą. Energia elektryczna jest dostarczana do regionalnej sieci elektrycznej, a ciepło jest używane w sieci ciepłowniczej do ogrzewania domów i suszenia świńskich uszu.



Rysunek 8. Schemat procesu suchej fermentacji

Źródło: [9].

Zakład został oddany do eksploatacji pod koniec 2006 r. i przetwarza 11 500 ton substratów rocznie (tabela 10).

Tabela 10

Parametry operacyjne biogazowni

Parametry operacyjne biogazowni rolniczej opartej o proces suchej fermentacji o wydajności 500 kW	
Wsadowa ilość kiszonki kukurydzy	5 700 t/rok
Wsadowa ilość osadu pofermentacyjnego	830 t/rok
Całkowita ilość wsadu	11 500 t/rok
Produkcja biogazu	2,54 mln m ³ /rok
Produkcja energii elektrycznej	4 140 MWh/rok
Produkcja energii cieplnej	4 340 MWh/rok
Zużycie energii elektrycznej na własne potrzeby	350 MWh/rok
Zużycie energii cieplnej na własne potrzeby	275 MWh/rok

Źródło: [9].

Pionowa konstrukcja umożliwia fermentowanie wsadów o wysokiej zawartości suchej masy bez konieczności mieszania. Tłokowe przemieszczanie się substratów w dół komory zapobiega rozdzielaniu faz i powstawaniu warstwy piany. Konstrukcja minimalizuje również zapotrzebowanie na powierzchnię [9].

Ta biogazownia powstała przy działającej oczyszczalni ścieków i produkuje energię z osadów ściekowych, jak również pozostałości biogenne, takich jak odpady organiczne i resztki jedzenia. Substraty mieszane są w zbiorniku ma-



Zdjęcie 3. Biogazownia z technologią mokrą w Hartberg, Austria

Źródło: <http://www.heatgroup.at/heatbio/index.php?id=5&sid=4&country=1>

gazynowym o pojemności 130 m³, a następnie pompowane do głównej komory fermentacyjnej (1500 m³) [50].

Osady ściekowe (ok. 27 t/d) dodawane są bezpośrednio do głównej komory fermentacyjnej, a następnie pompowane do drugiej komory fermentacyjnej (1500 m³) z czasem retencji około 20 dni (całkowity czas retencji około 60 dni). Temperatura wewnątrz komory wynosi 38°C. Zawartość komór fermentacyjnych mieszana jest za pomocą mieszadła kąowego w celu zapobieżenia rozdzielaniu faz. Zbiornik gazu (300 m³) znajduje się w oddzielnym pomieszczeniu. Osad przefermentowany z drugiej komory fermentacyjnej jest pompowany przez prasę filtracyjną, a frakcja ciekła jest zawracana do oczyszczalni ścieków. Frakcja stała wykorzystywana jest jako nawóz rolniczy.

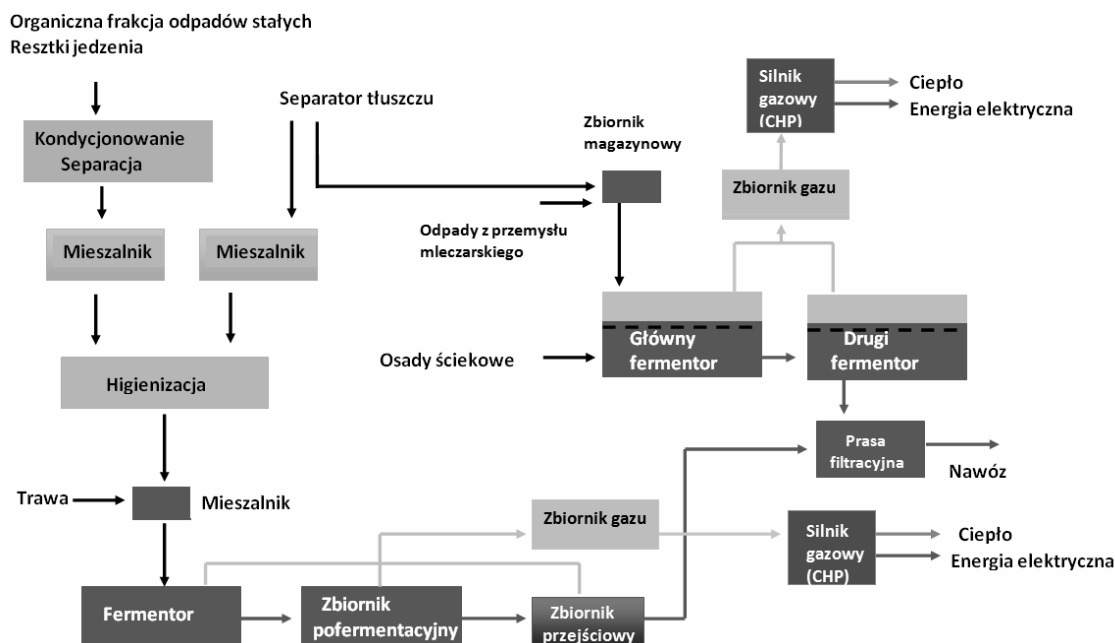
Tabela 11

Parametry operacyjne biogazowni

Parametry operacyjne biogazowni rolniczej opartej o proces mokrej fermentacji	
Wsadowa ilość odpadów biogenych	2 460 t/rok
Wsadowa ilość osadu ściekowego	10 000 t/rok
Całkowita ilość wsadu	12 460 t/rok
Produkcja energii elektrycznej	800 MWh/rok
Produkcja energii cieplnej	1200 MWh/rok
Zużycie energii elektrycznej na własne potrzeby	100 MWh/rok
Ilość energii elektrycznej dostarczonej do sieci elektrycznej	720 MWh/rok

Źródło: http://www.biogasregions.org/doc/shining_examples/4.pdf

Produkowana energia elektryczna służy do zasilania układów napędowych w oczyszczalni ścieków, jak również na potrzeby własne biogazowni. Reszta energii elektrycznej jest wysyłana do publicznej sieci energetycznej. Wytworzone ciepło jest wykorzystywane do ogrzewania hal oczyszczalni ścieków, biogazowni oraz do procesu higienizacji. Kolejnym elementem tej instalacji jest biofiltr umiejscowiony bezpośrednio powyżej źródła nieprzyjemnego zapachu i filtruje 3500 m³ powietrza na godzinę.



Rysunek 9. Schemat procesu mokrej fermentacji w Hartberg (Austria)

Źródło: [9].

3. Dostępność i charakterystyka surowców w regionie łódzkim

Obszar województwa łódzkiego znajduje się w centralnej części kraju. Swoim zasięgiem obejmuje powierzchnię 18 219 km² stanowiącą 5,85% powierzchni Polski.

Administracyjnie województwo łódzkie podzielone jest na 24 powiaty, w tym 3 grodzkie (miasta: Łódź, Piotrków Trybunalski i Skierniewice), oraz 161 gmin. Dominującym ośrodkiem regionu jest miasto Łódź skupiające niemalże wszystkie funkcje społeczno-administracyjne. W jego granicach żyje około 50% ludności miejskiej województwa. Taka struktura doprowadziła do naturalnego wyodrębnienia kilku podstawowych jednostek sieci osadniczej charakteryzujących region. Do najważniejszych z nich należą [81]:

1. **Łódzki Obszar Metropolitalny.** Jego granice obejmują miasto Łódź wraz z czterema granicznymi powiatami: brzezińskim, łódzkim wschodnim, pabianickim oraz zgierskim;

2. **Ośrodki Regionalne:** Kutno, Piotrków Trybunalski, Radomsko, Sieradz i Skiernewice;

3. **Ośrodki Subregionalne:** Łęczyca, Łowicz, Opoczno, Pabianice, Rawa Mazowiecka, Tomaszów Mazowiecki, Wieluń, Zduńska Wola oraz Zgierz;

4. **Specjalistyczny Ośrodek Dyspozycyjno-Usługowy:** Bełchatów.

Strukturę gospodarczą województwa łódzkiego odzwierciedla struktura ludności zatrudnionej w poszczególnych sektorach gospodarki. Region łódzki charakteryzuje wyższe niż przeciętnie w Polsce zatrudnienie w przemyśle i rolnictwie. Przekłada się to znacząco na ilość i rodzaj generowanych odpadów pochodzących z różnych gałęzi gospodarki. To z kolei stanowi o ogromnym, ale wciąż niewykorzystanym, potencjale województwa dla inwestycji biogazowych, działających w oparciu o biosurowce odpadowe.

Dominującą rolę w strukturze rolniczej województwa pełni produkcja towarowa (88,5% całkowitej produkcji rolniczej). Pozostała, niewielka część to produkcja na potrzeby własne. Charakterystyczną cechą jest przewaga produkcji zwierzęcej nad roślinną (58,2 do 41,8%, odpowiednio). Stąd też największy strumień odpadów biodegradowalnych, pochodzących z produkcji rolniczej stanowią odpady z hodowli żywca wieprzowego i drobiowego oraz odpady mleczarskie.

W minionym dziesięcioleciu największy udział w całkowitej produkcji sprzedanej przemysłu regionu łódzkiego miała branża artykułów spożywczych i napojów – niemal 20%. Oznacza to, iż właśnie ta gałąź przemysłu generuje znaczną ilość odpadów. Zakłady tej branży zlokalizowane są w całym województwie, a ich rozwój warunkuje silna pozycja rolnictwa oraz dobrze rozwinięte sadownictwo i warzywnictwo. Wśród największych producentów wymienić można takie zakłady przetwórcze, jak mleczarnie, ubojnie i marnie, gorzelnie oraz producenci konserw i koncentratów [58].

Odpady pochodzące z różnych gałęzi przemysłu stanowią nie tylko największy strumień całkowitej ilości odpadów, ale również ogromny problem z ich zagospodarowaniem. W województwie łódzkim odpady z przemysłu rolno-spożywczego stanowią prawie 9% wszystkich odpadów przemysłowych, nienależących do odpadów komunalnych i niebezpiecznych. Zgodnie z rozporządzeniem ministra środowiska [97] zaliczyć je można do grupy 02, a głównym ich producentem są ubojnie, zakłady przetwórstwa mięsnego, chłodnie, mleczarnie, gospodarstwa rolne, hodowlane i ogrodnicze, browary, gorzelnie oraz cukrownie, których na terenie województwa łódzkiego nie brakuje. W roku 2006

w regionie łódzkim wytworzono ponad 470 000 Mg takich odpadów, a największy podmiot prowadzący ich odzysk może wykorzystać jedynie 4,25% tej ilości. Pozostałe stanowią zatem potencjalne źródło odnawialnej energii, mogącej w znacznej mierze zaspakajać energetyczne potrzeby lokalnej społeczności. W dalszej części podrozdziału scharakteryzowano najbardziej kaloryczne i najczęściej występujące z nich.

Materiałem wsadowym dla mikrobiogazowni utylizacyjnych mogą być [18]:

- rośliny energetyczne pochodzące z upraw celowych: zboża, rośliny okopowe, rzepak, szybko rosnące trawy;
- odpady z produkcji spożywczej: resztki warzyw, odpady tłuszczów i serów, wytloki owoców, serwatka, wywar pogorzelniany, wysłodki;
- odpady z produkcji roślinnej: odpady zbożowe, odpady z pasz;
- odpady z produkcji zwierzęcej: obornik, gnojowica, suche odchody;
- odpady poubojowe: krew, kości, tkanki miękkie.

Spośród wyżej wymienionych substratów największa wydajność produkcji biogazu przypisywana jest odpadom z przemysłu rolno-spożywczego i produkcji zwierzęcej, mniejsza zaś – roślinom energetycznym. Charakterystykę wybranych odpadów oraz ich potencjał do produkcji biogazu przedstawiono w tabeli 12.

Z uwagi na szerokie spektrum rodzajów powstających w regionie odpadów kluczową rolę w procesie ich przetwarzania w energię elektryczną i ciepłą powinien odgrywać proces kofermentacji. Dobór poszczególnych substratów wsadowych musi uwzględniać teoretyczną wydajność i być poprzedzony szczegółowymi badaniami laboratoryjnymi. Optymalny skład wsadowy oraz proporcje mieszaniny substratów są zasadniczymi elementami etapu projektowego budowy mikrobiogazowni.

Spośród firm ankietowanych w badaniu potencjału województwa łódzkiego niemal 70% zadeklarowało produkcję odpadów pozwierzęcych, a około 25% odpadów z produkcji roślinnej. Największy strumień odpadów generowanych w regionie stanowią gnojowica i obornik, odpady poubojowe, a także serwatka, wywar pogorzelniany i produkty spożywcze nieprzydatne do spożycia. Wszystkie te surowce z powodzeniem mogą być wykorzystywane w procesie fermentacji metanowej.

Gnojowica jest płynnym odpadem powstającym z odchodów zwierzęcych stałych i ciekłych rozcieńczonych wodą poprocesową. Podstawowymi składnikami gnojowicy jest mocz i kał. Na ilość obu tych składników wpływ ma gatunek zwierząt hodowlanych oraz system ich chowu. Równie ważną rolę odgrywają czynniki zewnętrzne, takie jak warunki klimatyczne, jakość paszy czy ilość zużywanej wody.

Charakterystyka wybranych substratów i ich potencjał dla produkcji biogazu

Substrat		Procentowa zawartość s.m. w t substratu	Procentowa zawartość s.m.o. w zawartości s.m.	Produkcja metanu z 1 t s.m.o.
		% wsadu	% s.m.o.	m ³ /t s.m.o.
Przetwórstwo spożywcze	odpady i resztki owoców	45,0	61,5	400,0
	odpady i pozostałości	13,6	80,2	370,0
	melasa	81,7	92,5	301,6
	wysłodziny browarnicze	20,5	81,2	545,1
	wywar pogorzelniany ziemniaczany	13,6	89,5	387,7
	gliceryna	84,0	91,5	1196,0
	odpady z produkcji oleju	78,8	97,0	600,0
	serwatka	5,4	86,0	383,3
Rośliny energetyczne i odpady rolnicze	słoma	87,5	87,0	387,5
	trawa – kiszonka	40,3	83,4	396,6
	trawa	11,7	88,0	587,5
	siano	87,8	89,6	417,9
	ziemniaki – liście	25,0	79,0	587,5
	kukurydza – kiszonka	32,6	90,8	317,6
	bób – kiszonka	24,1	88,6	291,0
	rzepak – kiszonka	50,8	87,6	376,5
	burak pastewny	13,5	85,0	546,6
	buraki cukrowe	23,0	92,5	444,0
	cebula	12,9	94,8	360,3
Odpady poubojowe	osady poflotacyjne z rzeźni	14,6	90,6	680,0
	zawartość żołądków (bydło)	15,0	84,0	264,0
	odseparowana tkanka tłuszczowa	34,3	49,1	700,0
Odpady z hodowli zwierzęcej	gnojowica bydłowa	9,5	77,4	222,5
	gnojowica świńska	6,6	76,1	301,0
	gnojowica kurza	15,1	75,6	320,0
	gnojowica krów mlecznych	8,5	85,5	154,0
	gnojówka	2,1	60,0	222,5

Źródło: [17].

Gnojowica z hodowli przemysłowej zwierząt cechuje się dość niską zawartością suchej masy (tabela 12). Wysokie uwodnienie pozwala zaliczyć ją do odpadów nadających się głównie do przetwórstwa w procesach fermentacji. Ilości powstającego z niej biogazu wynoszą od 0,17 do 0,60 m³/kg s.m.o. (tabela 13).

Tabela 13

Charakterystyka odchodów zwierzęcych

Rodzaj odpadów		Zawartość wody %	Zawartość substancji organicznej % s.m.	Stosunek C/N	Produkcja biogazu m ³ /kg s.m.o.	Zawartość metanu w biogazie %
Gnojowica	trzoda	90–97	70–86	3–10	0,30–0,70	60–80
	bydło	88–95	75–85	6–20	0,20–0,50	55–75
Odchody kurze		70–90	57–80	3–10	0,25–0,60	60
Obornik	trzoda	65–90	75–80	9–19	0,27–0,45	70–80
	bydło	67–87	68–76	11–30	0,21–0,30	60
	konie	60–80	65–95	22–50	0,20–0,35	–
	owce	60–75	65–95	13–20	0,09–0,31	–

Źródło: [58].

Biogaz pozyskiwany z gnojowicy zawiera około 70% metanu. Szacuje się, że dla 20–30-dniowej fermentacji metanowej stopień rozkładu substancji organicznej wynosi 30–70% dla gnojowicy pochodzącej od trzody chlewnej, a 10–45% od bydła [51]. Wykorzystywanie gnojowicy jako substratu w procesie fermentacji posiada szereg zalet, wśród których wymienić należy utylizację uciążliwego odpadu, produkcję wartościowego nawozu i wysoką wydajność biogazu [17]. Nadaje się ona do procesu kofermentacji z innymi odpadami płynnymi, a jej transport i magazynowanie nie stanowią większego problemu [9].

Drugim istotnym substratem z punktu widzenia lokalnych biogazowni są odpady poubojowe. Wśród nich wyróżnić można tkanki miękkie, zawartość żołądków, tłuszcze odpadowe, krew oraz kości. Stanowią substrat o wysokiej wydajności produkcji metanu, do 0,43 m³/kg s.m.o. Zawartość suchej masy odpadów poubojowych wynosi 20,0%, a suchej masy organicznej 80,0% [65]. Charakterystykę odpadów poubojowych przedstawiono w tabeli 14.

Charakterystyka odpadów poubojowych

Rodzaj odpadów	Zawartość wody %	Zawartość substancji organicznej % s.m.	Stosunek C/N	Produkcja biogazu m ³ /kg s.m.o.	Zawartość metanu w biogazie %
Odpady z rzeźni	87–89	ok. 85	11–21	–	–
Mierzwa	81–89	75–90	20–30	0,20–0,45	58–72
Szlamy poflotacyjne	76–95	80–95	–	0,9–1,2	60–72
Odpadowa krew	10–78	ok. 95	3,0–3,5	ok. 0,41	–

Źródło: [58].

Odpady poubojowe zawierają w swoim składzie siarkę, stąd też podczas procesu fermentacji metanowej istnieje wysokie prawdopodobieństwo wydzielania siarkowodoru. Konieczne zatem staje się wykorzystanie instalacji do odsiarczania pozyskanego biogazu. Ponadto, odpady te muszą być poddawane higienizacji przed wykorzystaniem ich jako materiału wsadowego do bioreaktora [98].

Kolejnym, bardzo cennym substratem dla potencjalnych instalacji biogazowych w województwie łódzkim jest serwatka. Jest to odpad poprodukcyjny zakładów mleczarskich, powstający przy produkcji sera i kazeiny. Jest surowcem płynnym, niemal klarownym, zawierającym niewielkie ilości białka, laktozy, tłuszczu, soli mineralnych i witamin. W procesach produkcyjnych na 1 kg wytworzonego twarogu przypada około 10 kg serwatki. Dotychczas najczęściej proszkowana i stosowana jako pasza dla zwierząt może okazać się jednym z podstawowych kosubstratów w procesach fermentacji metanowej. Dane literaturowe pokazują, iż z 1 tony serwatki pozyskać można około 55 m³ biogazu o zawartości metanu wynoszącej powyżej 75% [59].

Wywar pogorzelniany jest substratem o wyższej niż gnojowica zawartości suchej masy i suchej masy organicznej. W technologiach fermentacyjnych często stosowany jest jako substrat bazowy w procesach kofermentacji. Jest produktem ubocznym powstającym podczas wytwarzania alkoholu etylowego. Z 1 t s.m.o. wywaru można pozyskać około 700 Nm³ biogazu.

Oprócz wywaru w zakładach, takich jak gorzelnie czy browary, powstają inne odpady mogące stanowić substrat dla pozyskiwania biogazu (tabela 15). Należą do nich młóto,

wyraski czy wylłoki. Koncepcja budowy instalacji biogazowych w oparciu o takie materiały wsadowe niesie z sobą wiele korzyści; gorzelnia jest jednocześnie dostawcą substratu i odbiorcą wytworzonej w procesie energii elektrycznej oraz cieplnej, co znacząco podnosi efektywność ekonomiczną inwestycji. Ponadto, wywar, jako substrat płynny, może być transportowany rurociągiem do biogazowni, co również obniża koszty eksploatacyjne.

Krótki przegląd lokalnie dostępnych surowców odpadowych świadczy o dużym potencjale regionu łódzkiego dla instalacji biogazowych, wykorzystujących generowane na terenie województwa odpady organiczne. Z przeprowadzonych w ramach badań ankiet wynika, iż na terenie województwa łódzkiego rocznie generowane jest 240 t gnojowicy,

Tabela 15

Charakterystyka odpadów gorzelnianych

Rodzaj odpadów	Zawartość wody %	Zawartość substancji organicznej % s.m.	Stosunek C/N	Produkcja biogazu m ³ /kg s.m.o.	Zawartość metanu w biogazie %
Wysłodki, drożdże piwne	55–80	70–80	12–15	0,58–0,75	59–60
Wywary, wylłoki, wyraski	73	81–95	50	0,30–0,70	58–65

Źródło: [58].

Tabela 16

Charakterystyka odpadów roślinnych pochodzących z przetwórstwa rolno-spożywczego

Rodzaj odpadów	Zawartość wody %	Zawartość substancji organicznej % s.m.	Stosunek C/N	Produkcja biogazu m ³ /kg s.m.o.	Zawartość metanu w biogazie %
Miaższ jabłek	60–88	85–90	13–48	0,66–0,68	65–70
Wycierki z przetwórstwa ziemniaków	75	ok. 90	28	0,65–0,75	52–65
Wylłoki owoców	62–88	90–95	20–49	0,59–0,66	65–70
Resztki pomidorów	62	–	11	–	–

Źródło: [58].

4400 t odpadów poubojowych, 4800 t serwatki, 1800 t wywaru pogorzelnianego oraz 1300 t odpadów z przetwórstwa warzyw i owoców, przy czym należy pamiętać, iż nie wszystkie zakłady zdecydowały się na udział w ankiecie. Gdyby do tych ilości dołożyć biodegradowalną frakcję odpadów komunalnych, potencjał ten okazuje się jeszcze większy.

W dalszej części artykułu przedstawione zostaną możliwości zagospodarowania tych surowców w technologiach fermentacyjnych dla kilku podmiotów gospodarczych zlokalizowanych w regionie łódzkim. Niech będą one rentowną odpowiedzią dla lokalnych samorządów w walce z nadmierną ilością odpadów.

4. Uwarunkowania lokalizacji mikrobiogazowni bazujących na przemysłowych odpadach organicznych

Właściwy dobór lokalizacji pod inwestycję biogazową jest podstawowym krokiem podczas jej planowania. Spośród wszystkich technologii wykorzystujących OZE jako substrat to właśnie biogazownie i ich późniejsza eksploatacja należą do najbardziej wrażliwych na różne czynniki i warunki lokalizacyjne.

Głównymi parametrami pozwalającymi korzystnie usytuować inwestycję biogazową są [60]:

- dostępność surowców pierwotnych dla procesu fermentacji;
- dostęp do infrastruktury zapewniającej odbiór wyprodukowanej energii cieplnej i elektrycznej wraz z możliwością uzyskania warunków przyłączeniowych;
- dostęp do terenów umożliwiających bezpieczne dla środowiska zagospodarowanie odpadów pofermentacyjnych;
- wymagania dla terenu inwestycyjnego dotyczące warunków infrastrukturalnych, powierzchniowych i środowiskowych.

Ponadto należy mieć na uwadze, iż biogazownia powinna być usytuowana w pewnej odległości od zabudowań ludzkich. Wiąże się to bezpośrednio z narażeniem miejscowej ludności na hałas, odory i ewentualną emisję spalin z jednostek kogeneracyjnych. Prawdopodobieństwo występowania przykrych zapachów można zminimalizować poprzez budowę hali przyjęć substratów wyposażonej w biofiltry.

W województwie łódzkim – ze względu na lokalne strategie samorządowe oraz ilość podmiotów gospodarczych działających w sektorach mięsnych i przetwórczych – główny nacisk powinno położyć się na budowę biogazowni skojarzonych z surowcami odpadowy-

mi lokalnej gospodarki. Za takim podejściem do planowanych inwestycji przemawiają głównie korzyści ekonomiczne: minimalne koszty pozyskiwania wsadów do procesu, a także utylizacja generowanych w regionie odpadów biodegradowalnych odciażająca funkcjonujące w regionie składowiska. Stąd też w niniejszym opracowaniu skoncentrowano się na lokalizacji inwestycji w bezpośrednim sąsiedztwie zakładów przemysłu rolno-spożywczego. Dla mniejszych inwestycji należy uwzględnić również możliwość wykorzystania organicznej frakcji odpadów komunalnych pochodzących z selektywnej zbiórki prowadzonej na danym obszarze.

Dostępność substratów do produkcji biogazu rozpatrywano w oparciu o ilość i rodzaj generowanych w województwie odpadów poprodukcyjnych. Mapa 6 przedstawia lokalizację zakładów biorących udział w badaniu, stanowiących potencjalne źródło pozyskiwania surowców.

Dobór odpowiednich substratów dla inwestycji biogazowej zdeterminowany jest głównie przez koszt ich pozyskiwania. Głównym elementem wpływającym na ekonomię tego etapu jest koszt transportu materiału wsadowego od producenta do biogazowni. Najczęściej przyjmuje się, że optymalna i opłacalna inwestycja zlokalizowana jest w odległości do 30 km od dostawcy substratów. W oparciu o przeprowadzone badania dla regionu łódzkiego taki wariant byłby niemożliwy, stąd też kosztami transportu teoretycznie obciążono bezpośredniego dostawcę substratu bądź też zniwelowano je, wykorzystując rurociągi do transportu surowców płynnych. Dla producentów odpadów jest to w dalszym ciągu wariant opłacalny z uwagi na ponoszone dotychczas koszty utylizacji.

Przy doborze właściwych lokalizacji dla mikrobiogazowni w województwie łódzkim szczególnie nacisk położono właśnie na koszty związane z pozyskiwaniem surowców. W każdym z czterech sugerowanych wariantów kosubstratem jest odpad w postaci płynnej (wywar pogorzelniany, serwatka), a inwestycję planuje się wybudować w obrębie zakładów przetwórstwa mięsnego lub w bliskim ich sąsiedztwie. Największą koncentracją ubojni charakteryzują się powiaty: piotrkowski, bełchatowski i brzeziński, ale zakłady o tym profilu działają również w powiecie zgierskim, łódzkim wschodnim, tomaszowskim, rawskim i mieście Łodzi.

Obok dostępności surowców stanowiących potencjalny wsad dla instalacji biogazowych równie istotnym czynnikiem, wpływającym na dobór lokalizacji, jest dostęp do infrastruktury energetycznej. Powinna ona zapewniać odbiór energii elektrycznej, ciepłej lub też samego biogazu wytwarzanego na drodze fermentacji metanowej.



Mapa 6. Lokalizacja ankietowanych zakładów przemysłu rolno-spożywczego w województwie łódzkim

Źródło: oprac. własne.

Wyprodukowana przez instalację biogazową energia elektryczna może być dostarczana do sieci elektroenergetycznej niskiego (0,4 kV) lub średniego napięcia (15 kV). Przy projektowaniu biogazowni przyjmuje się, że instalacje o mocach niższych niż 250 kW przyłączane są do sieci niskiego napięcia. Wszystkie sugerowane w niniejszej

pracy inwestycje mają mniejszą moc, stąd też wystarczająca dla realizacji założeń będzie obecność sieci o napięciu 0,4 kV. Niemniej jednak każde przyłączenie wymagało będzie szczegółowej analizy stanu istniejącej w poszczególnych lokalizacjach sieci elektroenergetycznej. Potencjalni inwestorzy muszą liczyć się z koniecznością poniesienia nakładów inwestycyjnych na budowę bądź też przebudowę linii niskiego napięcia oraz rozbudowę stacji transformatorowych.

Przed przystąpieniem do budowy mikrobiogazowni inwestor powinien otrzymać warunki przyłączenia do sieci elektroenergetycznej od właściwego operatora. Ten etap inwestycji regulowany jest ustawą Prawo energetyczne [111] oraz innymi aktami prawnymi [93], [92] i dokumentami, np. Instrukcje Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej Operatorów Systemu Dystrybucyjnego. Konieczne jest również uzyskanie koncesji na wytwarzanie energii elektrycznej dla instalacji energetycznych, bazujących na odnawialnych źródłach energii [58].

W przypadku zastosowania i wykorzystania przez potencjalnego inwestora systemów kogeneracyjnych istotnym elementem doboru lokalizacji biogazowni może okazać się przebieg istniejącej sieci ciepłowniczej. Ekonomicznym działaniem jest na pewno odprowadzanie niewykorzystanego w procesie technologicznym ciepła. W skrajnych przypadkach, gdy taka sieć nie istnieje, inwestycję biogazową lokalizuje się w pobliżu zakładów/obiektów charakteryzujących się dużym zapotrzebowaniem na energię ciepłą. Sugerowane przez Autorów biogazownie nie przewidują – z racji stosowanych uproszczeń obliczeniowych – kogeneracji. Niemniej jednak jest to opcja warta rozważenia.

Biogazownie opierające się o poprzemysłowe odpady organiczne nie są – niestety – technologiami bezodpadowymi. W procesie fermentacji metanowej powstaje bowiem osad pofermentacyjny, zawierający znaczną ilość zmineralizowanych substancji biogenych (azot, fosfor), który wymaga bezpiecznego dla środowiska zagospodarowania. Biorąc pod uwagę jednoczesną z utylizacją odpadów higienizację pozostałości organicznej, problem samego odpadu wydaje się być marginalny. Parametry fizykochemiczne pozwalają zaliczyć osad pofermentacyjny do grupy doskonałych, pełnowartościowych nawozów dla upraw rolniczych. Jedynym problemem wydaje się składowanie niewykorzystywanego, nadmiernego osadu pofermentacyjnego oraz lokalizacja na terenie inwestycyjnym miejsc do jego kompostowania.

Fermentat może być poddawany wieloetapowej obróbce końcowej. Jednostkowe operacje składające się na cały ten proces to odwadnianie, stabilizacja tlenowa (kompostowanie) i konfekcjonowanie [58]. Osad pofermentacyjny magazynowany jest zazwyczaj w różnego rodzaju zbiornikach zamkniętych lub otwartych, a po odwodnieniu wywożony

i składowany na lagunach. Związane jest to ściśle z sezonową możliwością rozprowadzania nawozów na polach [95]. Wielkość zbiornika bądź też laguny zależy od ilości substratów wprowadzanych do komory fermentacyjnej. Dla inwestycji biogazowych proponowanych w niniejszym opracowaniu przyjęto, iż zapotrzebowanie na pojemność lagun, a więc gruntów otaczających biogazownie, wynosi około 6000 m³. Warunki rozprowadzania odpadów pofermentacyjnych w celu nawożenia określa bezpośrednio rozporządzenie ministra środowiska [96] oraz ustawa o nawozach i nawożeniu [112].

Stosowanie osadu pofermentacyjnego jako nawozu nie jest jedynym rozwiązaniem. Alternatywą może być produkcja brykietów opałowych lub kompostu z przefermentowanych osadów. Zestawienie stosowanych możliwości zagospodarowania osadu przedstawia tabela 17.

Tabela 17

Wykorzystanie przefermentowanych odpadów stałych

Technologia	System	Wykorzystanie pofermentu
Bora	–	rozprowadzany na rynku jako BORASKOMPOST
Wabio	mokry	płynny, nieodwodniony fermentat wykorzystywany jako nawóz w rolnictwie
Valorga	suchy	paczkowany i wprowadzany na rynek jako nawóz pod winorośl
BTA	mokry	wykorzystywany przyrodniczo po lub bez kompostowania
Dranco	suchy	rozprowadzany na rynku jako nawóz HUMOTEX
Jysk	mokry	uwodniony fermentat wykorzystywany w rolnictwie
Kompogas	suchy	rozprowadzany jako kompost

Źródło: [58].

Ocena potencjalnego terenu pod inwestycję biogazową wiąże się bezpośrednio z uwzględnieniem pewnych charakterystycznych czynników. Są to: zapotrzebowanie przestrzeni, dostępność infrastruktury drogowej i technicznej oraz uwarunkowania środowiskowe.

Wymiary przestrzenne działki inwestycyjnej zdeterminowane są głównie wielkością planowanej biogazowni, stosowanej technologii produkcji biogazu oraz rodzajem wykorzystywanych surowców. Równie istotny jest sposób transportu substratów oraz odprowadzenia i składowania pofermentu.

W uproszczonych obliczeniach przyjmuje się, że dla biogazowni o mocy 2 MW, wyposażonej we wszystkie możliwe obiekty techniczno-budowlane, wraz z budynkiem do przechowywania substratów i składowania odpadów pofermentacyjnych, zapotrzebowanie na teren wynosi około 3 ha.

Szczegółowe warunki zagospodarowania terenu inwestycyjnego pod budowę biogazowni określa rozporządzenie ministra rolnictwa i gospodarki żywnościowej [94]. Dotyczą one zwłaszcza lokalizacji komór fermentacyjnych i zbiorników biogazu względem pozostałych obiektów budowlanych i sąsiadujących działek, a także stref bezpieczeństwa tworzonych ze względu na zagrożenie pożarem lub wybuchem. Określają one minimalne odległości pomiędzy poszczególnymi budynkami, instalacjami i działkami. Ponadto ściśle charakteryzują rodzaj działek pod daną inwestycję.

Oprócz odpowiednich wymiarów wybrany obszar inwestycyjny powinien spełniać pewne normy dotyczące infrastruktury terenu. Dotyczą one dostępności do sieci wodno-kanalizacyjnej oraz do lokalnej infrastruktury drogowej, zapewniającej bezpieczny transport surowców do biogazowni.

W przypadku braku możliwości podłączenia instalacji do sieci wodno-kanalizacyjnej, alternatywą jest wyposażenie obiektu we własną infrastrukturę tego typu. Podobnie z drogami dojazdowymi – konieczna może okazać się budowa nowej drogi lub modernizacja starej. W każdym z tych przypadków potencjalny inwestor ponosi dodatkowe koszty.

Jak wspomniano we wcześniejszej części podrozdziału instalacja biogazownia nie może być wybudowana w odległości mniejszej niż 300 m od zabudowań ludzkich. Ma to ścisły związek z emisjami takich czynników jak hałas, nieprzyjemne zapachy bądź też spaliny. Przy doborze lokalizacji uwzględnia się także kierunki wiatrów. Biogazownię buduje się tak, aby przez jak największą część roku znajdowała się po stronie zawietrznej względem budynków mieszkalnych i obszarów chronionych. Należy również wykluczyć transport surowców i odpadów pofermentacyjnych przez tereny zabudowane, a całą inwestycję odizolować od okolicznych terenów pasami zieleni średnio- i wysokopiennej.

Zabronione jest lokalizowanie biogazowni na terenach parków narodowych, rezerwatów przyrody i na obszarach ochrony uzdrowiskowej. Również w parkach krajobrazowych, obszarach chronionego krajobrazu, otulinach parków, obszarach korytarzy ekologicznych i obszarach sieci Natura 2000 budowa biogazowni może okazać się niemożliwa do zrealizowania. Decyzję w tej kwestii podejmuje właściwy wojewoda, który może wprowadzić całkowity zakaz budowy instalacji mogących znacząco oddziaływać na środowisko. Istotną kwestią jest również prawne przeznaczenie wybranej lokalizacji w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego [114].

Niniejsze opracowanie nie uwzględnia wszystkich powyższych czynników. Doboru poszczególnych lokalizacji dokonano głównie w oparciu o dostępność i gazowość substratów. W celach uszczegółowienia pracy należałoby nakłonić do współpracy wszystkie zakłady przetwórstwa rolno-spożywczego znajdujące się na wybranych terenach. Kolejny podrozdział jest jedynie bardzo ogólnym określeniem potencjału regionu dla budowy mikrobiogazowni opierających się o poprzemysłowe odpady organiczne, wzbogacone odpadami z gospodarstw rolnych.

5. Potencjalne lokalizacje instalacji biogazowych w województwie łódzkim

Województwo łódzkie – jak pokazują przeprowadzone w ramach Projektu badania – obfituje w szereg potencjalnych dostawców substratów dla procesu fermentacji metanowej. Szczegółowa analiza otrzymanych danych pozwala wstępnie dokonać selekcji obszarów (powiatów) o większej lub też mniejszej koncentracji zakładów przetwórstwa rolno-spożywczego. Choć teoretycznie wskazane byłoby ulokowanie inwestycji w jak najmniejszej odległości od producentów odpadów, w niniejszej pracy skoncentrowano się na pokazaniu możliwości współpracy międzyterytorialnej i wykorzystaniu całego potencjału regionu łódzkiego. Stąd też przedstawione cztery potencjalne lokalizacje biogazowni usytuowane są w różnych częściach województwa.

Jak już wcześniej wspomniano, w badaniach celowo uwzględniono dane tylko z niewielkiej części istniejących w rzeczywistości zakładów przetwórczych. Pozostawiono dzięki temu otwartą drogę do rozszerzania wybranych koncepcji o kolejnych producentów substratów, a tym samym zwiększania mocy mikrobiogazowni. W warunkach polskich budowa biogazowni wiąże się wciąż z dużym oporem społecznym, w związku z czym kluczowym punktem inwestycji jest przekonanie lokalnej społeczności do podejmowanych działań. Właściwym podejściem wydaje się zatem proponowana przez Autorów budowa niewielkich biogazowni o małych mocach i o niewielkiej uciążliwości zapachowej. Wraz z rosnącą akceptacją społeczną dla tego typu inwestycji możliwe będzie zwiększanie ich skali i wydajności.

Właściwie każda z sugerowanych w pracy instalacji mieści się w obszarze dużych aglomeracji miejskich. Stwarza to możliwość uzupełniania wsadów selektywnie zbieraną frakcją odpadów komunalnych. W przedstawionych badaniach celowo pominięto to źródło substratów, gdyż założeniem pracy było wykorzystanie źródeł przemysłowych, a więc najbardziej problematycznych z punktu widzenia producentów odpadów. Wzorem

jednak naszych zachodnich i północnych sąsiadów można doskonale połączyć oba strumienie odpadów, komunalnych i przemysłowych, i wykorzystać je dla celów energetyki odnawialnej.

Autorzy pragną zwrócić szczególną uwagę na fakt, iż każda z sugerowanych opcji inwestycyjnych jest tylko i wyłącznie pewną koncepcją rozpatrywaną w celach badawczych, a ich modyfikacje są w pełni wykonalne i prawdopodobne. Proponowane wsady dla czterech wariantów mikrobiogazowni można wzbogacać dodatkowo kiszonkami roślin wysokoenergetycznych, zapewniając tym samym ciągłość dostaw substratów w razie wystąpienia przestoju w produkcji w wybranych zakładach przetwórczych.

Mikrobiogazownia *Ania*

Ania jest największą z zaproponowanych instalacji biogazowych dla województwa łódzkiego. Dostawcami surowców dla tej mikrobiogazowni będą producenci odpadów z pięciu sąsiadujących ze sobą powiatów: piotrkowskiego, łódzkiego wschodniego, tomaszowskiego, brzezińskiego oraz rawskiego. Działka pod budowę z ekonomicznego punktu widzenia powinna zostać ulokowana na pograniczu powiatów piotrkowskiego i tomaszowskiego, w rejonie gmin Moszczenica lub Wolbórz. Rozmieszczenie poszczególnych dostawców materiału wsadowego przedstawiono na mapie 7.

Spośród 16 proponowanych zakładów dostarczających substraty do produkcji biogazu 9 jest ubojniami. Charakterystyczny dla nich typ odpadów stanowi największy strumień materii organicznej. Niewiele mniejsza ilość substratów pozyskiwana być może z dwóch dużych mleczarni. Pozostałą część wsadową



Mapa 7. Pogładowe rozmieszczenie dostawców substratów dla mikrobiogazowni *Ania*

Źródło: oprac. własne.

do fermentora stanowią odpady pochodzące z gorzelnii, chlewni i zakładów przetwórstwa spożywczego.

W tabeli 18 zestawiono rodzaj i ilość pozyskiwanych lokalnie substratów na potrzeby planowanej inwestycji.

Tabela 18

Charakterystyka wsadu i prognozowane jego ilości dla mikrobiogazowni *Ania*

Rodzaj substratu	Ilość [t/r]
Poubojowa tkanka miękka	1 590,00
Kości	456,00
Serwatka	1 200,00
Wywar pogorzelniany	600,00
Gnojowica świńska	30,00
RAZEM	3 876,00

Źródło: oprac. własne.

Tabela 19

Prognozowany roczny uzysk biogazu dla mikrobiogazowni *Ania*

Substrat	Ilość [t/r]	s.m. [%]	Ilość [l/kg s.m.]	Biogaz [m ³ /r]
Poubojowa tkanka miękka	1 590,00	28,0	800	356 160
Kości	456,00	80,0	400	145 920
Serwatka	1 200,00	6,0	550	39 600
Wywar pogorzelniany	600,00	9,0	550	29 700
Gnojowica świńska	30,00	2,0	300	180
RAZEM	3 876,00	–	–	571 560

Źródło: oprac. własne.

Do dalszych obliczeń przyjęto, iż średnia zawartość metanu w biogazie wynosi 65%. Kaloryczność metanu szacuje się na poziomie 9,17 kWh/m³. Sprawność generatora elektrycznego założono na poziomie 0,4. Obliczona w oparciu o te dane teoretyczna moc mikrobiogazowni nr 1 wynosi 150 kW.

Mikrobiogazownia Karina

Kolejną z proponowanych, nieco mniejszą biogazownią jest instalacja działająca w rejonie powiatu bełchatowskiego. Przykład ten wybitnie pokazuje możliwość wykorzystania lokalnego potencjału w celach produkcji energii ze źródeł odnawialnych. Może stanowić ciekawą alternatywę dla istniejącej w Bełchatowie kopalni węgla brunatnego i zmienić nieco wizerunek miasta na bardziej proekologiczny. Ekonomicznie jest to wariant bardzo opłacalny, z uwagi na możliwość przyłączenia do sieci energetycznej gwarantowanej przez Elektrownię Bełchatów. Doskonale rozwinięta infrastruktura zapewni bezpieczny transport substratów wsadowych na teren biogazowni.

Spośród istniejących w powiecie bełchatowskim zakładów przetwórstwa rolno-spożywczego tylko trzy wzięły udział w przeprowadzonych w Projekcie badaniach. Są to dwie ubojnie oraz mleczarnia (mapa 8). Niemniej jednak ilość wytwarzanych przez nie odpadów organicznych wystarczy na wybudowanie mikrobiogazowni mogącej zaspakajać lokalne potrzeby energetyczne. W tabeli 20 zestawiono rodzaj i ilość pozyskiwanych potencjalnych substratów na potrzeby planowanej inwestycji.

W celu obliczenia teoretycznej mocy planowanej inwestycji mikrobiogazowej dla pozyskiwanych surowców organicznych – podobnie jak w przypadku mikrobiogazowni *Ania* – określono ich potencjał dla produkcji biogazu. Do obliczeń zastosowano komercyjne i ogólnie dostępne tzw. kalkulatory. Otrzymałe wyniki zestawiono w tabeli 21.

Stosując do dalszych obliczeń współczynniki wykorzystywane dla mikrobiogazowni *Ania*, określono teoretyczną moc elektryczną dla wariantu bełchatowskiego. Instalacja ta – pomimo stosunkowo mniejszej od poprzedniej ilości wsadów – charakteryzuje się mocą 55 kW.



Mapa 8. Poglądowe rozmieszczenie dostawców substratów dla mikrobiogazowni *Karina*

Źródło: oprac. własne.

Tabela 20

Charakterystyka wsadu i prognozowane jego ilości dla mikrobiogazowni *Karina*

Rodzaj substratu	Ilość [t/r]
Poubojowa tkanka miękka	900,00
Serwatka	30,00
RAZEM	930,00

Źródło: oprac. własne.

Tabela 21

Prognozowany roczny uzysk biogazu dla mikrobiogazowni *Karina*

Substrat	Ilość [t/r]	s.m. [%]	Ilość [l/kg s.m.]	Biogaz [m ³ /r]
Poubojowa tkanka miękka	900,00	28,0	800	201 600
Serwatka	30,00	6,0	550	990
RAZEM	3 876,00	–	–	202 590

Źródło: oprac. własne.

Mikrobiogazownia *Dorotka*

Trzecia z proponowanych instalacji biogazowych obejmuje swoim zasięgiem bazę surowcową pochodzącą z terytoriów trzech sąsiadujących ze sobą powiatów: sieradzkiego, wieluńskiego i wierszowskiego. Rodzaj prowadzonego na wybranym obszarze profilu przetwórstwa rolno-spożywczego determinuje podstawowy strumień odpadów: substratami podstawowymi dla produkcji biogazu są w tym przypadku serwatka oraz tkanki miękkie, pochodzące z lokalnych masarni, co stanowi 90% masy wsadowej do fermentora. Jest to przykład mikrobiogazowni całkowicie pozbawionej wpływu dużej aglomeracji miejskiej. Lokalizację producentów materiału wsadowego zamieszczono na mapie 9.

Tabela 22

Charakterystyka wsadu i prognozowane jego ilości dla mikrobiogazowni *Dorotka*

Rodzaj substratu	Ilość [t/r]
Poubojowa tkanka miękka	300,00
Wywar pogorzelniany	6,00
Serwatka	600,00
Obornik kurzy	30,00
Warzywa	36,00
Olej	6,00
RAZEM	978,00

Źródło: oprac. własne.

Jako optymalny teren pod budowę inwestycji wybrano obszar gminy Złoczew. Podobnie jak w przypadku biogazowni „bełchatowskiej”, tu również istnieje możliwość pokazania alternatywnej instalacji energetycznej działającej w oparciu o OZE, a nie o dostępne na terenie gminy złoża węgla brunatnego. Ponadto jest to bardzo atrakcyjny inwestycyjnie teren, głównie ze względu na dobrze rozwinięte szlaki komunikacyjne (droga krajowa S8). Spośród proponowanych instalacji jest to pierwsza, wykorzystująca jako wsad materię organiczną z obróbki warzyw i owoców. Rodzaj pozyskiwanych substratów i ich ilość przedstawiono w tabeli 22.

Teoretyczną moc planowanej mikrobiogazowni obliczono na podstawie wyznaczonego rocznego uzysku biogazu. Podobnie jak we wcześniejszych wariantach, do obliczeń zastosowano komercyjne i ogólnie dostępne tzw. kalkulatory. Otrzymane wyniki zestawiono w tabeli 23.



Mapa 9. Poglądowe rozmieszczenie dostawców substratów dla mikrobiogazowni *Dorotka*

Źródło: oprac. własne.

Prognozowany roczny uzysk biogazu dla mikrobiogazowni *Dorotka*

Substrat	Ilość [t/r]	s.m. [%]	Ilość [l/kg s.m.]	Biogaz [m ³ /r]
Poubojowa tkanka miękka	900,00	28,0	800	67 200
Wywar pogorzelniany	6,00	9,0	550	297
Serwatka	600,00	6,0	550	19 800
Obornik kurzy	30,00	40,0	400	4 800
Warzywa	36,00	7,4	640	1 705
Olej	6,00	72,2	363	1 573
RAZEM	978,00	–	–	95 375

Źródło: oprac. własne.

Końcowe obliczenia przeprowadzono analogicznie jak w dwóch poprzednich przypadkach. Teoretyczna moc elektryczna dla instalacji mikrobiogazowej *Dorotka* wyniosła 25 kW.

Mikrobiogazownia *Magda*

Ostatnią z proponowanych instalacji biogazowych jest inwestycja obejmująca swoim zasięgiem największego potencjalnego dostawcę surowców wsadowych, a więc miasto Łódź. Dodatkowo substratami dla procesu fermentacji byłyby również odpady generowane w powiatach ościennych: poddębickim, zgierskim i pabianickim. Na obszarze tym dominującym profilem produkcji rolno-spożywczej są mleczarnie. Oprócz nich występują również ubojnie, zakłady przetwórstwa spożywczego i gorzelnia (mapa 10).

Substratem podstawowym dla procesu kofermentacji prowadzonego w mikrobiogazowni *Magda* będzie serwatka. Jest to celowy zabieg Autorów z uwagi na bardzo duże zainteresowanie mleczarzy współpracą z inwestorami w instalacje biogazowe. Ilość tego odpadu w wybranym regionie województwa łódzkiego jest duża, a pamiętać należy, iż jest to szacunkowa wartość wyznaczona w oparciu o przeprowadzone ankiety. Ilość i rodzaj potencjalnych substratów dla biogazowni zebrano w tabeli 24.

Tabela 24

Charakterystyka wsadu i prognozowane jego ilości dla mikrobiogazowni *Magda*

Rodzaj substratu	Ilość [t/r]
Serwatka	1 524,00
Poubojowa tkanka miękka	204,00
Wywar pogorzelniany	12,00
Gnojowica świńska	30,00
RAZEM	1 770,00

Źródło: oprac. własne.



Mapa 10. Poglądowe rozmieszczenie dostawców substratów dla mikrobiogazowni *Magda*

Źródło: oprac. własne.

Najlepszą lokalizacją dla mikrobiogazowni *Magda* byłaby działka w obszarze miasta Zgierza. Posiada ono dobre połączenia komunikacyjne (droga krajowa S1), ponadto leży w obrębie obwodnicy Łodzi i autostrady A1. Bliskość oczyszczalni ścieków także nie pozostaje bez znaczenia, gdyż osad nadmierny jest doskonałym substratem w procesie fermentacji.

Tabela 25

Prognozowany roczny uzysk biogazu dla mikrobiogazowni *Magda*

Substrat	Ilość [t/r]	s.m. [%]	Ilość [l/kg s.m.]	Biogaz [m ³ /r]
Serwatka	1 524,00	6,0	550	50 292
Poubojowa tkanka miękka	204,00	28,0	800	45 696
Wywar pogorzelniany	12,00	9,0	550	594
Gnojowica świńska	30,00	2,0	300	180
RAZEM	978,00	–	–	96 762

Źródło: oprac. własne.

Analogicznie jak w poprzednich przypadkach teoretyczną moc planowanej mikrobiogazowni obliczono na podstawie wyznaczonego rocznego uzysku biogazu. Do obliczeń zastosowano komercyjne i ogólnie dostępne tzw. kalkulatory. Otrzymane wyniki zestawiono w tabeli 25.

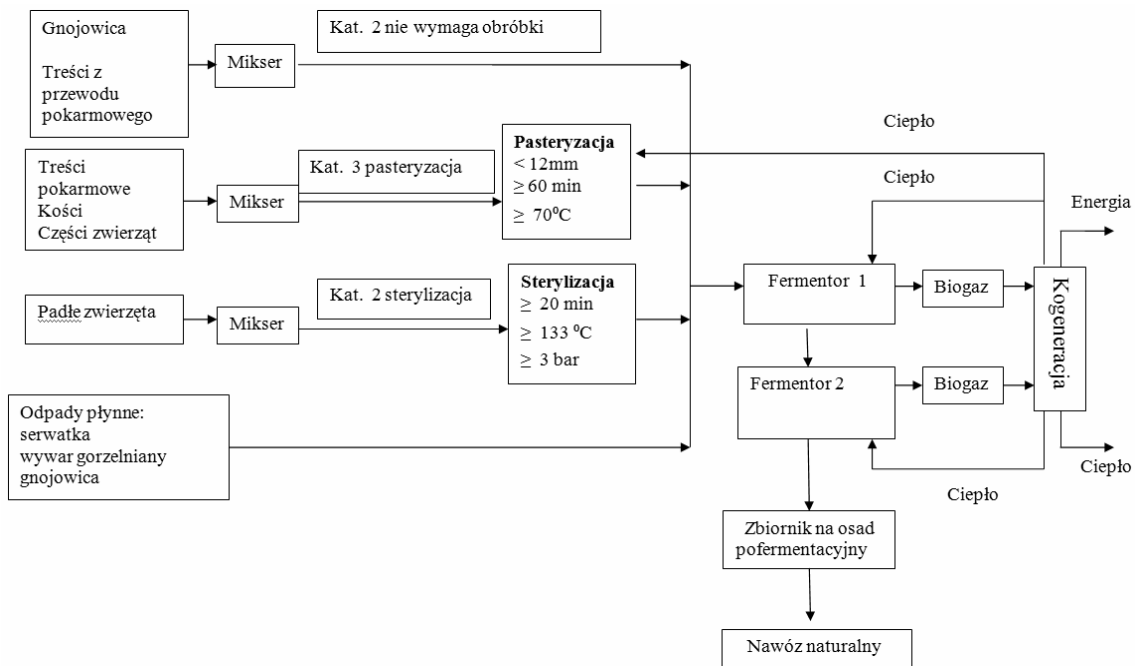
Teoretyczna moc elektryczna dla instalacji mikrobiogazowej *Magda* była jedną z dwóch najniższych i wyniosła 26 kW. Do jej wyznaczenia posłużono się – tak jak w poprzednich przypadkach – założonymi wartościami sprawności generatora, kaloryczności metanu i jego średniej zawartości w biogazie.

6. Technologia

Dla zaproponowanych powyżej instalacji mikrobiogazowych dostępne są dwie technologie prowadzenia procesu fermentacji: mokra i sucha. Odpady poddawane fermentacji metodą moką powinny zawierać poniżej 15% suchej masy, a konsystencja powinna gwarantować możliwość ich pompowania. Powyższy warunek spełniają wsady w wariantach 3 i 4. Fermentacja mokra jest obecnie najbardziej rozpowszechnioną technologią w zastosowaniu praktycznym. W mikrobiogazowniach *Ania* i *Karina* procent suchej masy wynosi odpowiednio 24,1% i 27,3%, dlatego też wsady te należałoby skomponować tak, by obniżyć wartość suchej masy, albo zastosować dla obu przypadków technologię suchą.

W proponowanej technologii mokrej substraty w postaci stałej wprowadza się do zbiornika wstępnego przygotowania masy, poddając je wcześniejszemu rozdrobnieniu. Substraty te wprowadza się do zbiorników za pomocą specjalnych stacji dozujących, natomiast substraty płynne dozowane są do zbiorników techniką pompową. Substraty z ubojni wymagają również higienizacji lub pasteryzacji.

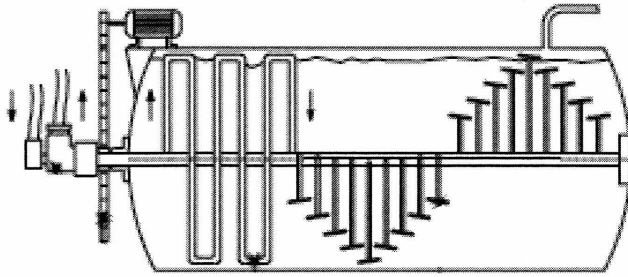
Technologia mokra charakteryzuje się wysoką wydajnością. Zaproponowana przez Autorów technologia bazuje na dwuetapowym procesie, który przebiega w sposób ciągły. Do jego sprawnego przebiegu potrzebne są trzy rodzaje zbiorników reaktorowych: komora fermentacyjna wstępna, komora fermentacyjna wtórna oraz zbiornik magazynowy prefermentowanego substratu. Całość instalacji uzupełnia oczywiście zespół kogeneracyjny odpowiedniej mocy, przetwarzający biogaz na energię. Poglądowy schemat technologii przedstawiono na rysunku 10.



Rysunek 10. Schemat instalacji pracującej w technologii mokrej

Źródło: oprac. własne.

W przypadku biogazowni działających w oparciu o technologię suchą stężenie suchej masy w komorach fermentacji jest na poziomie powyżej 15%. W związku z tym zarówno mieszanie, jak i transport substratów o tych parametrach jest utrudniony. Dla tego typu substratów stosuje się tak zwane poziome komory fermentacji (rysunek 11). Substrat do komory dozowany jest w sposób ciągły oraz mieszany i przesuwany za pomocą mieszadła w kierunku wylotu ze zbiornika. Podstawową zaletą tego typu technologii jest optymalne wykorzystanie pojemności komory oraz stosunkowo wysoka wydajność procesu fermentacji z uwagi na tak zwany przepływ tłokowy w komorze. Do wad tego systemu można zaliczyć trudności konstrukcyjne przy budowie komór o większych gabarytach, występowanie dużych naprężeń w osiach mieszadeł oraz stosunkowo wysokie nakłady inwestycyjne [67].

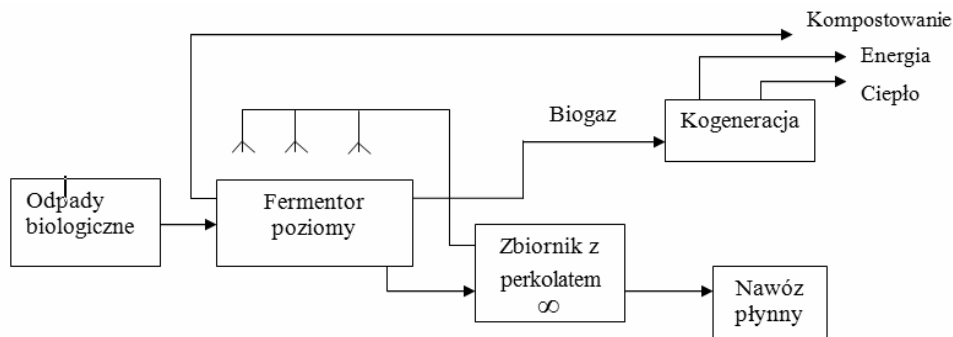


Rysunek 11. Przekrój poziomej komory fermentacji

Źródło: <http://pgee.pl/oferta-mikrobiogazownie.php>

Mieszanka substratu i pozostałości przebywa w komorze przez kilka tygodni. W trakcie trwania procesu zawartość fermentora nie jest mieszana. Procesy rozkładu beztlenowego intensyfikuje się za pomocą zraszania lub zatapiania zawartości komory odciekami uzyskanymi uprzednio w procesie (recyrkulacja perkolatu lub odcieków). Ciepło potrzebne do ustalenia oraz podtrzymania odpowied-

niej temperatury dostarcza się do komór za pomocą rur grzewczych umieszczonych w ścianach/posadzce komory lub również zraszania ciepłym perkolatem czy też zatapiania substratu podgrzanyymi odciekami [67]. Poglądowy schemat technologii przedstawiono na rysunku 12.



Rysunek 12. Schemat instalacji pracującej w technologii suchej

Źródło: oprac. własne.

Alternatywnym rozwiązaniem technologicznym dla wariantów *Dorotka* i *Magda* o mocy 25–26 kW może być modułowa biogazownia kontenerowa. Wybór ten pozwala na znaczne skrócenie czasu przygotowania i realizacji inwestycji. Przede wszystkim kontener stanowi urządzenie, które nie jest na stałe związane z podłożem i nie wymaga po-

zwolnienia na budowę, a jedynie zgłoszenia. Budowa instalacji ogranicza się więc do przygotowania ław fundamentowych, dostawy urządzeń (kontenerów fermentacyjnych i kontenera z agregatem kogeneracyjnym) oraz wykonania połączeń pomiędzy nimi i wyprowadzenia mocy (przyłącza do sieci elektroenergetycznej). Projekty tego typu biogazowni mogą być wdrożone bardzo szybko. Inną zaletą instalacji kontenerowej jest niewielkie zapotrzebowanie terenu pod inwestycję. W razie konieczności istnieje także możliwość przeniesienia instalacji do innej, np. bardziej korzystnej lokalizacji.

Podstawowy moduł kontenerowy, zarówno w technologii mokrej, jak i suchej, ma moc elektryczną brutto 25 kW. Wymiary komory fermentacyjnej $12,4 \times 2,5 \times 5,4$ m. W dolnym kontenerze znajduje się obudowana komora fermentacyjna (cylindryczna w wariacie mokrym lub prostopadłościenna dla rozwiązania suchego), ponad którą umieszczony jest kontener-magazyn biogazu [67].

7. Koszty mikrobiogazowni

Inwestycja w instalacje biogazowe pod względem analizy finansowej nie różni się od innych inwestycji przemysłowo-gospodarczych. Potencjalny inwestor musi liczyć się zarówno z kosztami inwestycyjnymi, jak i eksploatacyjnymi. Zyskiem jest natomiast nie tylko działalność proekologiczna, ale i finansowy dochód ze sprzedaży generowanej energii odnawialnej w postaci ciepła i/lub energii elektrycznej. Kompleksowa analiza ekonomiczna może przesądzić o sukcesie bądź fiasku planowanej inwestycji.

Nakłady inwestycyjne związane z projektem instalacji biogazowej można usystematyzować ze względu na rodzaj ponoszonych kosztów.

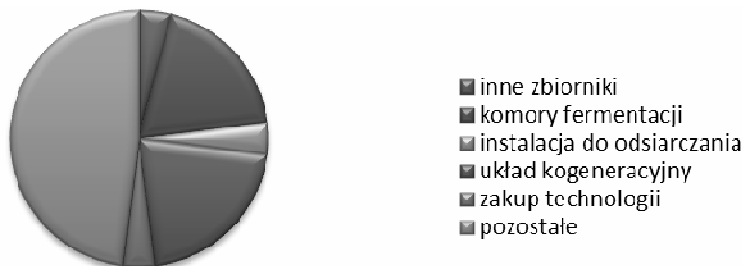
Do najważniejszych grup należą:

- przygotowanie projektu oraz nadzór budowlany;
- zakup terenu pod inwestycję;
- dokumentacja projektowa wraz niezbędnymi pozwoleniami i decyzjami;
- instalacja wraz z infrastrukturą (budynki, sieci i instalacje energetyczne, ciepłne, gazowe, wodno-kanalizacyjne, drogi dojazdowe, zbiorniki, laguny, tabor samochodowy);
- zakup technologii;
- rozruch obiektu.

Każda nowa instalacja różni się pod względem proporcji kosztów należących do poszczególnych grup. Niemniej jednak regułą jest, iż największe nakłady inwestycyjne pochłania budowa komór fermentacyjnych oraz zakup instalacji kogeneracyjnej. Uśred-

nione koszty inwestycyjne dla polskich biogazowni zestawiono na rysunku 13. Dotyczą one instalacji o mocy 1–2 MW.

Dla biogazowni budowanych w Polsce szacuje się, iż całkowite koszty inwestycyjne netto oscylują w granicach 11–19 milionów PLN na każdy MW mocy elektrycznej. Typową dla nakładów inwestycyjnych tendencją jest ich spadek wraz z wielkością biogazowni.



Rysunek 13. Procentowy udział nakładów inwestycyjnych dla biogazowni o mocy 1–2 MW

Źródło: *Biogaz rolniczy – produkcja i wykorzystanie*, Mazowiecka Agencja Energetyczna Sp. z o.o., Warszawa 2009.

Dla sugerowanych w publikacji instalacji nie podjęto się określenia kosztów inwestycyjnych z uwagi na brak konkretnych danych związanych z terenem inwestycyjnym. Teoretycznie nakłady finansowe poniesione w związku z budową instalacji o największej z zaproponowanych mocy powinny się zmieścić w kwocie około 2 000 000 PLN.

Instalacje biogazowe – podobnie jak każdy inny rodzaj działalności gospodarczej – generują koszty. Wydatki finansowe związane są bezpośrednio z eksploatacją mikrobiogazowni dotyczą przede wszystkim zakupu i transportu niezbędnych substratów dla procesu fermentacji metanowej. Pozostałe elementy wchodzące w skład ponoszonych kosztów to wydatki administracyjne, koszty obsługi urządzeń i ich zużycia, podatki i wynagrodzenia dla pracowników. Szacuje się, że roczne koszty eksploatacyjne stanowią około 20–25% całkowitych kosztów inwestycyjnych.

Dla zaproponowanych we wcześniejszym podrozdziale przykładowych instalacji biogazowych działających na terenie województwa łódzkiego szacunkowe koszty eksploatacyjne mogą być nieco niższe. Związane jest to z typowo utylizacyjną funkcją przewidzianą dla powyższych mikrobiogazowni. Autorzy w ramach kalkulacji założyli, iż właściciele instalacji nie będą ponosili kosztów związanych z zakupem surowców organicznych. Prognozę corocznych kosztów dla instalacji o mocy 150 kW przedstawiono w tabeli 26.

Prognoza corocznych kosztów eksploatacyjnych dla biogazowni

Rodzaj kosztu	Oplata [PLN]	Od roku	Razem
Koszt zarządu	4 500	1	4 500
Ubezpieczenie biogazowni	54 000	1	54 000
Podatek od nieruchomości	90 000	1	90 000
Ubezpieczenie elementów technicznych	90 000	1	90 000
Premia od wyniku dla kierownictwa	0	2	0
Wynagrodzenie personelu fachowego	60 000	1	60 000
Technik serwisowy	12 320	2	12 320
Monitoring procesu	2 780	1	2 780
Woda do odsiarczania, woda procesowa	16 900	1	16 900
Koszt własnego zużycia prądu	0	1	0
Utrzymanie i wymiana generatorów	18 540	2	18 540
Utrzymanie pozostałych elementów instalacji	3 700	2	3 700
Zakup substratu wsadowego	0	1	0
Koszt rozlewania / transport	17 000	2	17 000
RAZEM	–	–	369 740

Źródło: oprac. własne.

Koszty związane z administracją biogazowni to przede wszystkim koszty zarządzania instalacją oraz ubezpieczenia instalacji i podatki od nieruchomości. Ubezpieczenie instalacji stanowi zazwyczaj około 0,3–1,0% kosztów inwestycyjnych. Podatek od nieruchomości zależy od rodzaju ubezpieczanego terenu. Dla budynków koszty wynoszą około 11 PLN/m², a dla gruntów 0,5 PLN/m².

Koszty wynagrodzeń zależą od liczby zatrudnianych osób. W zaproponowanym przez Autorów wariantcie na potrzeby biogazowni zatrudniono 3 osoby, w tym dwie na stanowisku personelu fachowego, a jedną na stanowisku technika serwisowego. Personel fachowy obowiązuje ośmiogodzinny dzień pracy, natomiast technik pracuje jedynie 0,5 h w ciągu doby. Podane w tabeli 26 koszty wynagrodzeń powiększone są o koszty ubezpieczenia społecznego.

Utrzymanie, serwisowanie i zapotrzebowanie na media procesowe to koszt stanowiący około 10–15% kosztów eksploatacyjnych. Uwzględnia on nie tylko systematyczne

przeglądy serwisowe instalacji, naprawy w razie awarii, ale również zużywaną wodę procesową i monitoring procesu fermentacji najczęściej gwarantowany przez producenta stosowanej technologii. W wariantcie przedstawianym na cele Projektu nie uwzględniono kosztów energii zużywanej na potrzeby własne (około 9% wyprodukowanej energii elektrycznej), gdyż jest ona czerpana z tzw. nadwyżki energii.

Największym obciążeniem finansowym dla każdej biogazowni jest zawsze zakup i transport substratów. Bardzo często koszt ten stanowi ponad 20% całkowitych kosztów eksploatacyjnych instalacji. W niniejszym przykładzie koszty pozyskiwania wsadów zostały pominięte – biogazownia otrzymuje komponenty organiczne bezpośrednio od producentów odpadów, za darmo. Koszty transportu surowców przerzucono na ich dostawców; zgodnie z przeprowadzonymi ankietami jest to dla nich nadal zyskowny i optymalny wariant. Dziś wytwórca odpadów zleca odpłatną ich utylizację wyspecjalizowanym firmom zewnętrznym. W przypadku współpracy z biogazownią ponosił będzie jedynie niewielką ich część związaną właśnie z transportem surowców na teren instalacji. Kosztem po stronie biogazowni jest natomiast koszt zagospodarowania osadu prefermentowanego. Dotyczy on rozlewania nawozu i/lub jego transportu na pobliskie laguny.

Przychodem finansowym dla inwestycji biogazowych jest sprzedaż wytworzonej na drodze fermentacji metanowej energii. Dzięki zastosowaniu agregatów kogeneracyjnych może być to zarówno energia cieplna, jak i elektryczna. Dochód ze sprzedaży energii elektrycznej uwarunkowany jest mocą instalacji; średnia cena sprzedaży energii elektrycznej do sieci wynosi około 155 PLN/MWh, a cena zielonego certyfikatu to 248 PLN/MWh (poza zielonymi biogazownia może starać się również o certyfikaty fioletowe). Rynkową cenę ciepła determinuje zakres umowy podpisanej z jego potencjalnym odbiorcą.

Dodatkowym składnikiem dochodu może być przychód z tytułu przyjęcia odpadów do utylizacji. Dla proponowanych w monografii instalacji dochód ten pominięto. Z założenia wszystkie cztery scharakteryzowane mikrobiogazownie mają stanowić pożytek gminny i to gmina powinna być głównym inwestorem. Perspektywa płacenia kar za składowanie nadmiernej ilości odpadów biodegradowalnych powinna być dla gmin przestrożą, ale i jednocześnie zachętą do inwestowania w odnawialne źródła energii i racjonalną gospodarkę odpadami.

*Składamy serdeczne podziękowania dla
Pani Joanny Felczak
za zaangażowanie i pomoc udzieloną
w trakcie przygotowywania niniejszej pracy*

VI. Ocena oddziaływania na środowisko biogazowni

Aktualnie w polskim systemie prawnym podstawy prawne do przeprowadzania oceny (zarówno indywidualnej, jak i strategicznej) oddziaływania na środowisko stwarza ustawa 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 [32] oraz rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko [34].

Przedmiotem oceny oddziaływania na środowisko są przedsięwzięcia wymienione w rozporządzeniu z 9 listopada 2010 r., przy czym w przypadkach niejednoznacznych, należy posiłkować się zapisami dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2011/92/UE z dnia 13 grudnia 2011 r. w sprawie oceny skutków wywieranych przez niektóre przedsięwzięcia publiczne i prywatne na środowisko [38] oraz jej interpretacją¹. Biogazownie nie są *expresis verbis* (literalnie) wskazane w tym rozporządzeniu z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, jednakże szereg instalacji, składających się na to przedsięwzięcie (biogazownie), a ujętych w rzeczonym rozporządzeniu, skutkuje tym, że podmiot planujący realizację biogazowni o określonych parametrach i charakterze winien uzyskać decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach, w ramach której może być albo musi być przeprowadzana ocena oddziaływania na środowisko [91].

Ścisła ocena oddziaływania poprzedzona jest zawsze analizą prawną dotyczącą zaszeregowania biogazowni do przedsięwzięć, dla których wydaje się decyzję o środowisko-

¹ W opublikowanym w czerwcu 2008 r. przez Komisję Europejską na jej stronach internetowych: http://ec.europa.eu/environment/eia/pdf/interpretation_eia.pdf dokumencie „Interpretacja definicji niektórych kategorii projektów z aneksu I i II dyrektywy oos”. Interpretację można znaleźć na stronie http://www.mrr.gov.pl/fundusze/fundusze_europejskie/OOS/Documents/Interpretacja_definicji_kategorii_projektow_z_zal_I_i_II_Dyrektywy_OOS.pdf.

wych uwarunkowaniach. Wobec tego co zostało wskazane w zdaniu poprzednim wymaga to przedstawienia przesłanek warunkujących zaistnienie oceny oddziaływania na środowisko oraz szczegółowego zdefiniowania cech, charakteru procesów zachodzących w instalacjach biogazowych. Zagadnienia te zostaną omówione w pierwszej kolejności.

Następnie z perspektywy prawnej przedstawię kwalifikację przedsięwzięć polegających na budowie biogazowni, uszczegóławiając sposób kwalifikowania biogazowni rolniczych (w tym wykorzystujących odpad). Sedno rozdziału będzie zawierać charakterystykę oddziaływań biogazowni ocenianych w postępowaniu ocenowym, bazując na materialno-prawnych podstawach tej oceny. Całość dopełni krótki zarys efektu ekologicznego tego rodzaju inwestycji oraz przewijający się w całym rozdziale administracyjno-prawny, zwłaszcza proceduralno-prawny aspekt oceny oddziaływania na środowisko w polskim systemie prawnym.

1. Podstawy prawne i definicje

Zgodnie z art. 2 lit. a dyrektywy 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniającą i w następstwie uchylającą dyrektywy nr 2001/77/WE oraz 2003/30/WE „energia z źródeł odnawialnych oznacza energię z odnawialnych źródeł niekopalnych, a mianowicie energię z wiatru, energię promieniowania słonecznego, energię aerotermalną, geotermalną i hydrotermalną i energię oceanów, hydroenergię, energię pozyskiwaną z biomasy, gazu pochodzącego z wysypisk śmieci, oczyszczalni ścieków i ze źródeł biologicznych” [37]. Definicja ta jest uzupełniana w kolejnych literach tegoż artykułu, co do szczegółowego rozumienia poszczególnych rodzajów energii. Generalnie w prawie Unii Europejskiej dochodzi do zbieżności pojęć źródła odnawialnego i energii pochodzącej z tegoż źródła. Następuje utożsamianie tych pojęć, z naciskiem na nośniki energii pierwotnej, a nie same technologie umożliwiające ich pozyskiwanie. Zgodnie z definicją zawartą w prawie Unii Europejskiej biomasa oznacza podatne na rozkład biologiczny frakcje produktów, odpady i pozostałości przemysłu rolniczego (łącznie z substancjami roślinnymi i zwierzęcymi), leśnictwa i związanych z nim gałęzi gospodarki, jak również podatne na rozkład biologiczny frakcje odpadów przemysłowych i miejskich [23].

Na poziomie prawa krajowego transpozycja ww. dyrektywy w zakresie analizowanej definicji odnawialnych źródeł energii, znalazła się w słowniczku ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne [29]. Zgodnie z art. 3 pkt 20 ustawy Prawo energetyczne

za odnawialne źródło energii należy uznać: „[...] źródło wykorzystujące w procesie przetwarzania energię wiatru, promieniowania słonecznego, geotermalną, fal, prądów i pływów morskich, spadku rzek oraz energię pozyskiwaną z biomasy, biogazu wysypiskowego, a także biogazu powstałego w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków albo rozkładu składowanych szczątków roślinnych i zwierzęcych”. Definicja ta jest dwuskładnikowa. Po pierwsze odnosi się do procesów zachodzących w określonym źródle rozumianym jako konkretny zespół urządzeń i po drugie nawiązuje do paliwa w nim wykorzystywanego. Pierwsza część definicji stanowi zatem odniesienie do definicji zawartej w dyrektywie energii elektrycznej uzyskiwanej ze źródeł odnawialnych, zaś druga część definicji określa pierwotne nośniki energii [77, s. 243–252].

Na mocy ustawy nowelizującej ustawę Prawo energetyczne ustawodawca wprowadził definicję biogazu rolniczego zgodnie z art. 3 pkt 20a) biogaz rolniczy to paliwo gazowe otrzymywane w procesie fermentacji metanowej surowców rolniczych, produktów ubocznych rolnictwa, płynnych lub stałych odchodów zwierzęcych, produktów ubocznych lub pozostałości z przetwórstwa produktów pochodzenia rolniczego lub biomasy leśnej, z wyłączeniem gazu pozyskanego z surowców pochodzących z oczyszczalni ścieków oraz składowisk odpadów².

Definicja ta w sposób sztuczny i umowny odróżnia biogaz rolniczy od innego rodzaju biogazu, przy czym z punktu widzenia technologii wytwarzania rzeczono biogazu nie różni się od innych rodzajów biogazu. Sztuczność podziału uzasadnia również brak ścisłego nawiązania do podmiotu zajmującego się wytwarzaniem tego rodzaju biogazu. Definicja biogazu rolniczego jest zatem definicją przedmiotową, koncentrującą się na określonych rodzajach substancji organicznych, które mogą zostać wykorzystane do produkcji rzeczono biogazu. Innymi słowy biogaz rolniczy stanowi paliwo gazowe, które ma być identyfikowane za pomocą rodzaju surowców użytych do jego produkcji, m.in. surowców rolniczych. Ustalając zakres surowców rolniczych z punktu widzenia prawnego, w pierwszej kolejności należy stwierdzić, że ustawa Prawo energetyczne nie zawiera definicji pojęcia surowców rolniczych. Ustawodawca definiuje to pojęcie w ustawie z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i paliwach ciekłych [28]. Na potrzeby ustawy o biokomponentach i paliwach ciekłych art. 2 ust. 1 pkt 1 stanowi, że surowce rolnicze to rośliny uprawiane na użytkach rolnych lub częściach tych użytków, przerna-

² Definicja wprowadzona ustawą z dnia 8 stycznia 2010 r. o zmianie ustawy Prawo energetyczne oraz zmianie niektórych innych ustaw, Dz. U. z 2010 r., nr 21, poz. 104.

czone do wytwarzania biokomponentów. Natomiast ustawa Prawo energetyczne nie ogranicza jedynie biogazu rolniczego do energii wytworzonej z surowców rolniczych. Biogaz rolniczy może być wytwarzany również z produktów ubocznych rolnictwa (np. mogą to być odpady zbożowe, odpady pasz), płynnych lub stałych odchodów zwierzęcych (np. gnojowica, obornik) lub pozostałości przetwórstwa rolno-spożywczego oraz biomasy leśnej. Takie zdefiniowanie biogazu zaliczonego do odnawialnych źródeł energii jest działaniem ustawodawcy mającym zapewnić zgodność naszego ustawodawstwa z prawem Unii Europejskiej [17, s. 25–27].

Nawiązując ściśle do przedmiotu niniejszej publikacji (biogazownia nastawiona na zagospodarowanie pozostałości z przetwórstwa rolno-spożywczego), należy rozwinąć w sposób szczegółowy sposób rozumienia sformułowania przetwórstwa rolno-spożywczego, przemysłu rolno-spożywczego. Definicja tego pojęcia również nie została zawarta w ustawie Prawo energetyczne. Sięgając do definicji zawartych w innych aktach prawnych, definicję produktu rolno-spożywczego zawiera ustawa o jakości handlowej artykułów rolno-spożywczych [26]. Zgodnie z definicją zawartą w art. 3 pkt 1 tej ustawy artykuły rolno-spożywcze to: produkty rolne, runo leśne, dziczyzna organizmy morskie i słodkowodne w postaci surowców, półproduktów oraz wyrobów gotowych otrzymywanych z tych surowców i półproduktów, w tym środki spożywcze. Mając na uwadze odrębności regulacji ustawy o jakości handlowej artykułów rolno-spożywczych należałoby przyjąć (nawiązując do powszechnego rozumienia tego pojęcia)³ na potrzeby niniejszego opracowania, że przemysł rolno-spożywczy to przemysł wytwarzający lub przetwarzający wskazane produkty rolno-spożywcze.

Wymiernie zatem do produkcji biogazu rolniczego mogłyby zostać użyte produkty uboczne lub pozostałości z produktów rolno-spożywczych, wykorzystywane do produkcji żywności. Natomiast nie byłoby dopuszczalne uznanie za takowe pozostałości lub produkty uboczne wykorzystywane w produkcji przemysłowej np. odpady z produkcji biopaliw [77]. W doktrynie prawnej podkreśla się, że to co wyróżnia biogaz, to możliwość zastosowania składników cechujących się znaczną zawartością wody lub masy organicznej. Dotyczy to również takich składników, które wymagają utylizacji, przy czym wyróżnikiem jest fakt powstawania biogazu w drodze fermentacji metanowej jako szczególnego rodzaju proces chemiczny⁴.

³ „Spożywczy” to, wg definicji słownikowej, dotyczący spożywania, przeznaczony do spożycia.

⁴ Zagadnienie to z punktu widzenia technologicznego omówione szerzej w innej części publikacji.

2. Instytucja oceny oddziaływania na środowisko

Przechodząc do zaszeregowania powyżej omówionych odnawialnych źródeł energii, pochodzących z biogazu (w tym rolniczego w swym zakresie obejmującego pozostałości z produktów rolno-spożywczych) do przedsięwzięć kwalifikowanych prawnie, mogących znacząco oddziaływać na środowisko na początku scharakteryzuję samą instytucję oceny oddziaływania na środowisko w celu ukazania kontekstu administracyjno-prawnego.

Z punktu widzenia normatywnego pojęcie „oceny oddziaływania na środowisko” zostało w polskim systemie prawnym zdefiniowane i zawiera się w art. 3 ust. 1 pkt 8 ustawy ooś. Należy przez nią rozumieć postępowanie w sprawie oceny oddziaływania na środowisko planowanego przedsięwzięcia, obejmujące w szczególności:

- a) weryfikację raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko,
- b) uzyskanie wymaganych ustawą opinii i uzgodnień,
- c) zapewnienie możliwości udziału społeczeństwa w postępowaniu.

Zgodnie z art. 61 ust. 1 ustawy ooś „ocenę oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko przeprowadza się w ramach: 1. postępowania w sprawie wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach; (...)” [21, s. 62–104], [2, s. 8–65].

Na wstępie należy wyjaśnić, że postępowanie ocen oddziaływania na środowisko w ramach postępowania zmierzającego do wydania decyzji środowiskowej będzie przeprowadzane obligatoryjnie, gdy dane zamierzenie inwestycyjne jest wymienione w § 2 rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko tj. przynależy do przedsięwzięć zawsze znacząco oddziaływać na środowisko (tzw. I grupa przedsięwzięć). Obowiązek przeprowadzenia oceny oddziaływania wynika wówczas *ex lege* (z mocy prawa). Natomiast w przypadku przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko (tzw. grupa II) obowiązek przeprowadzenia oceny oddziaływania będzie wynikał z **indywidualnego aktu prawnego** tj. postanowienia wydawanego na podstawie art. 63 ust. 1 ustawy ooś [44, s. 158]. Postanowienie w tym zakresie wydaje organ właściwy do wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, w większości przypadków jest to Wójt, Burmistrz, Prezydent, czyli organ wykonawczy najniższej JST [41, s. 108].

Przed wydaniem postanowienia co do konieczności przeprowadzenia oceny oddziaływania dla danego przedsięwzięcia następuje tzw. wstępna ocena oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko. Organ właściwy do wydania decyzji w celu określenia ryzyka

znaczących oddziaływań występuje do organów wyspecjalizowanych, tzn. regionalnego dyrektora ochrony środowiska i państwowego powiatowego lub wojewódzkiego inspektora sanitarnego, o opinie co do konieczności przeprowadzenia oceny oddziaływania. Kryteria, w świetle których ocenia się zasadność przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko zawarte są w art. 63 ustawy ooś⁵.

Ocena ryzyka kończy się wydaniem przez organ właściwy do wydania decyzji środowiskowej postanowienia w przedmiocie obowiązku przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko dla planowanego przedsięwzięcia. Należy podkreślić, że postanowienie w przedmiocie obowiązku przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko wydaje się zarówno w przypadku, gdy organ administracji stwierdzi taką potrzebę, jak i wówczas, kiedy organ uzna, że niecelowe jest dokonanie takiej oceny, przy czym w obydwu przypadkach postanowień w uzasadnieniu ww. postanowienia winno znaleźć się jednoznaczne odniesienie do kryteriów zawartych w art. 63 ustawy ooś. Co istotne, w przypadku odmiennej oceny faktów niż ta zawarta w opiniach organów wyspecjalizowanych, organ właściwy do wydania decyzji ma obowiązek szczegółowo uzasadnić odmienną ocenę [44, s. 158].

Jeżeli organ uzna konieczność oceny oddziaływania, w tym samym postanowieniu określa zakres szczególnego dowodu tj. raportu oddziaływania na środowisko, w praktyce organ właściwy do wydania decyzji środowiskowej wprost posiłkuje się opiniami regionalnego dyrektora ochrony środowiska i państwowego powiatowego inspektora sanitarnego. Do czasu przedłożenia raportu organ właściwy do wydania zawieszania postępowanie administracyjne⁶.

Ocena oddziaływania ma służyć ustaleniu, poddaniu analizie i ocenie:

1) bezpośredniego i pośredniego wpływu danego przedsięwzięcia na środowisko oraz zdrowie i warunki życia ludzi, dobra materialne, zabytki, wzajemne oddziaływanie między tymi elementami, a także dostęp do złóż kopalin;

2) możliwości oraz sposobów zapobiegania i zmniejszania negatywnego oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko;

3) wymaganego zakresu monitoringu [106].

⁵ To etap bardzo istotny dla inwestora, przy czym jego wpływ ogranicza się jedynie do odpowiedniego przygotowania karty informacyjnej przedsięwzięcia, sam proces kwalifikowania do przeprowadzania oceny oddziaływania, czyli tzw. *screening*. Natomiast wskazanie zakresu raportu oddziaływania na środowisko to tzw. *scoping*. Szersze omówienie M. Pchalek, M. Behnke, *Postępowanie w sprawie oceny oddziaływania na środowisko w prawie polskim i UE*, Warszawa 2009, s. 78–90.

⁶ Czyni to po ustatecznieniu się postanowienia przesądzającego o obowiązku przeprowadzenia oceny.

Zgodnie z art. 71 ust. 2 ustawy o oś „Uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach jest wymagane dla planowanych:

- 1) przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko;
- 2) przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko”.

W pierwszej kolejności należy przyrzeć się normatywnym zdefiniowaniom tego rodzaju przedsięwzięć. W prawie ochrony środowiska zostało wprowadzone pojęcie „przedsięwzięcia”, które jest pojęciem szerszym niż inwestycja. Zgodnie z art. 3 ust. 1 pkt 13 ustawy o oś: „Przedsięwzięciem jest zamierzenie budowlane lub inna ingerencja w środowisko, polegająca na przekształceniu lub zmianie sposobu wykorzystania terenu, w tym również na wydobywaniu kopalin. Przedsięwzięcia powiązane technologicznie kwalifikuje się jako jedno przedsięwzięcie, także jeżeli realizowane są przez różne podmioty”. Jak już zostało wyżej wskazane decyzję środowiskową nie wydaje się dla wszystkich przedsięwzięć. Istnieją pewne wymogi prawne, określające taką okoliczność. Po pierwsze, co do zasady decyzję środowiskową wydaje się dla przedsięwzięć planowanych. Jednakże w szczególnych sytuacjach uzyskanie decyzji środowiskowej może być wymagane nie dla przedsięwzięcia planowanego, ale będącego w trakcie realizacji lub już istniejącego⁷.

U.u.i.ś. dzieli przedsięwzięcia na dwie grupy:

- 1) przedsięwzięcia mogące zawsze znacząco oddziaływać na środowisko;
- 2) przedsięwzięcia mogące potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko.

Taka dyferencjacja w bezpośredni sposób nawiązuje do podziału, jaki został wprowadzony przez prawodawcę europejskiego w aneksach nr I i II do dyrektywy 2011/92/UE. Delegację do normatywnego określenia ww. przedsięwzięć zawiera art. 60 ustawy o oś. Rozporządzenie 9 listopada 2010 r. określa również przypadki, gdy zmiany dokonywane w obiektach są kwalifikowane jako ww. przedsięwzięcia. Aktualnie obowiązuje nowe rozporządzenie z 9 listopada 2010 r., które utrzymuje ww. podział. W § 2 rozporządzenie z 9 listopada 2010 r. wymienia przedsięwzięcia mogące zawsze znacząco oddziaływać na środowisko wymagające zawsze obowiązkowej oceny oddziaływania na środowisko. Mieszczą się tu przedsięwzięcia z załącznika I do dyrektywy 2011/92/UE i te przedsięwzięcia z załącznika II, co do których polski ustawodawca zdecydował w drodze selekcji kategorycznej, że wymagają obowiązkowej oceny poprzez akt powszechnie obowiązujący.

⁷ Wyrok NSA z dnia 26.11.2008 r. sygn. II OSK 1481/07, inaczej natomiast Z. Bukowski, *Postępowanie administracyjne w sprawach z zakresu ocen oddziaływania na środowisko*, Toruń–Włocławek 2010, s. 91–92.

Natomiast w § 3 rozporządzenia z 9 listopada 2010 r. wymienione są przedsięwzięcia wymagające przeprowadzenia selekcji indywidualnej do oceny oddziaływania na środowisko. Natomiast decyzja środowiskowa wymagana jest dla tych przedsięwzięć zawsze. Łączna nazwa ww. opisanych przedsięwzięć, to przedsięwzięcia mogące znacząco oddziaływać na środowisko.

3. Kwalifikacja biogazowni do przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, warunkująca ocenę oddziaływania na środowisko

Kwalifikacja przedsięwzięcia pod określony punkt rozporządzenia z 9 listopada 2010 r. jest jedną ze wstępnych czynności administracyjno-prawnych warunkujących zaistnienie oceny oddziaływania na środowisko w ramach postępowania zmierzającego do wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach. Przystępując do rozważań na temat zaszeregowania inwestycji biogazowych do przedsięwzięć, dla których ustawodawca ustanowił obowiązek uzyskania decyzji środowiskowej, należy nawiązać do procesów zachodzących w tych instalacjach⁸. Zasadniczo będzie nim proces uzyskiwania energii elektrycznej i ciepłej ze spalania biopaliw, biomasy i biogazu oraz unieszkodliwianie i odzysk odpadów w tego typu instalacjach. Dla pełności rozważań przedstawiam szerszy kontekst kwalifikacji, wykraczający poza biogazownie, ale ukazujący konstrukcję i sposób kwalifikacji tego rodzaju przedsięwzięć do przeprowadzania oceny oddziaływania na środowisko.

Zgodnie z § 2 ust. 1 pkt 3 rozporządzenia z 9 listopada 2010 r. do przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko należą elektrownie konwencjonalne, elektrociepłownie lub inne instalacje do spalania paliw w celu wytwarzania energii elektrycznej lub ciepłej, o mocy cieplnej nie mniejszej niż 300 MW, rozumianej jako ilość energii wprowadzonej w paliwie do instalacji w jednostce czasu, przy ich nominalnym obciążeniu. Przedsięwzięciami mogącymi zawsze znacząco oddziaływać na środowisko będą różnorodne instalacje spalające paliwa w celu produkcji energii (przeznaczonej

⁸ Instalacja to – stacjonarne urządzenie techniczne, lub – zespół stacjonarnych urządzeń technicznych powiązanych technologicznie, do których tytułem prawnym dysponuje ten sam podmiot i położonych na terenie jednego zakładu, lub – budowle niebędące urządzeniami technicznymi ani ich zespołami, których eksploatacja może spowodować emisję (art. 3 pkt 6 ustawy Prawo ochrony środowiska); szerszy komentarz: M. Górski, M. Pchalek (red.), *Prawo ochrony środowiska. Komentarz*, Warszawa 2011, s. 56–65.

następnie do dystrybucji). W przepisie użyto sformułowania „elektrownie konwencjonalne” i „elektrociepłownie” oraz „inne instalacje spalające paliwa w celu wytwarzania energii elektrycznej lub ciepłej”. Wyjaśnianie dwóch pierwszych terminów nie jest szczególnie konieczne, ponieważ bez względu na ich szczegółowe znaczenie są to „instalacje spalające paliwa w celu wytwarzania energii elektrycznej lub ciepłej”⁹. W przepisie mowa jest również o mocy cieplnej instalacji (MWt). Aby dotrzeć do znaczenia tego sformułowania należy wyjść od jednostki mocy – jest nią wat ($1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$). Paliwa, zwane surowcami energetycznymi, są nośnikami energii pierwotnej o określonej wartości energetycznej (ujmowanej w jednostkach energii na jednostkę masy albo objętości np. J/kg , kcal/m^3). Dysponując wiedzą o wartości energetycznej surowca, porcji tego surowca, jaka zostanie spalona w założonym czasie, możliwe jest określenie mocy cieplnej, czyli ilości energii wprowadzonej w paliwie do instalacji w jednostce czasu przy jej nominalnym obciążeniu. Podsumowując, przedsięwzięciami wymagającymi zawsze przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko są instalacje spalające surowce energetyczne celem wytworzenia energii o mocy równej lub większej niż 300 MWt, w tym również wykorzystującej źródła odnawialne w rozumieniu definicji normatywnych zawartych w ustawie z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne [27]. W przypadku mikrobiogazowni rolniczych zaszeregowanie do tego punktu rozporządzenia nie będzie występowało. Podkreślenia wymaga fakt, że instalacjami mogącymi powodować znaczne zanieczyszczenie poszczególnych elementów przyrodniczych albo środowiska są w przemyśle energetycznym instalacje o mocy cieplnej większej niż 50 MWt, zgodnie z rozporządzeniem ministra środowiska z dnia 26 lipca 2002 r. w sprawie rodzajów instalacji mogących powodować znaczne zanieczyszczenie poszczególnych elementów przyrodniczych albo środowiska jako całości [25].

W § 2 ust. 1 pkt 46 rozporządzenia z 9 listopada 2010 r. do przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko zaliczono instalacje do odzysku lub unieszkodliwiania odpadów innych niż niebezpieczne przy zastosowaniu procesów termicznych lub chemicznych, w tym instalacje do krakingu odpadów, z wyłączeniem instalacji spalających odpady będące biomasą w rozumieniu przepisów o standardach emisyjnych z instalacji. Zastosowanie w stosunku do odpadów procesów termicznych, to nic innego

⁹ – Elektrownie to instalacje wytwarzające energię elektryczną (za konwencjonalne uznawane są instalacje, w których energia wytwarzana jest dzięki spalaniu surowców);

– Elektrociepłownie to instalacje, w których w skojarzonym procesie wytwarzana jest energia elektryczna i ciepła.

jak ich termiczne przekształcanie w spalarni odpadów (art. 3 pkt 20 ustawy 27 kwietnia 2001 r. o odpadach [33]) rozumiane jako:

- spalanie odpadów przez ich utlenianie,
- inne procesy termicznego przekształcania odpadów, w tym pirolizę, zgazowanie i proces plazmowy, o ile substancje powstające podczas tych procesów termicznego przekształcania odpadów są następnie spalane.

Natomiast procesy chemiczne służące do unieszkodliwiania odpadów wymieniono z załącznika nr 6 do ustawy o odpadach. W przepisie wskazano przykład instalacji wykorzystujących opisane procesy – instalacje do krakingu odpadów.

Należy podkreślić, że z kategorii przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko wyłączono instalacje służące przetwarzaniu biomasy, którą w myśl § 2 pkt 1 rozporządzenia w sprawie standardów emisyjnych z instalacji [36] są produkty składające się z substancji roślinnych pochodzących z rolnictwa lub leśnictwa spalane w celu odzyskania zawartej w nich energii oraz następujące odpady:

- roślinne z rolnictwa i leśnictwa,
- roślinne z przemysłu przetwórstwa spożywczego, jeżeli odzyskuje się wytwarzaną energię cieplną,
- włókniste roślinne z procesu produkcji pierwotnej masy celulozowej i z procesu produkcji papieru z masy, jeżeli odpady te są spalane w miejscu, w którym powstają, a wytwarzana energia cieplna jest odzyskiwana,
- korek,
- drewno, z wyjątkiem odpadów drewna zanieczyszczonego impregnatami i powłokami ochronnymi, które mogą zawierać związki chlorowcoorganiczne lub metale ciężkie oraz drewna pochodzącego z odpadów budowlanych lub z rozbiórki.

Jeśli chodzi o przynależność do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko (tzw. grupa II) elektrociepłowni, instalacji do spalania paliw w celu wytwarzania energii elektrycznej lub cieplnej wykorzystujących źródła odnawialne to, zgodnie z § 3 ust. 1 pkt 4 rozporządzenia z 9 listopada 2010 r., należą do nich elektrownie konwencjonalne, elektrociepłownie lub inne instalacje do spalania paliw 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 ich nominalnym obciążeniu, nie mniejszej niż 25 MW, a przy stosowaniu paliwa stałego – nie mniejszej niż 10 MW. Przy czym przez paliwo rozumie się paliwo w rozumieniu przepisów o standardach emisyjnych z instalacji. Charakteryzując tego rodzaju przedsięwzięcia, o ich przynależności do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko decydują następujące cechy: są to zazwyczaj

instalacje do spalania paliw w celu wytwarzania energii elektrycznej lub ciepłej o mocy ciepłej (scharakteryzowanej powyżej) mniejszej niż 300 MW, ale nie mniejszej niż:

- 25 MW w przypadku stosowania paliw innych niż paliwa stałe;
- 10 MW w przypadku stosowania paliwa stałego.

W powyższym przepisie oraz w § 2 ust. 1 pkt 3 rozporządzenia z 9 listopada 2010 r. mowa jest o paliwach, jednak przedtem należy sięgnąć do rozporządzenia w sprawie standardów emisyjnych z instalacji, by ustalić normatywne znaczenie pojęcia paliwa. Paliwem w myśl § 5 ust. 6 i 7 rozporządzenia w sprawie standardów emisyjnych z instalacji jest dowolna palna substancja stała, ciekła lub gazowa, z wyjątkiem większości odpadów. Nie oznacza to, że instalacje służące spalaniu odpadów (w tym rolno-spożywczych) nie należą do przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, gdyż przedsięwzięcia te wskazano w innych przepisach, z tym że paliwem może być również biomasa, biogaz (omówione powyżej oraz poniżej).

Zgodnie z § 3 ust. 1 pkt 45 rozporządzenia z 9 listopada 2010 r. do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko zalicza się instalacje do produkcji paliw z produktów roślinnych, z wyłączeniem instalacji do wytwarzania biogazu rolniczego, w rozumieniu ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne, o zainstalowanej mocy elektrycznej nie większej niż 0,5 MW (próg kwalifikujący) lub wytwarzających ekwiwalentną ilość biogazu rolniczego wykorzystywanego do innych celów niż produkcja energii elektrycznej. Przetwarzanie produktów roślinnych celem uzyskania paliw należy do grupy przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko. Zgodnie z definicją paliwa określoną w art. 3 pkt 3 ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne paliwem jest paliwo stałe, ciekłe albo gazowe będące nośnikiem energii chemicznej. Natomiast co do pojęcia produktu roślinnego należałoby za produkt roślinny uznać jakikolwiek surowiec pochodzenia roślinnego, służący do produkcji paliw, niebędący odpadem¹⁰. Należy podkreślić, że zastosowane

¹⁰ Próg oznacza wartość liczbowa służącą szczegółowemu określeniu rodzaju przedsięwzięcia; progi wskazane w punktach: – § 2 ust. 1 powodują, że po ich osiągnięciu w stosunku do przedsięwzięcia będzie wymagane przeprowadzenie oceny oddziaływania na środowisko, natomiast ich niespełnienie (nieosiągnięcie) skutkuje tym, że przedsięwzięcie nie będzie należało do grupy mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko (czyli będzie to przedsięwzięcie mogące potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko lub przedsięwzięcie w stosunku do którego nie będzie wymagane uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach); – § 3 ust. 1 powodują, że w stosunku do przedsięwzięcia nieosiągającego tychże progów wykluczony jest obowiązek uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach (natomiast przedsięwzięcie osiągające zastosowany próg będzie przedsięwzięciem mogącym potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko, o ile oczywiście nie osiągnie progów określonych w § 2 ust. 1).

w przepisie wyłączenie dotyczy instalacji produkujących biogaz rolniczy w rozumieniu ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne, którym zgodnie z art. 3 pkt 20a, czyli paliwo gazowe otrzymywane z surowców rolniczych, produktów ubocznych rolnictwa, płynnych lub stałych odchodów zwierzęcych, produktów ubocznych lub pozostałości przemysłu rolno-spożywczego lub biomasy leśnej w procesie fermentacji metanowej. W myśl art. 9a ust. 11 ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne minister właściwy do spraw gospodarki określa, w drodze rozporządzenia, m.in. sposób przeliczania ilości wytworzonego biogazu rolniczego na ekwiwalentną ilość energii elektrycznej, przy czym decydujące znaczenie będzie miał próg 0,5 MW, lub wytwarzających ekwiwalentną ilość biogazu rolniczego wykorzystywanego do innych celów niż produkcja energii elektrycznej.

Najczęstszą kwalifikacją biogazowni rolniczych do przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać jest § 3 ust. 1 pkt 80 rozporządzenia z 9 listopada 2010 r. stanowiący, że do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko zalicza się instalacje związane z odzyskiem lub unieszkodliwianiem odpadów, inne niż wymienione w § 2 ust. 1 pkt 41–47 (tegoż rozporządzenia), z wyłączeniem instalacji do wytwarzania biogazu rolniczego w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne o zainstalowanej mocy elektrycznej nie większej niż 0,5 MW lub wytwarzających ekwiwalentną ilość biogazu rolniczego wykorzystywanego do innych celów niż produkcja energii elektrycznej, a także miejsca retencji powierzchniowej odpadów oraz rekultywacja składowisk odpadów [109, s. 12–13].

Odzyskiem odpadów są działania, niestwarzające zagrożeń dla życia, zdrowia ludzi lub dla środowiska, polegające na wykorzystaniu odpadów w całości lub w części, lub prowadzące do odzyskania z odpadów substancji, materiałów lub energii i ich wykorzystania (art. 3 ust. 1 pkt 9 ustawy o odpadach; działania te określono w załączniku nr 5 do ustawy o odpadach).

Natomiast unieszkodliwianiem odpadów jest poddanie odpadów procesom przekształceń biologicznych, fizycznych lub chemicznych określonym w załączniku nr 6 do ustawy o odpadach w celu doprowadzenia ich do stanu, który nie stwarza zagrożenia dla życia, zdrowia ludzi lub dla środowiska.

Opisana powyżej kwalifikacja dotyczy budowy (lub innych działań inicjowanych od podstaw dot. instalacji), w tym takiej przebudowy obiektu bądź instalacji biogazowej, która skutkuje tym, że przedsięwzięcie zostanie sklasyfikowane jako ujęte w § 2 ust. 1 lub § 3 ust. 1 rozporządzenia z 9 listopada 2010 r. Natomiast nie należy zapominać o § 2 ust. 2 lub § 3 ust. 2 rozporządzenia z 9 listopada 2010 r., które dotyczą ingerencji

w obiekty lub procesy kwalifikowane jako przedsięwzięcia mogące znacząco oddziaływać na środowisko, a zwłaszcza rozbudowy, przebudowy, montaż w rozumieniu ustawy prawo budowlane [21, s. 114–116].

4. Właściwa ocena oddziaływania na środowisko biogazowni

Opisane powyżej rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko klasyfikuje co do zasady biogazownie o zainstalowanej mocy elektrycznej powyżej 0,5 MW lub wytwarzających ekwiwalentną ilość biogazu rolniczego, wykorzystywanego do innych celów niż produkcja energii elektrycznej do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko, a więc do takich, dla których obowiązkiem jest uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia, i które mogą wymagać przeprowadzenia procedury oceny oddziaływania inwestycji na środowisko¹¹.

W przypadku uznania przez organ właściwy do wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, iż przeprowadzenie takiej oceny jest konieczne, wymagane będzie sporządzenie raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko. Sporządzony raport o oddziaływaniu inwestycji na środowisko jest brany pod uwagę przy określaniu warunków realizacji przedsięwzięcia przy wydawaniu decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia.

Ponadto poprawne przeprowadzenie oceny oddziaływania będzie wymagać przeprowadzenia procedury udziału społeczeństwa w postępowaniu zgodnie z ustawą ooś.

Natomiast bezpośrednią podstawą prawną uzyskania wymaganych prawem opinii i uzgodnień wyspecjalizowanych organów ochrony środowiska stanowi art. 77 ust. 1 ustawy ooś. Wystąpienie do tych organów winno nastąpić w formie postanowienia o uzyskanie stanowiska innego organu administracji publicznej, współkompetentnego do załatwienia danej sprawy administracyjnej. Należy przy tym podkreślić, że wystąpienie

¹¹ Nie wyklucza to tzw. podwójnej kwalifikacji, gdy dane przedsięwzięcie zawiera w sobie inne elementy kwalifikowane do wydawania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, np. powierzchnia spełni próg zabudowy przemysłowej § 3 ust. 1 pkt 52 rozporządzenia z 9 listopada 2010 r. natomiast ocenie oddziaływania będzie poddany maksymalny skutek danego przedsięwzięcia.

będzie skuteczne o ile organ właściwy do wydania decyzji przedłoży organowi wszystkie wymagane prawem załączniki¹².

Przedmiotem oceny oddziaływania na środowisko jest w istocie zbadanie sposobu oddziaływania na środowisko. W większości przypadków w raporcie analizie poddane są założenia projektowe przedsięwzięcia, w powiązaniu z oceną wpływu na poszczególne elementy środowiska, jak i kompleksowo na środowisko, w kontekście obowiązujących wymogów prawnych i norm prawnych z zakresu ochrony środowiska z uwzględnieniem specyfiki przedsięwzięcia poddawanego ocenie. Głównym dowodem w ocenach oddziaływania na środowisko jest raport oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko. Obowiązek jego przedłożenia obciąża wnioskodawcę¹³. Raport musi spełniać wymagania określone prawem tj. art. 66 ustawy ooś¹⁴. Powinien on uwzględniać oddziaływanie przedsięwzięcia na etapach jego realizacji, eksploatacji lub użytkowania oraz likwidacji biogazowni.

W celu niekomplikowania analizy raportu przez organy administracji publicznej, inwestor, a zwłaszcza wykonawcy raportu winni artykułować treść raportu według sekwencji wskazanej w art. 66 ustawy ooś. Przepis prawny art. 66 ustawy jest w tej kwestii pomyślany w sposób czytelny, niecelowe jest czynienie oboczności w tym zakresie.

Zgodnie z art. 66 ustawy ooś raport powinien zawierać:

1. Opis planowanego przedsięwzięcia, a w szczególności:

- a) charakterystykę całego przedsięwzięcia i warunki użytkowania terenu w fazie budowy i eksploatacji lub użytkowania,
- b) główne cechy charakterystyczne procesów produkcyjnych,
- c) przewidywane rodzaje i ilości zanieczyszczeń wynikające z funkcjonowania planowanego przedsięwzięcia;

¹² W praktyce jest to pierwsza z przyczyn przewlekłości postępowań w sprawie wydania decyzji środowiskowych, choć jest to w gruncie rzeczy jedynie czynność materialno-techniczna i organom samorządowym nie powinna sprawiać trudności.

¹³ Ciężar dowodzenia przesunięty jest na wnioskodawcę, szerzej B. Rakoczy, *Ciężar dowodu w polskim prawie ochrony środowiska*, Warszawa 2010, s. 110–118.

¹⁴ W. Radecki, *Charakter prawny raportu oddziaływania a środowisko*, „Ochrona Środowiska. Państwo i Prawo” 2001, nr 2, s. 28–40 oraz Wytyczne Komisji Europejskiej – weryfikacja raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko *EIA Review Check List – 2001*, <http://ec.europa.eu/environment/eia/eia-guidelines/g-review-full-text.pdf>. W polskiej wersji językowej na stronach Ministerstwa Rozwoju Regionalnego http://www.mrr.gov.pl/fundusze/fundusze_europejskie/OOS/Documents/Wytyczne_dotyczace_OOS_Weryfikacja_ROS.pdf oraz szerokie omówienie wymagań merytorycznych, co do treści raportu M. Bar, J. Jędraska, W. Lenart, *Ocena oddziaływania na środowisko w inwestycji budowlanej. Procedura prawna i sporządzanie raportów w procesie inwestycyjnym*, Warszawa 2009, s. 127–180.

2. Opis elementów przyrodniczych środowiska, objętych zakresem przewidywanego oddziaływania planowanego przedsięwzięcia na środowisko, w tym elementów środowiska objętych ochroną na podstawie ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody;

3. Opis istniejących w sąsiedztwie lub bezpośrednim zasięgu oddziaływania planowanego przedsięwzięcia zabytków chronionych na podstawie przepisów o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami;

4. Opis przewidywanych skutków dla środowiska w przypadku niepodejmowania przedsięwzięcia;

5. Opis analizowanych wariantów, w tym:

a) wariantu proponowanego przez wnioskodawcę oraz racjonalnego wariantu alternatywnego,

b) wariantu najkorzystniejszego dla środowiska, wraz z uzasadnieniem ich wyboru;

6. Określenie przewidywanego oddziaływania na środowisko analizowanych wariantów, w tym również w wypadku wystąpienia poważnej awarii przemysłowej, a także możliwego transgranicznego oddziaływania na środowisko;

7. Uzasadnienie proponowanego przez wnioskodawcę wariantu, ze wskazaniem jego oddziaływania na środowisko, w szczególności na:

a) ludzi, rośliny, zwierzęta, grzyby i siedliska przyrodnicze, wodę i powietrze,

b) powierzchnię ziemi, z uwzględnieniem ruchów masowych ziemi, klimat i krajobraz,

c) dobra materialne,

d) zabytki i krajobraz kulturowy, objęte istniejącą dokumentacją, w szczególności rejestrem lub ewidencją zabytków,

e) wzajemne oddziaływanie między elementami, o których mowa powyżej;

8. Opis metod prognozowania zastosowanych przez wnioskodawcę oraz opis przewidywanych znaczących oddziaływań planowanego przedsięwzięcia na środowisko, obejmujący bezpośrednie, pośrednie, wtórne, skumulowane, krótko-, średnio- i długoterminowe, stałe i chwilowe oddziaływania na środowisko, wynikające z:

a) istnienia przedsięwzięcia,

b) wykorzystywania zasobów środowiska,

c) emisji,

9. Opis przewidywanych działań, mających na celu zapobieganie, ograniczanie lub kompensację przyrodniczą negatywnych oddziaływań na środowisko, w szczególności na cele i przedmiot ochrony obszaru Natura 2000 oraz integralność tego obszaru;

10. Jeżeli planowane przedsięwzięcie jest związane z użyciem instalacji, porównanie proponowanej technologii z technologią spełniającą wymagania, o których mowa w art. 143 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska;

11. Wskazanie, czy dla planowanego przedsięwzięcia konieczne jest ustanowienie obszaru ograniczonego użytkowania w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska, oraz określenie granic takiego obszaru, ograniczeń w zakresie przeznaczenia terenu, wymagań technicznych dotyczących obiektów budowlanych i sposobów korzystania z nich;

12. Przedstawienie zagadnień w formie graficznej;

13. Przedstawienie zagadnień w formie kartograficznej w skali odpowiadającej przedmiotowi i szczegółowości analizowanych w raporcie zagadnień oraz umożliwiającej kompleksowe przedstawienie przeprowadzonych analiz oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko;

14. Analizę możliwych konfliktów społecznych związanych z planowanym przedsięwzięciem;

15. Przedstawienie propozycji monitoringu oddziaływania planowanego przedsięwzięcia na etapie jego budowy i eksploatacji lub użytkowania, w szczególności na cele i przedmiot ochrony obszaru Natura 2000 oraz integralność tego obszaru;

16. Wskazanie trudności wynikających z niedostatków techniki lub luk we współczesnej wiedzy, jakie napotkano, opracowując raport;

17. Streszczenie w języku niespecjalistycznym informacji zawartych w raporcie, w odniesieniu do każdego elementu raportu;

18. Nazwisko osoby lub osób sporządzających raport;

19. Źródła informacji stanowiące podstawę do sporządzenia raportu.

Z uwagi na szeroki zakres raportu tj. mnogość przepisów prawnych oraz aktów administracyjnych będących podstawą jego opracowania, poniżej przedstawię najważniejsze zagadnienia istotne dla biogazowni rolniczych z uwzględnieniem specyfiki analizowanego w publikacji rodzaju biogazowni.

Zasadniczo raport winien na wstępie charakteryzować biogazownię z punktu widzenia lokalizacyjnego. Warto opisać dane dotyczące współczynnika aerodynamicznej szorstkości terenu¹⁵, aktualnego stanu zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego otrzy-

¹⁵ Przesłanka potrzebna do wyliczeń emisji – zgodnie z rozporządzeniem ministra środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu, współczynnik aerodynamicznej szorstkości terenu z_0 wyznacza się w zasięgu $50 h_{max}$.

manego z Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska właściwego miejscowo (czyniąc stanowisko WIOŚ załącznikiem o określonej numeracji oraz obrazując stan zanieczyszczenia w formie graficznej)¹⁶, określenia warunków klimatycznych¹⁷. W kontekście usytuowania przedsięwzięcia w sposób skrótowy można przedstawić uwarunkowania geotechniczne, hydrogeologiczne, ukształtowania powierzchni terenu oraz położenie geograficzne biogazowni rolniczej. Należy podkreślić, że charakterystyka ma służyć jako dane wyjściowe do analizy oddziaływań oraz stanowić podstawę do weryfikacji wystarczalności analizowanych wariantów. Charakteryzując w raporcie oddziaływania na środowisko, planowaną do realizacji biogazownię rolniczą należy ukazać jako cel inwestycji, jej zakres, proces technologiczny.

Zasadniczo przedmiotowa biogazownia w sposób ekologiczny i uzasadniony ekonomicznie będzie produkowała energię elektryczną (czasami i ciepłą z odpadów) i produktów organicznych pochodzenia rolniczego i z przetwórstwa rolno-spożywczego, niektórych odpadów z przetwórstwa mlecznego czy oczyszczalni ścieków, a także produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego nienadających się do spożycia przez ludzi.

Głównym założeniem analizowanej w niniejszej publikacji biogazowni jest stosowanie w pierwszej kolejności biokomponentów w postaci odpadów, pozostałości z przetwórstwa rolno-spożywczego, odpadów z zakładów mleczarskich, a w dalszej kolejności surowców rolniczych, niektórych odpadów z oczyszczalni ścieków i produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, nienadających się do spożycia przez ludzi. Biogaz może być wytwarzany z wielu rodzajów substratów. Istotą technologii jest wykorzystywanie nie tylko biomasy ze specjalnych upraw rolniczych, ale również odpadów z przetwórstwa rolno-spożywczego, niektórych odpadów z oczyszczalni ścieków i produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego – w myśl rozporządzenia Parlamentu Europejskiego nr 1069/2009 z dnia 21 października 2009 r. określającego przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, nieprzeznaczonych do spożycia przez

¹⁶ Zgodnie z rozporządzeniem ministra środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. (Dz. U., nr 16, poz. 87) w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu, tło substancji, dla których określone są dopuszczalne poziomy w powietrzu stanowi aktualny stan jakości powietrza określony przez właściwy inspektorat ochrony środowiska i wyrażony jako stężenie substancji zanieczyszczającej w powietrzu uśrednione do roku.

¹⁷ W szczególności danych meteorologicznych niezbędnych do obliczania stanu zanieczyszczenia powietrza:

- statystyka stanów równowagi atmosfery, prędkości i kierunków wiatru (róza wiatrów),
- średnia temperatura powietrza dla okresu obliczeniowego.

ludzi i uchylającego rozporządzenie (WE) nr 1774/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 3 października 2002 r. ustanawiającego przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, nieprzeznaczonych do spożycia przez ludzi (Dz. U. L 273 z 10.10.2002)¹⁸. Zakres inwestycji może obejmować budowę kompleksowej biogazowni rolniczo-utylicacyjnej. Tego typu przedsięwzięcia sprowadzają się do budowy obiektów budowlanych oraz montażu w nich urządzeń koniecznych do bezpiecznego przyjmowania, przetwarzania i podawania substratów, prowadzenia procesu fermentacji oraz zagospodarowania i energetycznego wykorzystania produkowanego paliwa gazowego. Charakterystyka biogazowni rolniczej winna zawierać opis planowanego procesu technologicznego¹⁹.

Co do zasady planowana biogazownia winna być zaprojektowana zgodnie z obowiązującym prawem i spełniać wszystkie wymagania określone w rozporządzeniu ministra rolnictwa i gospodarki żywnościowej z dnia 7 października 1997 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie²⁰. Biogazownia rolnicza winna zostać tak zaprojektowana, aby zapewnić dostęp i dojazd do obiektów – szerokość zorganizowanych ciągów dojazdowych będzie wynosić co najmniej 3 m. Stanowiska postojowe i drogi wewnętrzne winny posiadać nawierzchnię utwardzoną, zapewniającą odpływ wód opadowych. Wszystkie zbiorniki magazynowe substratów płynnych, komór fermentacyjnych, zbiorników magazynowych nawozu pofermentacyjnego będą szczelne, przykryte szczelnym przykryciem²¹.

¹⁸ Wykonanie rozporządzenia 1069/2009 zapewnia rozporządzenie Komisji UE nr 142/2011 z dnia 25 lutego 2011 r. oraz w sprawie wykonania Dyrektywy Rady 97/78/WE.

¹⁹ W niniejszej publikacji jest to przedmiotem odrębnego rozdziału.

²⁰ Dz. U. z 1997 r., nr 132, poz. 877. Biorąc pod uwagę najnowsze technologie, istnieje możliwość odstępowania od przedstawionych warunków technicznych. Zgodnie z art. 9 ust. 1 ustawy Prawo budowlane w przypadkach szczególnie uzasadnionych dopuszcza się odstępowanie od przepisów techniczno-budowlanych, o których mowa w art. 7 odstępowanie nie może powodować zagrożenia życia ludzi lub bezpieczeństwa mienia, a w stosunku do obiektów; szersze omówienie: Z. Niewiadomski (red.), *Prawo budowlane. Komentarz*, Warszawa 2009, s. 160–175 oraz B. Majchrzak, *Instytucja odstępowania od przepisów techniczno-budowlanych*, [w:] *Energetyka i ochrona środowiska w procesie inwestycyjnym*, red. M. Cherka, F. Elżanowski, M. Swora, K. Wąsowski, Warszawa 2010, s. 316–339.

²¹ W zakresie gospodarki ściekami normuje te kwestie rozporządzenie ministra środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U., nr 137, poz. 984, z późn. zm.).

Wymagania odnośnie do odległości zamkniętych zbiorników na płynne odchody zwierzęce, komór fermentacyjnych i zbiorników biogazu będą zgodne z wymaganiami rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie. Odległości komór fermentacyjnych i zbiorników biogazu będą wynosić co najmniej:

- 1) od otworów okiennych i drzwiowych pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi oraz od budynków inwentarskich – 30 m,
- 2) od innych budynków – 16 m,
- 3) od granicy działki sąsiedniej – 10 m,
- 4) od składu węgla i koksu – 30 m,
- 5) od innych komór fermentacyjnych i zbiorników biogazu niezwiązanych technologicznie z projektowaną biogazownią – 30 m,
- 6) od silosów na zboże i pasze o pojemności większej niż 100 Mg – 30 m,
- 7) od innych obiektów budowlanych niebędących budynkami – 10 m.

Z zastrzeżeniem § 10 rozporządzenia: odległości pomiędzy budowlami rolniczymi a budowlami i budynkami związanymi z nimi technologicznie nie ogranicza się, chyba że przepisy szczególne stanowią inaczej.

W okresie realizacji projektowanej inwestycji występują niewielkie niedogodności, charakter których będzie przejściowy i zanikający. Teoretycznie, realizacja inwestycji może mieć wpływ na poszczególne elementy środowiska:

- powietrze atmosferyczne²²,
- odpady²³,

²² Emisja zanieczyszczeń będzie miała charakter emisji niezorganizowanej, o niedużym zasięgu oraz będzie występować okresowo z różnym natężeniem w sposób przemijający. W charakterystyce należy opisać uciążliwości w zakresie ochrony powietrza, których podstawą jest w głównej mierze praca silników: urządzeń budowlanych, sprzętu oraz samochodów transportowych spalających głównie olej napędowy, dowożących i wywożących materiały i urządzenia na miejsce realizacji inwestycji.

²³ Chodzi tu o uciążliwości w zakresie gospodarki odpadami. W trakcie realizacji biogazowni rolniczych, wykorzystane są typowe, stosowane w Polsce i innych krajach techniki budowlano-montażowe oraz materiały. Powstają odpady budowlane z grupy 17 (wg rozporządzenia ministra środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów – Dz. U., nr 112, poz. 1206) będące efektem robót ziemnych i konstrukcyjnych. Zestawienie odpadów wraz z podaniem ich kodów można przedstawić w tabeli. Zgodnie z art. 2 ust. 2, pkt 1 ustawy o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. (tj. Dz. U. z 2010 r., nr 185, poz. 1243, ze zm.) przepisów ww. ustawy nie stosuje się do mas ziemnych lub skalnych usuwanych albo przemieszczanych w związku z realizacją inwestycji, jeżeli miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego, decyzja o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu, decyzja o pozwoleniu na budowę lub zgłoszenie robót

- środowisko gruntowo-wodne,
- hałas²⁴.

Potencjalne negatywne oddziaływanie na etapie eksploatacji biogazowni rolniczej na środowisko kumuluje się głównie wokół następujących zagadnień: gospodarki odpadami, emisji zanieczyszczeń do atmosfery (w tym uciążliwości substancji złoonych), hałasu, oddziaływania na środowisko przyrodnicze (w tym zmian w krajobrazie), zagrożenia awarią. Podstawę prawną w zakresie gospodarki odpadami na terenie analizowanej inwestycji stanowi ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach. Gospodarka odpadami co do zasady winna być prowadzona zgodnie z następującą sekwencją czynności postępowania z odpadami: kto podejmuje działania powodujące lub mogące powodować powstawanie odpadów, powinien takie działania planować, projektować i prowadzić tak, aby:

- zapobiegać powstawaniu odpadów lub ograniczać ilość odpadów i ich negatywne oddziaływanie na środowisko przy wytwarzaniu produktów, podczas i po zakończeniu ich użytkowania,
- zapewniać zgodny z zasadami ochrony środowiska odzysk, jeżeli nie udało się zapobiec ich powstaniu,
- zapewniać zgodne z zasadami ochrony środowiska unieszkodliwienie odpadów, których powstaniu nie udało się zapobiec lub których nie udało się poddać odzyskowi [79, s. 250–266].

Charakteryzując odpady w biogazowni przewidziane do odzysku (na potrzeby technologiczne biogazowni) i wytworzenia (w związku z pracą instalacji biogazowni funkcjonowaniem zaplecza) w pierwszej kolejności, należy wskazać wykorzystanie odpadów z przetwórstwa rolno-spożywczego, odpadów organicznych pochodzenia rolniczego i odpadów z instalacji i urządzeń służących zagospodarowaniu odpadów, z oczyszczalni ścieków, przeznaczonych do odzysku metodą R3 – recykling lub regeneracja substancji

budowlanych określają warunki i sposób ich zagospodarowania, a ich zastosowanie nie powoduje przekroczeń wymaganych standardów jakości gleby i ziemi, o których mowa w ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska.

²⁴ Emisja hałasu z przedmiotowego terenu w fazie realizacji inwestycji związana będzie z pracą maszyn i urządzeń wykorzystywanych przy robotach budowlanych oraz samochodów dostawczych, związanych z transportem materiałów. Należy wskazać, że z punktu widzenia prawnego ustawa Prawo ochrony środowiska nie dotyczy problematyki zwalczania hałasu powodowanego przez poszczególne urządzenia techniczne. Kwestie te częściowo rozstrzyga rozporządzenie ministra gospodarki z 21 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń używanych na zewnątrz pomieszczeń w zakresie emisji hałasu do środowiska (Dz. U. z 2005 r., nr 263, poz. 2202 z późn. zm.). Proszę szerzej w tej kwestii: J. Jerzmański, *Prawo ochrony środowiska. Komentarz*, red. M. Pchałek, M. Górski Warszawa 2011, s. 56–65.

organicznych, które nie są stosowane jako rozpuszczalniki (włączając kompostowanie i inne biologiczne procesy przekształcania) lub R14 – inne działania polegające na wykorzystaniu odpadów w całości lub części wskazane w załączniku nr 5 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach. Istotną zasadą w biogazowniach rolniczych jest wykorzystanie odpadów organicznych, osadów ściekowych i produktów pochodzenia zwierzęcego, nienadających się do spożycia przez ludzi (materiał kategorii 3 i 2), przeznaczonych do produkcji biogazu, pozyskiwanych w procesie odzysku odpadów [64, s. 19–22].

Natomiast odpadem wytwarzanym w trakcie eksploatacji biogazowni będzie poferment. W wyniku separacji i ewentualnego suszenia część pofermentu będzie mieć postać stałą. Zgodnie z rozporządzeniem ministra środowiska z dnia 5 kwietnia 2001 r. w sprawie katalogu odpadów poferment jest odpadem, który można zaklasyfikować do grupy 19²⁵.

Dalsze zagospodarowanie cieczy pofermentacyjnej (odpady o kodach 19 06 05 i 19 06 06) winno być poddane procesowi odzysku zgodnie z załącznikiem nr 5 (procesy odzysku) ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach kwalifikują się do odzysku R10 (rozprowadzenie na powierzchni ziemi w celu nawożenia lub ulepszenia gleby).

Odpady (ciecz pofermentacyjna zakwalifikowana jako odpady o kodzie 19 06 05 i 19 06 06) przeznaczone do odzysku R10 spełniać muszą wszystkie warunki ustalone dla odzysku ww. odpadów, które zostały zawarte w rozporządzeniu ministra środowiska z dnia 5 kwietnia 2011 r. w sprawie procesu odzysku R10 [35]. W razie niemożności zagospodarowania części pofermentu metodą R10 może on być przekazany podmiotom posiadającym stosowne regulacje prawne na zbieranie i odzysk tego odpadu. Zgodnie z ustawą z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu [31] ciecz pofermentacyjna może być uznana za środek poprawiający właściwości gleby i rozprowadzana po jej powierzchni²⁶.

²⁵ Są to odpady z instalacji i urządzeń służących zagospodarowaniu odpadów, z oczyszczalni ścieków oraz z uzdatniania wody pitnej i wody do celów przemysłowych, w podgrupy 19 06 (odpady z beztlenowego rozkładu odpadów), jako odpad o kodzie: • 19 06 05 – ciecze z beztlenowego rozkładu odpadów zwierzęcych i roślinnych, • 19 06 06 – przefermentowane odpady z beztlenowego rozkładu odpadów zwierzęcych i roślinnych.

²⁶ Inwestor będzie mógł wprowadzić ją do obrotu po uzyskaniu pozwolenia na wprowadzanie do obrotu nawozu albo środka wspomagającego uprawę roślin, zgodnie z art. 4 ust. 1 ww. ustawy o nawozach i nawożeniu. Zastosowanie w tym zakresie ma również rozporządzenie ministra środowiska (zwłaszcza załączniki 2 i 3) z dnia 13 lipca 2010 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych, nawet przy długotrwałym stosowaniu; rozporządzenie ministra rolnictwa i rozwoju wsi z dnia 16 kwietnia 2008 r. w sprawie szczegółowego sposobu stosowania nawozów oraz prowadzenia szkoleń z zakresu ich stosowania (Dz. U. z 2008 r., nr 80, poz. 479 oraz zalecenia Kodeksu Dobrej Praktyki Rolnej).

Ponadto, zgodnie z art. 26 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach, posiadacz odpadów, który prowadzi działalność w zakresie odzysku odpadów zobowiązany jest do uzyskania zezwolenia na prowadzenie działalności w zakresie odzysku odpadów. W sposób szczególny należy zwrócić uwagę na oddziaływanie pofermentu na wody. Generalnie przyswajalność przez rośliny azotu z pofermentu powoduje jego znacznie mniejszą penetrację w głąb gleby i możliwość zanieczyszczenia wód.

Przechodząc do scharakteryzowania oddziaływania biogazowni na powietrze, należy podkreślić, że ochrona powietrza polega na zapewnieniu jak najlepszej jego jakości w szczególności przez utrzymanie poziomów substancji w powietrzu poniżej dopuszczalnych poziomów lub co najmniej na tych poziomach, a także na zmniejszaniu poziomów substancji w powietrzu do dopuszczalnych, gdy nie są one dotrzymane [42, s. 603–628]. W przypadku produkcji biogazu w tym rolniczego wykorzystują naturalne zjawiska zachodzące w środowisku, co do zasady biogazownia nie wytwarza innych substancji, niż te, które w środowisku naturalnym występują powszechnie. Jednakże zintensyfikowana fermentacja beztlenowa stanowi uciążliwość zapachową. Ograniczenie tej uciążliwości to maksymalne zamknięcie technologii produkcji biogazu, w wyniku czego następuje znaczny spadek emisji niepożądanych zapachów.

Formalnoprawne wymogi w analizowanym zakresie określa ustawa Prawo ochrony środowiska oraz szczegółowo szereg rozporządzeń wykonawczych, z których w przypadku biogazowni znaczenie prawne ma dla obliczeń stanu zanieczyszczenia powietrza rozporządzenie ministra środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji (Dz. U., nr 16, poz. 87) oraz częściowo rozporządzenie ministra środowiska z dnia 22 kwietnia 2011 r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji (Dz. U., nr 95, poz. 558 ze zm.).

Eksplatacja analizowanych rodzajów przedsięwzięć wiązać się będzie z emisją gazowych i pyłowych zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego oraz może powodować emisję substancji zapachowo czynnych. Źródłem emisji niezorganizowanej do powietrza atmosferycznego jest często spalanie benzyn i oleju w silnikach samochodów poruszających się i parkujących w obrębie tego rodzaju inwestycji (samochody osobowe, transport surowców samochodami ciężarowymi, ciągnikami rolniczymi z przyczepami).

Źródłem emisji zorganizowanej i niezorganizowanej pyłowych i gazowych zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego, mającej miejsce w wyniku przeprowadzenia przedmiotowej inwestycji będą:

- emisja niezorganizowana – transport samochodowy po terenie inwestycji (samochody osobowe, ciężarowe, ciągniki rolnicze dostarczające biokomponenty do produkcji biogazu);
- emisja substancji aktywnych zapachowo.

Hermetyzacja procesu fermentacji w prawidłowo działającej biogazowni jest skutecznym środkiem determinującym nienastąpienie emisji substancji aktywnych zapachowo ze zbiorników fermentacyjnych i magazynowych, co skutecznie zabezpieczy przed potencjalną emisją uciążliwych zapachów. Z uwagi na trudną mierzalność i brak wyraźnych kryteriów co do uciążliwości zapachowych ustawodawca nie ustanowił norm prawnych w rozpatrywanej kwestii.

W przypadku uwarunkowań wynikających z emisji hałasu, kwestia ta w przypadku biogazowni jest ściśle skonkretyzowana prawnie. Poziom hałasu w środowisku jest bowiem normowany przepisami wynikającymi z ustawy Prawo ochrony środowiska. W zależności od jego natężenia, uzależnionego od odległości do terenów użytkowanych w różny sposób przez ludzi [100, s. 679–685].

Rozstrzygające znaczenie dla określania stref wykluczonych dla biogazowni z powodu emisji hałasu na etapie eksploatacji posiada rozporządzenie ministra środowiska z 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku [30] oraz instrukcja nr 338 Instytutu Techniki Budowlanej: „Metoda określania emisji i immisji hałasu w środowisku”. Instrukcja określa metodykę modelowania propagacji hałasu w środowisku [116, s. 95].

Najczęściej w biogazowniach występują następujące rodzaje źródeł hałasu:

- punktowe źródła hałasu,
- liniowe źródła hałasu [47], [48],
- źródła hałasu typu budynek.

Do obliczeń rozprzestrzeniania hałasu przyjmuje się najmniej korzystny okres pory dnia i pory nocy. W celu potwierdzenia braku negatywnego oddziaływania inwestycji na stan klimatu akustycznego zaleca się, po zrealizowaniu inwestycji, przeprowadzenie kontrolnych pomiarów emisji hałasu na granicy terenów podlegających ochronie akustycznej.

Jeśli chodzi o zmiany w krajobrazie i środowisku przyrodniczym, wpływ tego typu inwestycji jest uzależniony od przeanalizowania wybranych materialnoprawnych aktów prawnych, w tym zwłaszcza aktów prawa lokalnego. Przykładowo, akty prawa miejscowego powołujące daną formę ochrony przyrody zawierają szereg ograniczeń lokalizacyjnych dla przedsięwzięć OZE. Przy czym nasilenie ograniczeń związane jest z charakte-

rem prawnym, zakresem i jednoznacznością przepisów wprowadzających wykluczenia, zakazy i ograniczenia. Ograniczenia z tego zakresu mogą wynikać z miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego²⁷.

Obiekty i urządzenia techniczne wchodzące w skład zabudowy terenu biogazowni, głównie zbiorniki fermentacyjne, obiekty magazynowania gazu lub inne, z racji swoich gabarytów i wielkości zainwestowanej powierzchni mogą stanowić subdominantę w krajobrazie. Istotne jest więc możliwie harmonijne wkomponowanie biogazowni w krajobraz poprzez: unikanie lokalizacji w otwartych przestrzeniach, na wyniosłościach terenu, w sąsiedztwie obiektów o wyjątkowo cennych walorach kulturowych i przyrodniczych. Natomiast obsadzenie terenu inwestycji wysoką zielenią może w znacznym stopniu zneutralizować negatywne odczucia wizualne [45], [69, s. 176–191], [110, s. 149–162], [122, s. 77–102], [63], [46, s. 229–249].

Duże znaczenie posiada przeprowadzana w ramach oceny oddziaływania analiza wariantowa przedsięwzięcia, mająca na celu rozważenie możliwości osiągnięcia określonych celów inwestycyjnych przy jak najmniejszym obciążeniu środowiska. Inwestor przedstawia w raporcie minimum 2 warianty realizacji przedsięwzięcia. Dodatkowo opisuje sytuację, w której nie podejmuje realizacji przedsięwzięcia. Ma to kluczowe znaczenie w kontekście art. 81 ust. 1 ustawy o oś [4, s. 63–71], [80, s. 13–20].

Najczęstszym powodem konfliktów społecznych i protestów przeciw budowie biogazowni (jak wynika z inwestycji tego rodzaju wewnątrz krajowych) są obawy lokalnej społeczności przed powstawaniem nadmiernego hałasu i uciążliwości zapachowych. Ze względu na małą liczbę istniejących instalacji tego typu w Polsce, a przez to ograniczone możliwości bezpośredniej ich oceny i poznania, nie sposób jest wykluczyć konfliktów o charakterze pozamerytorycznym, wynikających z braku dostatecznej wiedzy na temat biogazowni. Protesty takie są najczęściej przejawem tzw. syndromu NIMBY („not in my back yard”, czyli „nie na moim podwórku”), który charakteryzuje się pozamerytorycznym

²⁷ Na uwagę i aprobatę zasługuje fakt, że ustawa z 6 sierpnia 2010 r. o zmianie ustawy o gospodarce nieruchomościami oraz ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym wprowadza nakaz, aby w studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy ustalone było rozmieszczenie urządzeń wytwarzających energię z odnawialnych źródeł energii o mocy przekraczającej 100 kW, a także ich stref ochronnych związanych z ograniczeniami w zabudowie oraz zagospodarowaniu i użytkowaniu terenu, granice terenu pod budowę tych urządzeń oraz granice ich stref ochronnych związanych z ograniczeniami w zabudowie, zagospodarowaniu i użytkowaniu terenu oraz występowaniem znaczącego oddziaływania tych urządzeń na środowisko. Pokazuje to, że ustawodawca uwzględnił specyfikę przedsięwzięć OZE, uznając za konieczne określenie szerszego kontekstu funkcjonalno-przestrzennego.

sprzeciwem wobec konkretnej lokalizacji, przy jednoczesnym wskazywaniu, że projekt powinien być zrealizowany w innym miejscu. W potencjalnych konfliktach może uczestniczyć kilka grup interesu np. okoliczni mieszkańcy czy organizacje ekologiczne [76].

Podsumowując rozdział dotyczący oceny oddziaływania biogazowni, należy wskazać, że na etapie budowy nie będą występować znaczące oddziaływania na środowisko. Będą to oddziaływania typowe i nieuniknione ze względu na samą istotę procesu inwestycyjnego, tak jak nagromadzenie odpadów budowlanych i okresowe uciążliwości związane z transportem materiałów budowlanych pojazdami samochodowymi (głównie emisja hałasu i zanieczyszczeń do powietrza, powodująca krótkoterminowe oddziaływanie na otoczenie przedmiotowej inwestycji).

Na etapie eksploatacji podczas prawidłowego funkcjonowania instalacji nie będzie występować znaczące oddziaływanie na środowisko. Oddziaływanie bezpośrednio będzie wiązać się z zajęciem terenów pod budowę biogazowni. W okresie wykonywania prac związanych z budową obiektów mogą powstawać stałe i przejściowe obciążenia środowiska. Do stałych można zaliczyć przekształcenie fizyczne gruntu związane z budową obiektów kubaturowych (przygotowanie podłoża pod realizację obiektów polega na usunięciu warstwy ziemi i wykonaniu wykopów).

Do obciążeń przejściowych tego typu zaliczają się:

- emisja niezorganizowana pyłów w czasie budowy i porządkowania terenu,
- emisja niezorganizowana zanieczyszczeń związanych ze spalaniem paliwa w środkach transportu (przywóz materiałów budowlanych i wywóz odpadów) oraz pracującym sprzęcie,
- emisja hałasu powodowana pracami budowlano-konstrukcyjnymi oraz hałasu powstającego w wyniku pracy sprzętu i transportu materiałów budowlanych,
- powstawanie odpadów innych niż niebezpieczne (związane z „funkcjonowaniem” pracowników, sprzętu, maszyn).

Na etapie budowy inwestycji wystąpią krótkotrwałe zagrożenia wynikające z wytwarzania odpadów budowlanych i komunalnych. Jednak usuwanie tych odpadów w ramach właściwie realizowanej gospodarki odpadami przez wykonawców inwestycji pozwoli do minimum ograniczyć niekorzystne oddziaływanie na środowisko.

Oddziaływanie bezpośrednio związane będzie także z głównymi źródłami emisji hałasu w czasie eksploatacji biogazowni. Do źródeł tych zaliczyć można: transport wewnętrzny, działanie urządzeń wentylacyjnych, silników. Uwzględnienie w projekcie budowlanym zaleceń dotyczących ograniczania uciążliwości akustycznej pozwoli na

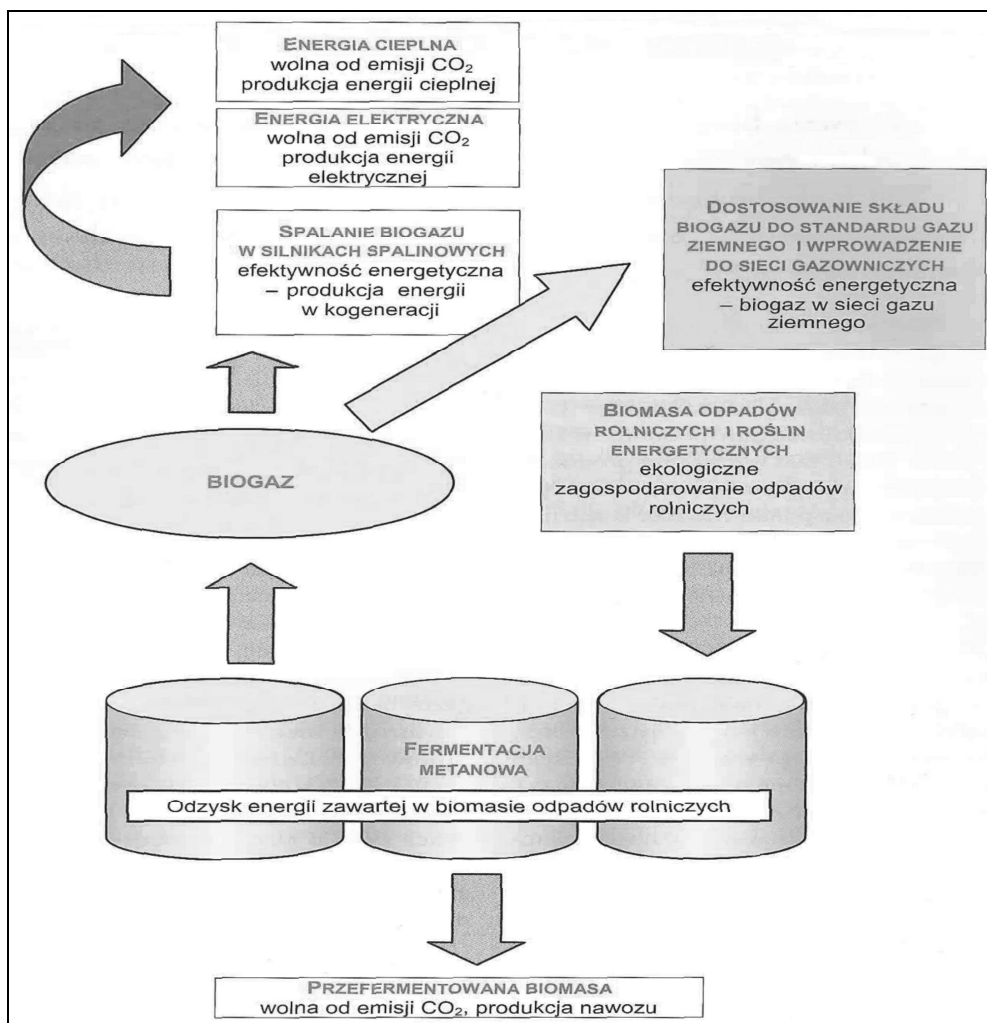
ograniczenie hałasu przenikającego do środowiska. Zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego będzie mieć charakter pośredni, długotrwały. Emisja z terenu przedsięwzięcia na etapie eksploatacji będzie miała charakter niezorganizowany i zorganizowany. Etap budowy inwestycji będzie się wiązał z zagrożeniami krótkotrwałymi. Na tym etapie chwilowe wielkości emisji będą zależeć przede wszystkim od organizacji i natężenia prac (jej natężenie będzie zmienne w ciągu doby). Emisja i jej skutki dla stanu powietrza ustąpią całkowicie po zakończeniu robót. Oddziaływanie skumulowane odnosi się do: emisji zanieczyszczeń do powietrza z przedmiotowego terenu i emisji zanieczyszczeń z terenów sąsiednich – emisja z poruszających się pojazdów samochodowych jak i emisja zorganizowana z budynków mieszkalnych i sąsiadujących zakładów przetwórstwa, zakładów mleczarskich lub ubojni. Oddziaływanie to musi zostać uwzględnione w przeprowadzonych obliczeniach rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego poprzez ujęcie aktualnego tła zanieczyszczeń otrzymanego z WIOŚ.

Z administracyjno-prawnego punktu widzenia wymierne znaczenie w polskim systemie prawnym ma decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach, jak podaje B. Rakoczy „Zestawienie przepisów o ocenach oddziaływania na środowisko z przepisami o decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach daje pełen obraz postępowania. Ocena oddziaływania na środowisko sama w sobie nie ma znaczenia. Nabiera ona takiego znaczenia dopiero w postępowaniu o wydanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach. [...], a zatem to decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach określa uwarunkowania realizacji przedsięwzięcia, a nie ocena oddziaływania” [88, s. 158]. Decyzja środowiskowa określa, zatem środowiskowo-przyrodnicze uwarunkowania realizacji przedsięwzięcia.

5. Efekt ekologiczny biogazowni

Biogazownie można zaliczyć do inwestycji chroniących środowisko z uwagi na prowadzoną w niej wielokierunkową działalność, opartą na utylizacji i odzysku odpadów przy przetwarzaniu biomasy, zagospodarowaniu odpadów poubojowych, produktów i pozostałości z przetwórstwa rolno-spożywczego. Biogazownie wykorzystują rozwiązania technologicznie chroniące powietrze, glebę i wodę oraz niwelujące hałas. Do nowoczesnych technologii tego rodzaju można zaliczyć oczyszczanie biogazu ograniczające emisję siarki i substancji zapachowo czynnych. Najistotniejszym efektem ekologicznym biogazowni rolniczych jest wykorzystanie potencjału odpadów. Biogazownie rolnicze

produkuja energię wolną od emisji CO₂. Gazem odpowiadającym w 50% za występowanie efektu cieplarnianego jest dwutlenek węgla, na drugim miejscu znajduje się metan, później freony, ozon, tlenki azotu. Wydzielany w zbiornikach fermentacyjnych biogazowni rolniczych metan służy do produkcji energii elektrycznej i/lub ciepłej na drodze spalania w wysokosprawnych silnikach spalinowych. Produktem spalania metanu jest energia przekształcana na energię elektryczną ciepłą, ale także dwutlenek węgla i woda. Obieg CO₂ jest zamknięty, dlatego można mówić o emisji wolnej od CO₂. Całość dwutlenku węgla wyemitowanego do atmosfery powraca do obiegu wiązana przez rośliny, często rośliny energetyczne uprawiane na cel jej napędzania. Dodatkowo, w przypadku gdy do biogazowni dostarczane są odpady z pozostałości przemysłu rolno-spożywczego, następuje wzorcowy przykład zamknięcia cyklu życia produktu [20]. Podobny efekt zachodzi w przypadku wykorzystywania do procesu materii organicznej, której niekontrolowany rozkład jest przyczyną emisji CH₄ do atmosfery. Biorąc pod uwagę, że metan jest gazem o 21-krotnie silniejszym efekcie cieplarnianym od dwutlenku węgla, biogazownie przyczyniają się do obniżenia efektu cieplarnianego poprzez zmianę bardziej szkodliwego gazu cieplarnianego na mniej szkodliwy dla atmosfery dwutlenek węgla. Kluczem do efektywności instalacji jest wykorzystanie procesów kofermentacji odpadów z przetwórstwa lub przemysłu rolno-spożywczego czy mleczarskiego oraz odchodów zwierzęcych lub odpadów poubojowych. Atrakcyjność tego rodzaju wsadów podyktowana jest możliwością często bezpłatnego pozyskania ich od tzw. producentów, dla których to znakomite zamknięcie cyklu produkcji. Szczególnie zainteresowanymi podmiotami, nieposiadającymi własnych obiektów utylizacyjnych, mogą być różnorakie przetwórnice, głównie z uwagi na niższy koszt usługi utylizacji w biogazowni w porównaniu z kosztami usług wyspecjalizowanych firm, zakładów utylizacyjnych. Praktycznym kierunkiem wykorzystania biogazu jest tworzenie lokalnych sieci gazowniczych. W skali globalnej efekt ekologiczny powstania biogazowni rolniczych spowoduje osiągnięcie korzyści ekonomicznych i społecznych m.in. poprzez oszczędzanie zasobów paliw nieodnawialnych, realizowanie wymaganych prawem Unii Europejskiej zobowiązań w zakresie redukcji emisji szkodliwych substancji do atmosfery, budowanie bezpieczeństwa energetycznego kraju, rozwiązanie problemów z zakresu gospodarki odpadami tak w skali globalnej, jak i lokalnej. Lokalny rozwój zdecentralizowanych i rozproszonych przedsięwzięć OZE polegający na budowie biogazowni rolniczych pociąga za sobą zmianę kierunku przepływu strumieni pieniężnych z tytułu płatności za energię, stanowiąc dodatkowe źródło dochodów dla rolników.



Rysunek 14. Efekt ekologiczny biogazowni²⁸

²⁸ Rysunek autorstwa K. Janczur, Z. Szymandera zeskanowany z pisma „Czysta Energia” 2010, nr 1, s. 16.

Akty prawne wykorzystane do publikacji

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2011/92/UE z dnia 13 grudnia 2011 r. w sprawie oceny skutków wywieranych przez niektóre przedsięwzięcia publiczne i prywatne na środowisko (Dz. U. L 26 z 28.1.2012, s. 1–21).

Dyrektywa Rady z dnia 27 czerwca 1985 r. w sprawie oceny skutków wywieranych przez niektóre przedsięwzięcia publiczne i prywatne na środowisko naturalne 85/337/EWG (Dz. Urz. UE L Nr 175/1985, s. 40 z późn. zm.).

Dyrektywa 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniającą i w następstwie uchylającą dyrektywy nr 2001/77/WE oraz 2003/30/WE (Dz. Urz. UE L 140/16 z 05.06.2009 r.).

Dyrektywa 2001/77/WE z 27 września 2001 r. w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych (Dz. Urz. UE L 283/33 z 2001 r. z późn. zm.).

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1069/2009 z dnia 21 października 2009 r. określającego przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, nieprzeznaczone do spożycia przez ludzi oraz w sprawie wykonania dyrektywy Rady 97/78/We w odniesieniu do niektórych próbek i przedmiotów zwolnionych z kontroli weterynaryjnych na granicach w myśl tej dyrektywy (Dz. U. UE. L z 2011 r. 54.1).

Rozporządzenie Komisji UE nr 142/2011 z dnia 25 lutego 2011 r. oraz w sprawie wykonania Dyrektywy Rady 97/78/WE.

Konwencja z 25 lutego 1991 r. w Espoo o ocenach oddziaływania na środowisko w kontekście transgranicznym (Dz. U. z 1999 r., nr 96, poz. 1110).

Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (j. t. Dz. U. z 2006 r., nr 89, poz. 625 z późn. zm.).

Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnieniu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. z 2008 r., nr 199, poz. 1227 ze zm.).

Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2008 r., nr 25, poz. 150 ze zm.).

Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (tekst jednolity – Dz. U. z 2010 r., nr 185, poz. 1243 ze zm.).

Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (tekst jednolity – Dz. U. z 2009 r., nr 151, poz. 1220 ze zm.).

Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i paliwach ciekłych (Dz. U. z 2006 r., nr 169, poz. 1199 ze zm.).

Ustawa z dnia 21 grudnia 2000 r. o jakości handlowej artykułów rolno-spożywczych (Dz. U. z 2005 r., nr 187, poz. 1577 ze zm.).

Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity – Dz. U. z 2010 r., nr 243, poz. 1623 ze zm.).

Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu (Dz. U., nr 147, poz. 1033).

Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz o opłacie produktowej i opłacie depozytowej (tekst jednolity – Dz. U. z 2007 r., nr 90, poz. 607 ze zm.).

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U., nr 213, poz. 1397).

Rozporządzenie ministra środowiska z dnia 22 kwietnia 2011 r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji (Dz. U., nr 95, poz. 558 ze zm.).

Rozporządzenie ministra środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz. U., nr 16, poz. 87).

Rozporządzenie ministra środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U., nr 120, poz. 826).

Rozporządzenie ministra gospodarki z dnia 21 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń używanych na zewnątrz pomieszczeń w zakresie emisji hałasu do środowiska (Dz. U. z 2005 r., nr 263, poz. 2202 ze zm.).

Rozporządzenie ministra gospodarki z dnia 28 maja 2007 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń używanych na zewnątrz pomieszczeń w zakresie emisji hałasu do środowiska (Dz. U., nr 105, poz. 718).

Rozporządzenie ministra środowiska z dnia 3 marca 2008 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U., nr 47, poz. 281).

Rozporządzenie ministra środowiska z dnia 2 lipca 2010 r. w sprawie przypadków, w których wprowadzanie gazów lub pyłów do powietrza z instalacji nie wymaga pozwolenia (Dz. U., nr 130, poz. 881).

Rozporządzenie ministra środowiska z dnia 2 lipca 2010 r. w sprawie rodzajów instalacji, których eksploatacja wymaga zgłoszenia (Dz. U., nr 130, poz. 880).

Rozporządzenie ministra środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz. U., nr 112, poz. 1206).

Rozporządzenie ministra środowiska z dnia 21 kwietnia 2006 r. w sprawie listy rodzajów odpadów, które posiadacz odpadów może przekazywać osobom fizycznym lub

jednostkom organizacyjnym niebędącym przedsiębiorcami, oraz dopuszczalnych metod ich odzysku (Dz. U., nr 75, poz. 527 ze zm.).

Rozporządzenie ministra środowiska z dnia 5 kwietnia 2011 r. w sprawie procesu odzysku R10. (Dz. U. z 2011 r., nr 86, poz. 476).

Rozporządzenie ministra środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz. U., nr 165, poz. 1359).

Rozporządzenie ministra rolnictwa i gospodarki żywnościowej z dnia 7 października 1997 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie (Dz. U., nr 132, poz. 877).

Rozporządzenie ministra infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowania (Dz. U., nr 75, poz. 690 ze zm.).

Rozporządzenie ministra środowiska z dnia 4 listopada 2008 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji oraz pomiarów ilości pobieranej wody (Dz. U., nr 206, poz. 1291).

Rozporządzenie ministra środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U., nr 137, poz. 984 ze zm.).

VII. Problematyka akceptacji społecznej dla inwestycji ingerujących w środowisko naturalne w kontekście idei zrównoważonego rozwoju i programu rozwoju technologii biogazowych w Polsce

Pojęcie *sustainable development* nie ma jednoznacznego odpowiednika w języku polskim. W polskich tekstach jest ono tłumaczone jako rozwój zrównoważony, ekorozwój, rozwój trwały. Od lat 70. XX w. koncepcja zrównoważonego rozwoju zyskuje coraz większą popularność. Znajduje zastosowanie zarówno w międzynarodowych, jak i krajowych aktach prawnych i dokumentach politycznych. W hierarchii wartości konstytucyjnych polski ustawodawca usytuował ochronę środowiska i zrównoważony rozwój obok fundamentalnych dla każdego państwa wartości, tj. niepodległość i integralność narodu [86]. Zasada zrównoważonego rozwoju została *explicite* wyrażona w ustawie Prawo Ochrony Środowiska [1] i jest podstawową wytyczną określającą, w jaki sposób państwo powinno wykonywać swoje zadania, a Polska, akceptując takie podejście do rozwoju, powinna tworzyć odpowiednie mechanizmy prowadzenia działalności gospodarczej i życia społecznego w sposób pozwalający zachować zasoby i walory środowiska, w stanie zapewniającym możliwość korzystania z nich przez obecne, jak i przyszłe pokolenia, przy jednoczesnym zachowaniu trwałości funkcjonowania procesów przyrodniczych oraz różnorodności biologicznej, umożliwiające realizację tej zasady [43, s. 196].

Zrównoważony rozwój jest przedmiotem zainteresowania wielu dyscyplin naukowych. Stanowi swego rodzaju alternatywę dla wzorców rozwoju społeczno-gospodarczego przyjętych w minionych stuleciach. Współcześnie koncepcja zrównoważonego rozwoju służy określeniu takiego rozwoju społecznego i gospodarczego, który nie zakłóca ekosystemów, w których funkcjonuje człowiek. W ideę tę wpisują się także inwestycje w odna-

wialne źródła energii. Jednakże budowanie nowego ładu społecznego, opartego na zrównoważonym rozwoju, nie jest możliwe bez uzyskania społecznej akceptacji.

Obserwowany przez stulecia rozwój społeczny, przemysłowy, postępująca urbanizacja dokonywały się kosztem środowiska. Człowiek swym ciągłym dążeniem do zmian, wzrostu gospodarczego, konsumpcjonizmem, antropocentryzmem doprowadził do stanu, w którym sam dla siebie stanowi zagrożenie. W dzisiejszym, postindustrialnym świecie przyroda jest skażona, powietrze zanieczyszczone, a surowce naturalne nadmiernie eksploatowane. Kwestie związane z ochroną środowiska stały się jednym z ważniejszych wyzwań, przed jakimi stanęła ludzkość. Działania na rzecz ochrony środowiska, rozwój społeczeństwa proekologicznego nie jest możliwy bez dokonania zmian w świadomości ekologicznej społeczeństwa, zmian ustalonych (i negatywnych z punktu widzenia ekorozwoju) nawyków, wzorców zachowań i postaw w relacji człowieka ze środowiskiem.

W „Strategii zmian wzorców konsumpcji i produkcji na sprzyjające realizacji zasad trwałego, zrównoważonego rozwoju” przyjętej przez Radę Ministrów w dniu 14 października 2003 r., wyznaczono 5 obszarów, w których wzorce konsumpcji i produkcji powinny ulec zmianie [104]: przemysł, energetyka, gospodarka odpadami, transport oraz rolnictwo i gospodarka żywnościowa.

Celem nadrzędnym Strategii jest nadanie równoważnego znaczenia kwestiom wzrostu gospodarczego i wzrostu poziomu życia społeczeństw oraz problematyce zarządzania i zużycia zasobów środowiskowych. Niniejsza Strategia wskazuje także na priorytetowe kierunki działań [104]:

- zwiększanie zakresu odpowiedzialności za skutki środowiskowe działalności produkcyjnej i usługowej oraz konsumpcji, w tym wsparcie partnerstwa publiczno-prywatnego, a także działania nakierowane na wzrost świadomości ekologicznej społeczeństwa,
- tworzenie sprzyjających warunków dla proekologicznych inwestycji, w tym dla inwestycji ograniczających materiałochłonność i energochłonność procesów produkcyjnych oraz innowacyjnych działań ukierunkowanych na zmianę wzorców produkcji i konsumpcji,
- dostosowanie modeli wytwarzania, dystrybucji i wykorzystywania energii do zasad zrównoważonego rozwoju, w tym zróżnicowanie źródeł energii oraz poprawa efektywności energetycznej przedsiębiorstw.

Wdrożenie wzorców zrównoważonej produkcji i konsumpcji jest elementem niezbędnym w budowaniu nowego ładu społecznego, opartego o ideę zrównoważonego rozwoju.

1. Idea zrównoważonego rozwoju a odnawialne źródła energii

Idea zrównoważonego rozwoju narodziła się w XX w. na skutek zainteresowania następującymi kwestiami [121]:

- Procesami demograficznymi – rozwój gospodarczy, który umożliwiłby zaspokajanie potrzeb szybko zwiększającej się liczby ludności, doprowadzi do zniszczenia przyrodniczych i surowcowo-energetycznych podstaw tego rozwoju.
- Zamrożeniem wzrostu gospodarczego (koncepcja wzrostu zerowego) – zatrzymanie wzrostu gospodarczego umożliwi zachowanie tempa eksploatacji zasobów naturalnych na dotychczasowym poziomie.
- Zarządzaniem dobrami wspólnymi – określenie nowych zasad wykorzystywania wspólnej własności, wyznaczono dwa kierunki: prywatyzacyjny (zgodny z założeniami liberalnymi) oraz partycypacyjny (koncentrujący się na włączeniu społeczności lokalnej w prace prowadzone w rejonie jej zamieszkania).
- Koncepcją ekorozwoju – opierała się na założeniu, iż człowiek jest nie tylko twórcą, ale i tworem środowiska. Rozwój gospodarczy, opierający się na wykorzystywaniu osiągnięć nauki i techniki, zwiększa dominację człowieka nad środowiskiem, ale jednocześnie stanowi groźbę, iż dotychczasowy, korzystny stan środowiska może ulec zmianie. Koncepcja ta postulowała ochronę i utrzymanie takiego stanu środowiska, który będzie mógł samoistnie neutralizować ludzką ingerencję, a jednocześnie będzie warunkiem stałego rozwoju cywilizacyjnego.
- Zmianami sposobu życia – inspiracje z religii i filozofii, a także wzrost świadomości szkód, jakie działalność człowieka spowodowała w środowisku naturalnym, zainspirowały postulaty o zmianie systemu wartości.
- Nowym, międzynarodowym ładem ekonomicznym – zwiększanie się różnic ekonomicznych i gospodarczych między poszczególnymi państwami doprowadziło do zmiany charakteru polityki międzynarodowej. Biedniejsze, gorzej rozwinięte kraje powinny otrzymać pomoc od państw bogatszych w zaspokajaniu potrzeb swych społeczeństw.
- Rolnictwem – rolnictwo alternatywne negowało masową organizację produkcji, odrzucało szerokie stosowanie nawozów sztucznych i środków chemicznych, stało się konkurencją dla rolnictwa przemysłowego.

Jak pisze G. Zabłocki, wyrażenie „rozwój zrównoważony” (*sustainable development*) zostało użyte po raz pierwszy przez Barbarę Ward pod koniec lat 60. XX w. Wyraziła ona pogląd, iż rozwój społeczno-ekonomiczny i ochrona środowiska muszą stanowić harmonijną całość.

Zabłocki wskazuje na dwie zasadnicze cechy rozwoju zrównoważonego [121]:

- wolę pozostawienia przyszłym pokoleniom zadawalających warunków życia – taki rozwój, który umożliwi zaspokajanie potrzeb zarówno obecnym pokoleniom, jak i przyszłym;
- współzależność i równoważność rozwoju gospodarczego, stanu środowiska naturalnego i rozwoju społecznego – odejście od sektorowego podejścia do systemu społecznego, gospodarczego i przyrodniczego na rzecz traktowania tych trzech dziedzin w sposób łączny.

Andrzej Kassenberg wymienił następujące zasady rozwoju zrównoważonego [61]:

- możliwość odtwarzania się zasobów naturalnych,
- efektywne wykorzystanie zasobów nieodnawialnych oraz dążenie do ich zastępowania odnawialnymi,
- stopniowe eliminowanie substancji niebezpiecznych i toksycznych,
- ograniczenie odprowadzania zanieczyszczeń do środowiska,
- stała ochrona przyrody,
- tworzenie przedsiębiorstwom warunków do uczciwej konkurencji – zarówno w dostępie do ograniczonych zasobów, jak i możliwości odprowadzania zanieczyszczeń,
- uspołecznienie procesów podejmowania decyzji dotyczących środowisk lokalnych,
- dążenie do zapewnienia ludziom poczucia bezpieczeństwa ekologicznego – zapewnienie warunków do zdrowia fizycznego, psychicznego i społecznego.

Jak wskazuje „Strategia Zrównoważonego Rozwoju Polski do Roku 2025” kluczowe znaczenie w promowaniu idei zrównoważonego rozwoju oraz aktywizacji jednostek mają następujące struktury [105]:

- rodzina,
- szkoła na poziomie podstawowym i ponadpodstawowym,
- organizacje młodzieżowe, pozarządowe, religijne i kulturalne,
- organizacje i struktury samorządowe,
- organizacje pracownicze i zawodowe,
- organizacje naukowe i techniczne.

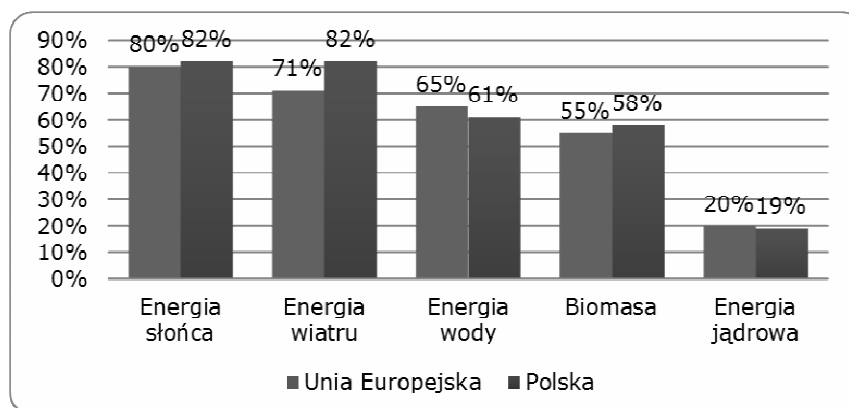
Wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii wpisuje się w ideę zrównoważonego rozwoju, gdyż energia ze źródeł odnawialnych oznacza energię pochodzącą z naturalnych, powtarzających się procesów przyrodniczych. Zasoby te można traktować jako niewyczerpalne, ponieważ uzupełniają się w naturalnych procesach, a ponadto są bardziej przyjazne środowisku niż zasoby kopalne. Najważniejszymi i najczęściej wykorzystywanymi nośnikami energii odnawialnej są: biomasa stała, energia promieniowania słonecznego, energia wody, energia wiatru, biogaz, biopaliwa, energia geotermalna.

Jednakże rozwój energetyki ze źródeł odnawialnych nie jest możliwy nie tylko bez nowoczesnych technologii i odpowiednich uregulowań prawnych, ale także bez akceptacji społecznej. Inwestycje, które nie posiadają poparcia społeczności lokalnej są z góry skazane na problemy – protesty społeczne i próby blokowania przedsięwzięcia.

2. Akceptacja społeczna odnawialnych źródeł energii

Jak wynika z raportu „Energy Technologies: Knowledge, Perception, Measures” [101] według Europejczyków energetyka nie jest najważniejszą kwestią społeczną (znalazła się na 13 miejscu z 14% wskazań); najistotniejsze wskazywane problemy to: bezrobocie (64%), przestępczość (36%), system opieki zdrowotnej (33%). Jednakże na pytanie o akceptację dla wybranych źródeł energii zarówno Europejczycy, jak i Polacy deklarują dużo wyższe poparcie dla energii ze źródeł odnawialnych, niż dla energetyki jądrowej.

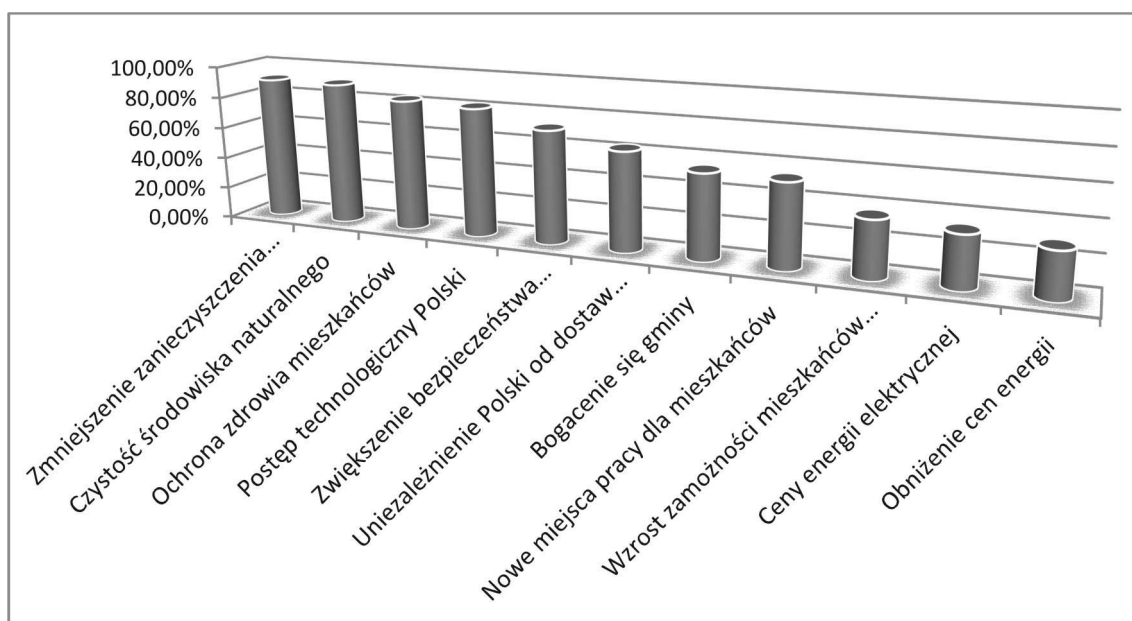
Znajomość opinii i poziomu akceptacji społecznej dla inwestycji w odnawialne źródła energii ma bardzo ważne znaczenie w procesie inwestycyjnym. Mobilizujące są zatem dla inwestorów wyniki badań na zlecenie Polskiego Stowarzyszenia Energetyki Wia-



Wykres 18. Akceptacja wybranych źródeł energii

Źródło: oprac. własne na podstawie [101].

trowej [76], które wykazały społeczną akceptację dla inwestycji w energetykę odnawialną. Średnia ocena poparcia dla OZE wskazała na wysoki jego poziom, a tym samym wysoki poziom akceptacji dla rozwoju OZE. Badanie przeprowadzono w celu określenia poziomu akceptacji społecznej dla OZE. Uzyskane wyniki pokazały, że reprezentatywna grupa Polaków dostrzega korzyści wynikające z odnawialnych źródeł energii, przede wszystkim w obszarze ekologii, zdrowia człowieka i postępu technologicznego kraju [76]. „Najsilniejszymi korelatami poziomu akceptacji są opinie na temat społecznego sensu inwestycji w energetykę wiatrową i OZE oraz wpływu działalności człowieka na zmiany klimatyczne, czyli te obszary świadomości społecznej, na których można budować programy edukacyjno-informacyjne” [76].



Wykres 19. Korzyści inwestowania w odnawialne źródła energii

Źródło: oprac. własne na podstawie raportu PSEW [76].

Wśród Europejczyków największy poziom akceptacji dla energii słońca i wiatru wyrażają Duńczycy, Cypryjczycy i Grecy. Energia pochodząca z biomasy cieszy się największym poparciem wśród Niemców (75%) i Austriaków (74%), najmniejszym wśród mieszkańców Malty (21%) i Brytyjczyków (35%). Ważnym jest także fakt, iż co 8 Europejczyk wyraża swój sprzeciw wobec wykorzystywania biomasy. Najwięcej sceptyków jest wśród Maltańczyków (23%) oraz Cypryjczyków (19%). W Polsce co 7 badany wyraża swój sprzeciw wobec biomasy, a co 10 nie ma zdania na ten temat. Poziom akceptacji odnawialnych źródeł energii zależy także od płci, wieku i poziomu wykształcenia.

W raporcie przygotowanym przez Instytut na rzecz Ekorozwoju możemy przeczytać, że najważniejszymi kwestiami, które respondenci braliby pod uwagę, podejmując decyzję dotyczącą wybudowania jakiegokolwiek elektrowni w pobliżu ich miejsca zamieszkania jest: bezpieczeństwo dla zdrowia, nowe miejsca pracy, poprawa jakości środowiska, korzystny wpływ na ograniczenie zmian klimatu oraz wykorzystywanie w elektrowni nowoczesnych technologii.



Wykres 20. Poziom akceptacji społecznej dla inwestycji OZE w pobliżu miejsca zamieszkania

Źródło: oprac. własne na podstawie raportu „Z energetyką przyjazną środowisku za pan brat” Instytutu na rzecz Ekorozwoju [102].

3. Budowanie społecznego poparcia dla biogazowni

Jednym z głównych wyzwań stojących zarówno przed Unią Europejską, jak i przed światem jest skuteczniejsze i bardziej efektywne wykorzystywanie zasobów naturalnych, a także działania mające na celu ochronę klimatu. Działania takie mają charakter po-

nadnarodowy, są złożone i interdyscyplinarne. Wymagają współpracy krajów na całym świecie, ich zaangażowania i zrozumienia istoty podejmowanych działań, a także przeprowadzenia reform gospodarczych, które będą miały znaczenie nie tylko w skali globalnej, ale także regionalnej i lokalnej.

W związku z tym został przyjęty pakiet klimatyczno-energetyczny, który stawia przed Unią Europejską ambitne cele do zrealizowania do 2020 r.: obniżenie emisji gazów cieplarnianych o 20% poniżej poziomu z roku 1990, zwiększenie zużycia energii ze źródeł odnawialnych do 20% całkowitego zużycia oraz zwiększenie efektywności energetycznej o 20% w odniesieniu do prognoz na rok 2020, a także zwiększenie o 10% udziału biopaliw w ogólnej konsumpcji paliw transportowych. Takie założenia wymagają poważnych zmian gospodarczych, społecznych i ekonomicznych. Jednakże zmiany te nie będą możliwe bez udziału społeczności lokalnych.

Istotnym elementem procesu inwestycyjnego w odnawialne źródła energii jest udział społeczeństwa. Jest to jedna z najważniejszych faz procedury oceny oddziaływania na środowisko, przeprowadzanej przed wydaniem decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach (decyzji środowiskowej), niezbędnej w celu ubiegania się o tzw. decyzję realizacyjną (np. pozwolenie na budowę). W procesie inwestycyjnym w zakresie odnawialnych źródeł energii, przy procedurze oceny oddziaływania na środowisko, przedmiotem udziału społeczeństwa będzie przede wszystkim wniosek o wydanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach wraz z wszystkimi załącznikami, w szczególności raportem o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko.

Dlaczego konsultacje społeczne są tak istotne w procesie inwestycyjnym? Przede wszystkim z uwagi na konieczność zebrania pełnych, rzetelnych informacji o planowanej inwestycji, a opinie społeczeństwa nierzadko stanowią znaczną wartość dodaną w procedurze podejmowania decyzji. Konsultacje społeczne są skutecznym sposobem na przejrzystość i efektywność procesu inwestycyjnego [40], [117, s. 82–92].

Udział społeczeństwa na wczesnym etapie podejmowania decyzji stanowi podstawowy element przewidzianej w Konwencji z Aarhus, podpisanej 25 czerwca 1998 r.²⁹, procedury udziału społeczeństwa w podejmowaniu decyzji w sprawach dotyczących środowiska.

²⁹ Podstawowe założenia Konwencji z Aarhus zostały powtórzone w Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2003/4/WE w sprawie publicznego dostępu do informacji dotyczących środowiska.

Klasyfikacja Międzynarodowego Stowarzyszenia na Rzecz Uczestnictwa Społecznego [103], wyróżnia pięć poziomów partycypacji społecznej:

- informowanie (rola uczestnictwa społecznego sprowadza się do informowania społeczeństwa o zamierzeniach władz w celu lepszego ich poznania i zrozumienia, np. informacja prasowa, internet, dni otwarte);
- konsultowanie (opiniowanie przedkładanych projektów rozwiązań i zgłaszaniu ich alternatyw, np. dyskusje, ankiety, debaty publiczne);
- włączanie (ciągłe uczestnictwo społeczne w całym procesie przygotowywania decyzji, np. warsztaty, badanie opinii publicznej);
- współpraca (aktywne uczestnictwo w przygotowaniu alternatyw decyzyjnych i współudziale w dokonywaniu ich wyboru np. obywatelskie komitety doradcze);
- nadawanie uprawnień (przekazywanie uprawnień decyzyjnych w ręce społeczności lokalnych, np. referendum, sąd obywatelski).

W badaniu przeprowadzonym dla Instytutu na rzecz Ekorozwoju [7] wskazano, że dla 6,7% ankietowanych konsultacje społeczne są zbędne, gdyż niepotrzebnie wydłużają proces decyzyjny, na ogół nie uwzględnia się ich wyników bądź wręcz uniemożliwiają one podjęcie jakiegokolwiek decyzji.

W opracowanym przez Ministerstwo Gospodarki, we współpracy z Ministerstwem Rolnictwa i Rozwoju Wsi, rządowym programie pt.: „Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce” [62], który został przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 13 lipca 2010 r. zakładane jest powstanie średnio jednej biogazowni w każdej gminie do roku 2020. Mając na uwadze fakt, iż w Polsce jest 2479 gmin, postawiony cel jest prawdziwym wyzwaniem zarówno z przyczyn logistycznych, technologicznych i finansowych, jak również z powszechnego braku akceptacji społecznej dla inwestycji w produkcję biogazu.

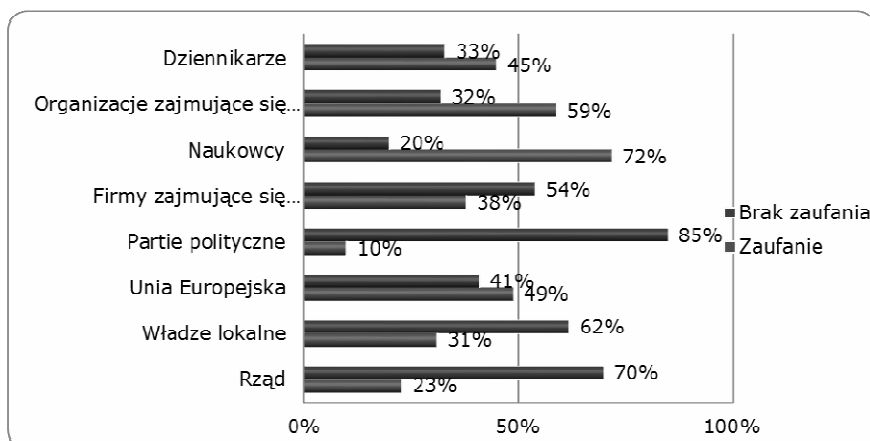
Na zlecenie Ministerstwa Gospodarki został opracowany *Przewodnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych*, którego celem jest dostarczenie kompleksowej wiedzy dotyczącej prowadzenia procesu inwestycyjnego. Ministerstwo Gospodarki w swym *Przewodniku* zaleca, przed przystąpieniem do budowy biogazowni, opracować plan kontaktów z miejscową społecznością i wypracować narzędzia komunikacyjne, pozwalające łagodzić ewentualne konflikty.

W *Przewodniku* zwraca się uwagę na wykorzystanie następujących instrumentów interkomunikacyjnych, przydatnych w procesie dialogu społecznego [83]:

- bezpośredni kontakt,
- rozmowy przy okrągłym stole,
- zwiedzanie innych biogazowni,

- kampanie medialne,
- konferencje prasowe,
- programy szkolne i wakacyjne.

Ważnym elementem jest także zwrócenie się z prośbą o pomoc w procedurze negocjacji do podmiotów działających na danym obszarze. Jak wskazuje raport „Energy Technologies: Knowledge, Perception, Measures” [101] największym zaufaniem społecznym w kwestiach związanych z energetyką cieszą się naukowcy, dziennikarze oraz organizacje zajmujące się ochroną środowiska.



Wykres 21. Zaufanie Polaków do podmiotów udzielających informacji na tematy związane z energetyką

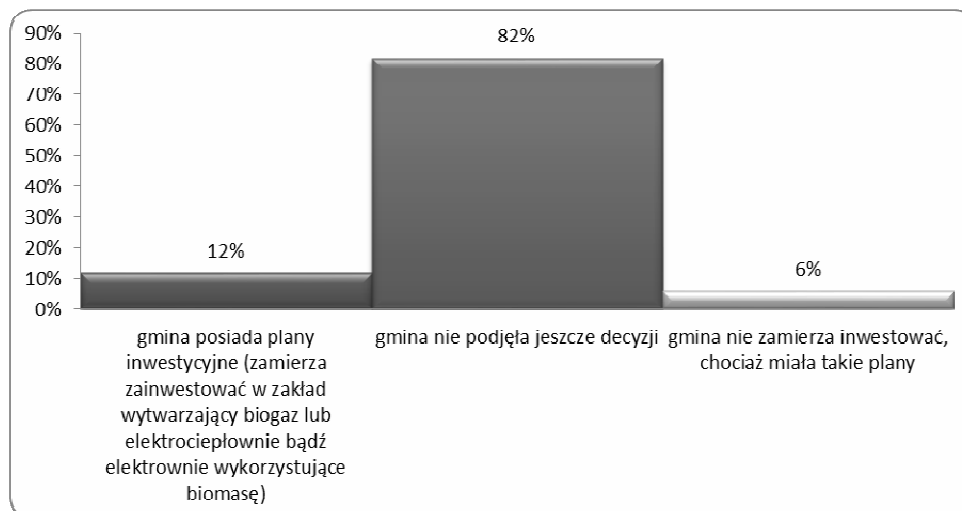
Źródło: oprac. własne na podstawie [101].

Ważną rolę w procesie inwestycyjnym odgrywa także władza lokalna, która nie tylko może wspomóc budowanie poparcia dla danej inwestycji w środowisku lokalnym, ale także może wpłynąć na inne aspekty przedsięwzięcia. Jednakże, jak wskazuje raport „Inwestycje w zakłady wytwarzające biogaz i przetwarzające biomasę w latach 2010–2012” [11], zdecydowana większość gmin nie podjęła jeszcze decyzji dotyczących inwestowania w energię ze źródeł odnawialnych.

Przed potencjalnymi inwestorami, chcącymi rozpocząć budowę biogazowni, stoją różnorodne wyzwania, w tym uzyskanie aprobaty dla przedsięwzięcia zarówno ze strony władz lokalnych, jak i mieszkańców oraz zmierzenie się z obawami społeczności lokalnej

związanymi m.in. z nieprzyjemnym zapachem oraz hałasem, możliwością skażenia gruntów i wód, niebezpieczeństwem wybuchu instalacji, obciążeniem lokalnych dróg, negatywnym wpływem na zdrowie ludzi, spadkiem wartości sąsiadujących działek.

Jak pokazuje wykres 21, ogromna większość polskich gmin (825) nie posiada planów inwestycyjnych ani aktualnych planów zagospodarowania przestrzennego, które byłyby podstawą podejmowania decyzji o kierunku rozwoju gminy i przyszłych inwestycjach.



Wykres 22. Posiadanie planów inwestycyjnych przez gminy na lata 2010–2012

Źródło: [11].

Zagrożeniem dla inwestycji proekologicznych, w tym inwestycji związanych z odnawialnymi źródłami energii, może być także syndrom NIMBY. Syndrom ten (z ang. *Not In My Back Yard*) jest potocznym określeniem postawy osób, które sprzeciwiają się realizacji planowanych inwestycji w ich najbliższym otoczeniu, choć nie kwestionują ich konieczności. Syndrom NIMBY objawia się licznymi konfliktami i protestami mieszkańców wobec planowanych w ich sąsiedztwie inwestycji. „Badania tego problemu wskazują, że syndrom NIMBY ma swoje źródło w pominięciu czy wręcz odsunięciu społeczności od procedur decyzyjnych, a także niedostatecznym informowaniu na temat planowanego przedsięwzięcia” [66].

4. Społeczeństwo obywatelskie

Udział mieszkańców służyć ma budowaniu społeczeństwa obywatelskiego poprzez umożliwienie włączenia się w życie publiczne, dając im prawo wyrażania opinii. Głównym celem konsultacji jest uzyskanie informacji tym cenniejszych, że uzyskanych od podmiotów, na których przedsięwzięcie może mieć wpływ. W wyniku udziału społeczeństwa organ właściwy może np. zażądać uzupełnienia raportu o oddziaływaniu na środowisko, o informacje wskazane w toku konsultacji społecznych.

W większości przypadków, dla inwestorów branży OZE, konsultacje społeczne to jednak droga przez mękę. Społeczności lokalne chcą za wszelką cenę zablokować wszelkie działania inwestycyjne planowane w okolicy, tłumacząc negatywną ingerencją w krajobraz, szkodliwym oddziaływaniem na zdrowie ludzi, zwierząt, a także zagrożeniem dla upraw.

Przykładem ogromnej niechęci społecznej dla inwestycji proekologicznych może być budowa biogazowni. Takie instalacje z powodzeniem funkcjonują na zachodzie Europy od wielu lat. Rozwiązują nie tylko problem niezależności energetycznej, ale także zagospodarowania biomasy roślinnej czy odchodów zwierzęcych.

Inwestor budowanej w Konopnicy (k. Rawy Mazowieckiej) biogazowni rolniczej podkreśla, że problemy związane z uwarunkowaniami społecznymi, zwłaszcza nieprzychylnością mieszkańców, wynikają przede wszystkim z braku znajomości zasad funkcjonowania biogazowni. Protestujących w Konopnicy nie przekonało zastosowanie nowoczesnych urządzeń, hermetyczność, wdrożony system jakości czy też działania inwestora na rzecz minimalnego wpływu inwestycji na środowisko, mimo to na wszystkich etapach procesu inwestycyjnego wyrażali swą dezaprobatę.

O podobnej społecznej negacji można było usłyszeć w wiadomościach z Białegostoku [53], [54], gdzie na sesję rady gminy Suwałki przybyli mieszkańcy, którzy są przeciwni budowie biogazowni w ich wsi, obawiając się zwiększenia natężenia ruchu, odoru i chorób. Mieszkańcy gminy podkreślają jednak, że nie są przeciwni samej budowie biogazowni, ale jej lokalizacji na ich terenie (co potwierdza wcześniejszą tezę). Inwestor z Suwałk twierdzi, że aby przekonać mieszkańców, zazwyczaj wystarczy pokazać im funkcjonujące biogazownie. Jednak niekiedy może to odnieść odwrotny skutek, tak jak w przypadku wspomnianych protestujących, którzy po zapoznaniu się z funkcjonowaniem biogazowni w Liszkowie koło Inowrocławia, wykorzystywanej niezgodnie ze standardami, wzmożyli protesty na swoim terenie. Biogazownia w Liszkowie, według ekspertów, niestety przyczyniła się do złej sławy tego typu inwestycji. W swoich protestach

odnoszą się do niej także mieszkańcy Liciszew [55], którzy przeciwstawiają się budowie biogazowni w ich okolicy. Ponadto, podkreślają, że czują się niedoinformowani, a o planowanej inwestycji dowiedzieli się „ze słupa ogłoszeniowego”. Podobne problemy z nieprzychylnością społeczną mają inwestorzy, którzy zamierzają wybudować instalację do odzyskiwania gazu wysypiskowego. Takie instalacje możemy odnaleźć w Krzyżanówku i we Frankach, koło Krośniewic, w województwie łódzkim. Pomimo iż ocenia się, że dzięki odzyskiwaniu gazu ze składowisk w całym kraju możliwy jest wzrost wytwarzania czystej energii cieplnej i energii elektrycznej, inwestycje w urządzenia do wytwarzania energii z biogazu tkwiącego w odpadach nie cieszą się społeczną akceptacją.

To tylko wybrane przykłady protestów społecznych, które mnożą się wraz ze wzrostem zainteresowania inwestycjami w biogazownie. Niestety niska świadomość społeczna, a także wysokie koszty inwestycyjne i brak mobilizacji sprawiają, że w Polsce temat biogazowni pozostaje w fazie koncepcji, a nie realizacji. Protesty społeczności lokalnych utrudniają także budowę nowoczesnych obiektów o wysokim standardzie wyposażenia, a jednocześnie tańszych pod względem inwestycyjnym i eksploatacyjnym.

Z konferencji pt. „Konflikt ekologiczny”, która odbyła się 13 czerwca 2007 r. w Centrum Informacji o Środowisku [103], można wywnioskować, że najczęstszą przyczyną konfliktów społecznych jest nienależyta informacja przekazywana przez władze. Wynika to głównie z obawy przed negatywną reakcją społeczeństwa. Tadeusz Burger [13] zwraca uwagę, że czynnikami potęgującymi konflikty ekologiczne jest niski poziom zaufania i wynikająca z braku tradycji nieumiejętność negocjowania i rozwiązywania konfliktów. Autor podkreśla, że słabą stroną jest w Polsce brak struktur społeczeństwa obywatelskiego, a społeczność lokalna mobilizuje się głównie w momencie (uważanego przez siebie) zagrożenia, z reguły w sytuacji, gdy etap dyskusji i konsultacji jest już formalnie zamknięty. Można postawić tezę, że zapewnienie przez organy administracji publicznej dostępu do rzetelnych informacji o planowanych inwestycjach np. OZE, przyczynią się do większej przychylności, a przede wszystkim ufności społeczeństwa do tego typu inwestycji.

Niestety, możemy zaobserwować spadek zaufania obywateli do instytucji publicznych i do wszelkich inicjatyw lokalnych, a winę za ten stan rzeczy ponosi niewłaściwa kampania informacyjna bądź jej brak. Niekiedy protesty społeczne są wykorzystywane jako jeden z ważniejszych elementów lokalnych programów wyborczych i są elementem politycznych konfrontacji.

Według raportu końcowego „Z energetyką przyjazną środowisku za pan brat” Instytutu na rzecz Ekorozwoju prawie połowa badanych nie czuje się dobrze poinformowana na temat OZE, przy czym 16% uznało, że zdecydowanie brakuje im takich informacji.

Odpowiedzi badanych wskazują jednak na pozytywny stosunek Polaków do OZE, którzy dostrzegają korzyści z ich stosowania, tj. oszczędności oraz ochronę klimatu. „Co druga osoba wyraziła opinię, iż korzystanie z energii odnawialnej wymaga początkowo dużych inwestycji, a więc może ograniczać powszechność jej stosowania. Jednak większość badanych (79%) zwraca uwagę na fakt, iż w dłuższej perspektywie jej wykorzystanie byłoby opłacalne, a poniesione nakłady zwróciłyby się”. Zaledwie 14% respondentów widzi zagrożenie dla gospodarki związane ze zbyt wysokimi kosztami OZE. Z powyższych rozważań można wysnuć wniosek, że brak społecznej akceptacji dla inwestycji w odnawialne źródła energii wynika z wcześniejszego braku traktowania społeczności lokalnej jako partnera, co skutkuje brakiem rzetelnego informowania o planowanej inwestycji. Inwestorzy, którym udało się sfinalizować swoje projekty podkreślają, że podstawą sukcesu jest właśnie traktowanie społeczności lokalnej jak partnerów inwestycji i rzetelne informowanie o korzyściach, zasadach funkcjonowania, oddziaływaniu na środowisko czy ilości tworzonych miejsc pracy. Bardzo ważną kwestią jest także udział społeczeństwa w podejmowaniu decyzji o lokalizacji inwestycji, gdyż brak zgody społeczeństwa może doprowadzić do zablokowania realizacji inwestycji. Zatem inwestor musi znaleźć skuteczny sposób negocjacji i zaszczerpić w świadomości społecznej pojęcie wspólnego interesu. Jednak wiadomo, że przyjęcie nowych zwyczajów przez mieszkańców to efekt żmudnej i długotrwałej pracy, a „bez zwyczaju nie ma prawa” i o tym nie należy zapominać.

5. Działania promocyjno-edukacyjne

W celu wyeliminowania czynników spowalniających rozwój inwestycji OZE, wynikających z braku społecznej akceptacji, gminy bądź inwestorzy powinni podejmować szereg niezbędnych działań, aby przekonać społeczność lokalną do realizowanego przedsięwzięcia. Należy w sposób rzetelny informować o korzyściach środowiskowych, gospodarczych i społecznych tego typu inwestycji. Podstawowym działaniem w tym zakresie jest zatem prowadzenie na szeroką skalę edukacji ekologicznej, sprzyjającej podniesieniu świadomości społeczeństwa w zakresie planowanych czy realizowanych inwestycji OZE. Powinny być prowadzone akcje edukacyjno-informacyjne, polegające m.in. na wskazywaniu dobrych przykładów inwestycji w energetykę odnawialną i korzyści z nich płynących, kreowaniu zachowań konsumentów w kierunku zakupu produktów energooszczędnych czy racjonalizacji zużycia energii. W ramach akcji edukacyjnej konieczne wydaje się przybliżenie społeczeństwu wiedzy na temat uwarunkowań administracyjno-prawnych

inwestycji OZE, procesach wytwarzania i zagospodarowania energii pochodzącej z OZE, dostępie do nowoczesnych technologii czy wreszcie o możliwościach finansowania tego typu inwestycji. Działania powinny być ukierunkowane na wzrost świadomości dokonywania racjonalnych wyborów konsumenckich i dostarczenia kompletnej informacji o efektywnych energetycznie zachowaniach i stosowaniu odpowiednich urządzeń [123]. Według Gunthera Oettingera – komisarza ds. energii UE – edukacja energetyczna to najbardziej opłacalna inwestycja UE³⁰.

Wspomniane już „Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce w latach 2010–2020”³¹ wskazują na społeczne korzyści inwestycji w OZE w postaci tzw. *green jobs*, czyli aktywizację gospodarzą wsi oraz zwiększenie zatrudnienia wśród społeczności lokalnej. Podkreśla się także pobudzenie rozwoju lokalnej przedsiębiorczości, wzrost dochodów własnych samorządów gminnych oraz wzrost konkurencyjności polskiego rolnictwa (tzw. rozproszona infrastruktura energetyczna). Budowa biogazowni daje także szansę na zawarcie z producentami rolnymi wieloletnich kontraktów, na dostawę biomasy do biogazowni.

Konstatując, należy podkreślić, że protesty wobec wszelkich inwestycji związanych z ochroną środowiska są przede wszystkim wynikiem braku informacji, edukacji i komunikacji ze społeczeństwem. W tym zakresie najskuteczniejszym sposobem rozwiązania takich problemów będzie działanie pozwalające na bezpośredni kontakt z mieszkańcami, tak aby mogli poczuć się współtwórcami realizowanych inwestycji.

Do takich działań można zaliczyć:

- badanie opinii społecznej, analizowanie stanu świadomości i postaw mieszkańców,
- stworzenie systemu informacji publicznej, prowadzenie kampanii informacyjnych i edukacyjnych,
- zbudowanie zaplecza instytucjonalnego i społecznego w oparciu o zasady partycypacji społecznej,
- nawiązanie i utrzymanie dobrych kontaktów z mediami,
- monitorowanie działań oraz zachowań społecznych.

Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii prowadzące do oszczędności zasobów nieodnawialnych jest szansą połączenia rozwoju ekonomicznego z bardziej efektywną

³⁰ Magazyn programu *Inteligentna Energia Europa na rzecz zrównoważonej przyszłości* 2010 (listopad), nr 1, Komisja Europejska.

³¹ Dokument przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 13 lipca 2010 r.

ochroną środowiska naturalnego w myśl zasady zrównoważonego rozwoju. Niestety, założenia rozwoju ekonomicznego przeciwstawiają się możliwościom realizacji zasady zrównoważonego rozwoju. Nadzieję na prawidłową realizację tej zasady daje zmiana mentalności ludzi, a szczególnie młodego pokolenia poprzez odpowiednie programy nauczania ekologii na wszystkich szczeblach edukacji. W sukurs naszym zamierzeniom idzie także, propagowany ostatnio, *benchmarking*, polegający na czerpaniu informacji z najlepszych, sprawdzonych praktyk, który może wspomóc lokalne społeczności w lepszej edukacji ekologicznej oraz przy realizacji inwestycji w odnawialne źródła energii. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE poświęca art. 14 zasadom przekazywania informacji i prowadzenia szkoleń, stanowiąc, że państwa członkowskie, przy udziale władz lokalnych i regionalnych, opracowują odpowiednie programy informacyjne, programy zwiększania świadomości, programy doradcze lub szkoleniowe, aby informować obywateli o korzyściach i rozwiązaniach praktycznych związanych z rozwojem i wykorzystaniem energii ze źródeł odnawialnych. Ponadto, zapewniają dostęp do informacji o środkach wsparcia wszystkim zaangażowanym stronom, takim jak odbiorcy, wykonawcy budowlani, instalatorzy, architekci i dostawcy urządzeń i systemów grzewczych, chłodzących i elektrycznych oraz pojazdów wykorzystujących energię ze źródeł odnawialnych.

Dobrze przeprowadzona akcja edukacyjno-promocyjna to niekiedy jeden z ważniejszych elementów procesu inwestycyjnego. Jak ważna jest edukacja ekologiczna możemy zaobserwować, śledząc przepisy ustawy Prawo Ochrony Środowiska, gdzie odrębny rozdział poświęcony jest tym zagadnieniom. Wszystkie typy szkół, środki masowego przekazu zobligowane są do uwzględniania problematyki ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju, kształtowania pozytywnego stosunku społeczeństwa do ochrony środowiska oraz popularyzowania zasad tej ochrony. Natomiast organy administracji, instytucje koordynujące oraz kierujące działalnością naukową i naukowo-badawczą, a także szkoły wyższe, placówki naukowe i naukowo-badawcze, obejmujące swym zakresem działania z dziedziny nauki lub dyscypliny naukowej, wiążące się z ochroną środowiska są obowiązane uwzględniać w ustalanych programach oraz w swej działalności badania dotyczące zagadnień ochrony środowiska i badania te rozwijać.

A może sposobem na efektywne i szybkie dotarcie do społeczności lokalnej jest muzyka? Takie rozwiązanie w promocji efektywności energetycznej i odnawialnych źródeł energii proponuje Energy Union. Udaje się tam, gdzie bawi się młodzież i łączy kampanię informacyjną „Inteligentnej Energii” z trasą koncertową [108, s. 6].

6. Podsumowanie

Inwestowanie w odnawialne źródła energii wpisuje się w budowanie nowego ładu społecznego, opartego o ideę zrównoważonego rozwoju. Jednakże nie będzie ono możliwe bez akceptacji społecznej. Aby lepiej i skuteczniej prowadzić konsultacje społeczne należy przede wszystkim dokonać analizy grup, do których kierowane są informacje, a także zaangażować w ten proces głównych aktorów życia społecznego. Ważnym elementem jest także edukacja proekologiczna zarówno formalna, jak i nieformalna. Istotne jest, by wiedza i wartości przekazywane w szkole miały swe odzwierciedlenie i znajdowały potwierdzenie także w życiu codziennym, w rodzinie, w kręgach koleżeńskich i sąsiedzkich. Nieformalną edukacją pozaszkolną, kierowaną zarówno do dorosłych, jak i do dzieci, mogą zajmować się władze lokalne, środki masowego przekazu, instytucje i organizacje działające na danym obszarze.

Człowiek jest całkowicie zależny od zasobów różnorodności biologicznej, a jej ochrona jest podstawowym warunkiem na dalsze egzystowanie. Należy zatem walczyć o społeczną akceptację inwestycji OZE, aby do świadomości społecznej dotarło, że narastające zmiany klimatu, powodujące utratę różnorodności biologicznej, prowadzą do pogorszenia jakości życia nas wszystkich. Wraz z rozwojem cywilizacyjnym, wzrostem zamożności społeczeństwa i związanym z tym wzrostem konsumpcji ilość zapotrzebowania na energię będzie się zwiększać. Należy zatem jak najszybciej stworzyć alternatywne rozwiązania, które obserwowane są już w wielu krajach wysoko rozwiniętych, a wynikają po pierwsze ze zmian struktury konsumpcji, po drugie natomiast z upowszechniania świadomości ekologicznej i wdrażania postępu technologicznego o charakterze proekologicznym. Rozwój gospodarczy nie odbywa się w oderwaniu od środowiska. Uwzględnić należy, że dalszy rozwój ekonomiczny i cywilizacyjny nie jest możliwy bez jednoczesnego uwzględniania problemów środowiska i nie może odbywać się przy wyeksploatowanych bogactwach naturalnych.

Bibliografia

- [1] Art. 3 pkt. 50. Ustawa z 27 kwietnia 2001 r. Prawo Ochrony Środowiska. Tekst jedn. Dz. U. 2008, nr 25, poz. 150 ze zm.
- [2] Bar M., Jędrońska J., *Decyzja środowiskowa o środowiskowych uwarunkowaniach i inne wymagania prawne ochrony środowiska w procesie inwestycyjnym. Praktyczny poradnik prawny*, Wrocław 2010.
- [3] Bar M., Jędrońska J., Lenart W., *Ocena oddziaływania na środowisko w inwestycji budowlanej. Procedura prawna i sporządzanie raportów w procesie inwestycyjnym*, Warszawa 2009, s. 127–180.
- [4] Behnke M., *Analiza wariantowa jako przesłanka wskazania wariantu innego niż proponowany przez inwestora lub odmowy wydania decyzji środowiskowej*, [w:] *Wybrane problemy prawa ochrony środowiska*, red. B. Rakoczy, M. Pchałek, Warszawa 2010.
- [5] Bień J., *Osady ściekowe teoria i praktyka*, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2002.
- [6] *Biomass gasification and biomass technology*, Vienna University of Technology, <http://renet.at>.
- [7] Bołtromiuk A., *Świadomość ekologiczna Polaków – zrównoważony rozwój*, Raport z badań 2009.
- [8] Braun R., Huber P., Meyrath J., *Ammonia toxicity in liquid piggery manure digestion*, „Biotechnology Letters” 1987, vol. 3.
- [9] Braun R., Weiland P., Wellinger A., *Biogas from energy crop digestion*, IFA Bioenergy, 2010.
- [10] Braun R., Wellinger A., *Potential of co-digestion*, IFA Bioenergy, 2010.
- [11] BSJP & Taylor Wessing. *Inwestycje w zakłady wytwarzające biogaz i przetwarzające biomasę w latach 2010–2012*. [Online] 2009. [Zacytowano: 17 stycznia 2012.]
- [12] Bukowski Z., *Postępowanie administracyjne w sprawach z zakresu ocen oddziaływania na środowisko*, Toruń–Włocławek 2010.
- [13] Burger T., *Konflikt ekologiczny – specyfika i studium przypadków*, [w:] *Konflikt Ekologiczny*, materiały pokonferencyjne, red. C. Starczewski, Warszawa 2007.
- [14] *Catalogue Biogas storage tanks for each Plan Design*, <http://ceno-tec.de>.
- [15] Cherka M., Elżanowski F., Swora M., Waśowski K. (red.), *Energetyka i ochrona środowiska w procesie inwestycyjnym*, Warszawa 2010.
- [16] Cotula L., Vermeulen S., Keeley R.L., Keeley J., *Land grab or development opportunity? Agricultural investment and international land deals in Africa*, FAO, IIED and IFAD, Rome 2009.

- [17] Cukrowski A., Oniszk-Popławska A., *Surowce do produkcji biogazu – uproszczona metoda obliczenia wydajności biogazowi rolniczej*, „Czysta Energia” 2010, nr 1.
- [18] Cukrowski A., Oniszk-Popławska A., *Surowce do produkcji biogazu*, „Czysta energia” 2010, nr 149.
- [19] Czerska B., Grabińska-Sota E., Kalka J., Surmacz-Górska J., *Biotechnologia ścieków*, Gliwice 2000.
- [20] De Boer J., *Zastosowanie analizy cyklu życia do modelowania rozwoju zintegrowanych strategii gospodarki odpadami dla szybko rozwijających się miast i regionów*, Poznań–Gniezno 2003.
- [21] Dobrowolski G., *Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach*, Toruń 2011.
- [22] Dymaczewski Z., Sozański M.M., Oleszkiewicz J.A., *Poradnik eksploatatora oczyszczalni ścieków*, PZITS, Poznań 1995.
- [23] Dyrektywa 2001/77/WE z 27 września 2001 r. w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych Dz. Urz. UE L 283/33 z 2001 r. z późn. zm.
- [24] Dz. U. z 1999 r., nr 96, poz. 1110.
- [25] Dz. U. z 2002 r., nr 122, poz. 1055.
- [26] Dz. U. z 2005 r., nr 187, poz. 1577 z późn. zm.
- [27] Dz. U. z 2006 r., nr 89, poz. 625 z późn. zm.
- [28] Dz. U. z 2006 r., nr 169, poz. 1199 z późn. zm.
- [29] Dz. U. z 2006 r., nr 89, poz. 625 z późn. zm.
- [30] Dz. U. z 2007 r., nr 120, poz. 826.
- [31] Dz. U. z 2007 r., nr 147, poz. 1033 z późn. zm.
- [32] Dz. U. z 2008 r., nr 199, poz. 1227 z późn. zm.
- [33] Dz. U. z 2010 r., nr 185, poz. 1243.
- [34] Dz. U. z 2010 r., nr 213, poz. 1397.
- [35] Dz. U. z 2011 r., nr 86, poz. 476.
- [36] Dz. U. z 2011 r., nr 95, poz. 558.
- [37] Dz. Urz. UE L140/16 z 05.06.2009 r.
- [38] Dz. Urz. UE seria L z 2012 r. nr 26 zastąpiła dyrektywę Rady z dnia 27 czerwca 1985 r. w sprawie oceny skutków wywieranych przez niektóre przedsięwzięcia publiczne i prywatne na środowisko naturalne 85/337/EWG, Dz. Urz. UE L Nr 175/1985, s. 40 z późn. zm.
- [39] *Europa na rzecz zrównoważonej przyszłości*, „Inteligentna Energia” 2010 (listopad), nr 1.
- [40] Górski M., *Administracja publiczna – człowiek a ochrona środowiska: zagadnienia społeczno-prawne*, Warszawa 2011.
- [41] Górski M., *Prawo Ochrony środowiska*, Łódź 2009.
- [42] Górski M., Pchalek M. (red.), *Prawo ochrony środowiska. Komentarz*, Warszawa 2011.
- [43] Grabowska G., *Europejskie prawo środowiska*, Warszawa 2001.
- [44] Gruszecki K. (red.), *Ustawa 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. Komentarz*, Wrocław 2009.

- [45] Gruszecki K., *Następstwa prawne wyznaczenia otuliny parków narodowych oraz rezerwatów przyrody*, „Casus” 2006, nr 1, poz. 3.
- [46] Gruszecki K., *Uwarunkowania prawne realizacji przedsięwzięć energetycznych na terenie parków narodowych i obszarów Natura 2000*, [w:] *Energetyka i ochrona środowiska w procesie inwestycyjnym*, red. M. Cherka, F. Elżanowski, M. Swora, K. Wąsowski, Warszawa 2010.
- [47] Hnatkow R., *Poziom mocy akustycznej ruchomych źródeł hałasu poruszających się ruchem jednostajnie przyspieszonym*, Materiały XXVIII ZSZZW Gliwice–Ustroń 2000 r.
- [48] Hnatkow R., *Poziom mocy akustycznej ruchomych źródeł hałasu*. Materiały XXVII ZSZZW Gliwice–Ustroń 1999 r.
- [49] <http://biogas-nord.com>.
- [50] http://www.biogasregions.org/doc/shining_examples/4.pdf.
- [51] <http://www.biogazownierolnicze.pl/biogazownierolnicze,article,0,77,145,kierunki-rozwoju-biogazownierolniczych-przyjete-przez-rade-ministrow.html>
- [52] <http://www.heatgroup.at/heatbio/index.php?id=5&sid=4&country=1>
- [53] <http://www.niebywalesuwalki.pl/4345>
- [54] <http://www.tvp.pl/bialystok/aktualnosci/spoleczne/biogazownia-na-sesji/4614577>
- [55] <http://www.strefabiznesu.pomorska.pl/arttykul/liciszewy-kolejny-protest-przeciwko-biogazowni-65288.html>
- [56] Janosz-Rajczyk M., *Wybrane procesy jednostkowe w inżynierii środowiska*, wyd. 3 poprawione, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2004.
- [57] Jerzmański J., *Prawo ochrony środowiska. Komentarz*, red. M. Pchałek, M. Górski, Warszawa 2011.
- [58] Jędrzak A., *Biologiczne przetwarzanie odpadów*, PWN, Warszawa 2007.
- [59] Jędrzejewska-Cicińska M., Kozak K., *Przetwarzanie permeatów powstających podczas filtracji membranowej serwatki do paliw gazowych*, „Przegląd Mleczarski” 2007, (1).
- [60] Józwiak M., *Technologie biogazowe*, ZENERIS S.A., 2009.
- [61] Kassenberg A., *Promocja ekorozwoju to nasza misja*, red. Jolanta Kamieniecka, UKFiT i InE, Warszawa 1998.
- [62] *Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce w latach 2010–2020*, Ministerstwo Gospodarki, [Online] 13 lipca 2010.
- [63] Kistowski M., Pchałek M., *Natura 2000 w planowaniu przestrzennym – rola korytarzy ekologicznych*, Warszawa 2009.
- [64] Kłopotek B., *Odpady a zapewnianie bezpieczeństwa energetycznego państwa*, „Odpady i Środowisko” 2010, nr 4.
- [65] Kowalczyk-Juśko A., *Efektywność produkcji biogazu z odpadów rolniczych i przetwórstwa rolno-spożywczego*, „Zeszyty Naukowe” 2009, (11).
- [66] Krzyszkowski J., *Łódź i region łódzki – problemy społeczne, polityka społeczna i pomoc społeczna*, PTPS, Łódź 2010.

- [67] Kujawski O., Kujawski J., *Przegląd technologii produkcji biogazu (część druga)*, „Czysta Energia” 2010, vol. 101.
- [68] Kupczyk A., Prządka A., Różnicka I., *Wybrane problemy produkcji i wykorzystania biogazu. Biogaz w krajach Unii Europejskiej i w Polsce*, „Energetyka” 2009, nr 8.
- [69] Lebowa D., *Podstawy prawne funkcjonowania parków krajobrazowych w Polsce*, [w:] *Administracja publiczna – człowiek a ochrona środowiska. Zagadnienia społeczno-prawne*, red. M. Górski, J. Bucieńska, M. Niedziółka, R. Stec, D. Strus, Warszawa 2011.
- [70] Ledakowicz S., Krzystek L., *Wykorzystanie fermentacji metanowej w utylizacji odpadów przemysłu rolno-spożywczego*, „Biotechnologia” 2005, 3(70).
- [71] Leibniz Institute of Agricultural Engineering Postdam-Bornim e. V. (ATB), <http://atb-potsdam.de>.
- [72] Lukehurst C., Frost P., Al Seadi T., *Utilisation of digestate from biogas plants as biofertiliser*, IFA Bioenergy, 2010.
- [73] Magrel L., *Prognozowanie procesu fermentacji metanowej mieszaniny osadów ściekowych oraz gnojowicy*, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok 2002.
- [74] Majchrzak B., *Instytucja odstępstwa od przepisów techniczno-budowlanych*, [w:] *Energetyka i ochrona środowiska w procesie inwestycyjnym*, red. M. Cherka, F. Elżanowski, M. Swora, K. Wąsowski, Warszawa 2010.
- [75] Monnet F., *An introduction of anaerobic digestion of organic wastes*, Final report., 2003.
- [76] Mroczek B. (red.), *Akceptacja dorosłych Polaków dla energetyki wiatrowej i innych odnawialnych źródeł energii*, Szczecin 2011.
- [77] Muras Z., *Komentarz do art. 3 pkt 20*, [w:] *Prawo energetyczne. Komentarz*, red. Swora M., Muras Z., Warszawa 2010.
- [78] Niewiadomski Z. (red.), *Prawo budowlane. Komentarz*, Warszawa 2009.
- [79] Nowina-Witkowska A., Szmigiero M., *Gospodarowanie odpadami w procesie inwestycyjno-budowlanym. Zagadnienia wybrane*, [w:] *Energetyka i ochrona środowiska w procesie inwestycyjnym*, red. M. Cherka, F. Elżanowski, M. Swora, K. Wąsowski, Warszawa 2010.
- [80] Pchałek M., Adamski A., *Krytyka sztuki OOS – prawo vs realia*, „Problemy Ocen Środowiskowych” 2010, nr 1.
- [81] *Plan Gospodarki Odpadami Województwa Łódzkiego 2011*.
- [82] *Pozyskiwanie biogazu z odpadów komunalnych*, <http://agroenergetyka.pl/?a=article&id=530>
- [83] *Przewodnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych*, [Online] marzec 2011.
- [84] *Przewodnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych*, Ministerstwo Gospodarki, 2011.
- [85] Radecki W., *Charakter prawny raportu oddziaływania a środowisko*, „Ochrona Środowiska. Państwo i Prawo” 2001, nr 2.
- [86] Radecki W., *Konstytucyjne podstawy ochrony środowiska w Polsce*, „Problemy Ekologii” 1997, nr 6.
- [87] Rakoczy B., *Ciężar dowodu w polskim prawie ochrony środowiska*, Warszawa 2010.

- [88] Rakoczy B., *Ustawa 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. Komentarz*, Warszawa 2010.
- [89] *Regional Economic Outlook, Sub-Saharan Africa Weathering the Storm*, International Monetary Fund, Washington 2009.
- [90] *Renewable Municipal Waste Barometer*, „EurObserv’Er”, November 2010.
- [91] Rowińska D., *Uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach dla biogazowni*, „Czysta Energia” 2010, nr 3.
- [92] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 2 lipca 2007 r. w sprawie szczegółowych zasad kształtowania i kalkulacji taryf oraz rozliczeń w obrocie energią elektryczną, Dz. U., nr 128, poz. 895 z późn. zm.
- [93] Rozporządzenie ministra gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego, Dz. U., nr 93, poz. 623 z późn. zm.
- [94] Rozporządzenie ministra rolnictwa i gospodarki żywnościowej z dnia 7 października 1997 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie, Dz. U., nr 132, poz. 877 z późn. zm.
- [95] Rozporządzenie ministra rolnictwa i rozwoju wsi z dnia 16 kwietnia 2008 r. w sprawie szczegółowego sposobu stosowania nawozów oraz prowadzenia szkoleń z zakresu ich stosowania, Dz. U., nr 80, poz. 479.
- [96] Rozporządzenie ministra środowiska z dnia 14 listopada 2007 r. w sprawie procesu odzysku R10, Dz. U., nr 228, poz. 1685.
- [97] Rozporządzenie ministra środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów, Dz. U., nr 112, poz. 1206.
- [98] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1069/2009 z dnia 21 października 2009 r. określającego przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, nieprzeznaczone do spożycia przez ludzi oraz w sprawie wykonywania dyrektywy Rady 97/78/We w odniesieniu do niektórych próbek i przedmiotów zwolnionych z kontroli weterynaryjnych na granicach w myśl tej dyrektywy (Dz. U. UE. L z 2011 r. 54.1).
- [99] Sadecka Z., *Toksyczność i biodegradacja insektycydów w procesie fermentacji metanowej osadów ściekowych*, Redakcja Wydawnictw Naukowo-Technicznych, Zielona Góra 2002.
- [100] Sadowski P., *Strona postępowania administracyjnego w kontekście ocen oddziaływania na środowisko i ochrony przed hałasem*, [w:] *Kodyfikacja postępowania administracyjnego na 50-lecie k.p.a.*, red. J. Niczyporuka, Lublin 2010.
- [101] Special EUROBAROMETER 262. *Energy Technologies: Knowledge, Perception, Measures*. [Online] January 2007. [Zacytowano: 17 stycznia 2012.]
- [102] Stanaszek A., Tędziągolska M., *Badanie świadomości ekologicznej Polaków 2010 ze szczególnym uwzględnieniem energetyki przyjaznej środowisku*, Warszawa 2011.

- [103] Starczewski C. (red.), *Konflikt Ekologiczny*, materiały pokonferencyjne, Warszawa 2007.
- [104] *Strategia zmian wzorców konsumpcji i produkcji na sprzyjające realizacji zasad trwałego, zrównoważonego rozwoju*, Ministerstwo Gospodarki, Pracy i Polityki Socjalnej, [Online] 14 października 2003.
- [105] *Strategia Zrównoważonego Rozwoju Polski do Roku 2025*, Ministerstwo Środowiska. [Online] grudzień 1999. [Zacytowano: 17 stycznia 2012.]
- [106] Stryjecki M., Mielniczuk K., *Wytyczne w zakresie prognozowania oddziaływań na środowisko farm wiatrowych*, Warszawa 2011.
- [107] Swora M., Muras Z. (red.), *Prawo energetyczne. Komentarz*, Warszawa 2010.
- [108] *Tanecznym krokiem ku ekologicznej przyszłości. Unia energetyczna: kampania środowiskowa dociera do europejskiej młodzieży*, „Inteligentna Energia” 2010 (styczeń), nr 6.
- [109] Tarka M., Inerowicz W., Zwolińska A., *O biogazowniach prosto z wokandy*, „Czysta Energia” 2010, nr 5.
- [110] Trzczińska D., *Natura 2000 a ograniczenie możliwości korzystania z nieruchomości*, [w:] *Wybrane problemy prawa ochrony środowiska*, red. B. Rakoczy, M. Pchałek, Warszawa 2010.
- [111] Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne, Dz. U., nr 89, poz. 625 z późn. zm.
- [112] Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu, Dz. U., nr 147, poz. 1033.
- [113] Ustawa z dnia 8 stycznia 2010 r. o zmianie ustawy Prawo energetyczne oraz zmianie niektórych innych ustaw, Dz. U. z 2010 r., nr 21, poz. 104.
- [114] *Uwarunkowania lokalizacyjne i proces inwestycyjny budowy biogazowni rolniczych w województwie lubelskim*, Biuro Planowania Przestrzennego w Lublinie, Lublin 2009.
- [115] Walat T., *Czy Szwecja upora się z europejskimi śmieciami*, „Polityka”, 22.05.2011.
- [116] Wielgosiński G., *Oceny oddziaływania na środowisko*, [w:] *Inwestowanie w energetykę odnawialną. Aspekty ekologiczne, technologie, finansowanie i benchmarking*, red. E. Kochańska, Łódź 2010.
- [117] Wilczyński P., *Udział społeczeństwa w ochronie środowiska*, [w:] *Prawa i obowiązki przedsiębiorców w ochronie środowiska. Zarys encyklopedyczny*, red. P. Korzeniowski, Warszawa 2010.
- [118] Wiśniewski G., Oniszk-Popławska A., *Stan i perspektywy rozwoju rynku biogazu w Polsce*, Warszawa 2011.
- [119] Wojciechowska U., *Projektowanie i budowa biogazowni są jednakowo trudne*, „Czysta Energia” 2010, nr 5.
- [120] Wojtczak J., Bajda L., *BioGaz*, MJP, Poznań 2010.
- [121] Zabłocki G., *Rozwój zrównoważony. Idee, efekty, kontrowersje*, UMK, Toruń 2002.
- [122] Zakrzewska M., *Ograniczenia praw do nieruchomości związane z obszarami specjalnymi*, [w:] Zakrzewska M., *Ochrona środowiska w procesie inwestycyjno-budowlanym*, Warszawa 2010.
- [123] Żmijewski K. (red.), *Alternatywna Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku. Raport techniczno-metodologiczny*, Warszawa 2009.