



Iceland
Liechtenstein
Norway grants

Norway grants

BARIERY WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ W ZAKRESIE PRODUKCJI BIOGAZU I GOSPODARKI BIOODPADAMI

RAPORT



IOŚ-PIB
Instytut Ochrony Środowiska
Państwowy Instytut Badawczy

Warszawa 2024



VISTA
ANALYSE

Dokument powstał w ramach projektu „Zielona transformacja w praktyce: demonstracja i upowszechnianie korzyści płynących z produkcji biogazu z bioodpadów”, realizowanego przez Instytut Ochrony Środowiska-Państwowy Instytut Badawczy oraz Vista Analyse, finansowanego w ramach Funduszu Współpracy Dwustronnej, Mechanizmu Finansowego Europejskiego Obszaru Gospodarczego 2014-2021 i Norweskiego Mechanizmu Finansowego 2014-2021 (Fundusze Norweskie i EOG).

Autorzy (w kolejności alfabetycznej):

Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy: Anna Bojanowicz-Bablok, Małgorzata Hajto, Natalia Horak, Agnieszka Kuśmierz, Izabela Potapowicz, Agnieszka Sobol

Vista Analyse: Sarah Eidsmo, Leif Grandum

ISBN 978-83-972509-3-2

Wydawca:

Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy,
02-170 Warszawa, ul. Słowicza 32

Publikacja dostępna na licencji: [CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Afiliacja autorów: Instytut Ochrony Środowiska-Państwowy Instytut Badawczy

Spis treści

WSTĘP	4
BARIERY ROZWOJU PRODUKCJI BIOGAZU	5
BARIERY ROZWOJU PRODUKCJI BIOGAZU W POLSCE.....	6
BARIERY ROZWOJU PRODUKCJI BIOGAZU W NORWEGII.....	12
BARIERY W ZAKRESIE GOSPODARKI BIOODPADAMI	16
PODSUMOWANIE	20
ŹRÓDŁA INFORMACJI	22



WSTĘP

WSTĘP

Rynek biogazu w krajach europejskich jest na zróżnicowanym poziomie rozwoju. Pomimo korzyści, jakie niesie ze sobą produkcja biogazu dla środowiska, gospodarki o obiegu zamkniętym czy bezpieczeństwa energetycznego, nadal występuje szereg barier, które w istotny sposób ograniczają możliwości rozwoju rynku biogazu i biometanu w Polsce i Norwegii. Bariery te można podzielić na organizacyjne i prawne, techniczne, ekonomiczne, środowiskowe, przestrzenne oraz społeczne.

Silnie związana z zagadnieniem produkcji biogazu jest także gospodarka bioodpadami. Biogazownie umożliwiają bowiem wprowadzenie zmian w gospodarce odpadami z przemysłu spożywczego oraz biodegradowalną częścią odpadów komunalnych.

Niedostateczny obecnie w Polsce poziom selektywnej zbiórki bioodpadów, a także ograniczone możliwości ich przetwarzania w przeznaczonych do tego istniejących instalacjach, przyczyniają się do wciąż znikomego wykorzystania ich potencjału. Jednym z głównych dokumentów w Polsce dotyczących gospodarki odpadami jest Krajowy Plan Gospodarki Odpadami do 2028 roku. Wśród ustalonych w dokumencie celów dla odpadów komunalnych, w tym ulegających biodegradacji, wskazano m.in. dążenie do zwiększenia recyklingu organicznego przez propagowanie kompostowania przez mieszkańców bioodpadów „u źródła”, ograniczenia składowania bioodpadów do maksymalnie 35% obliczonych na podstawie ilości bioodpadów wytworzonych w 1995 r. Dokument ponadto wprost wymienia zagospodarowanie bioodpadów w biogazowniach (w tym biogazowniach rolniczych) jako jeden z kierunków postępowania z odpadami komunalnymi, ale wskazuje na istotny problem w postaci zbyt małej liczby i wydajności istniejących biogazowni dla zagospodarowania bioodpadów.

Norwegia z kolei od wielu lat należy do państw o bardzo wysokim stopniu selektywnej zbiórki odpadów. W Planie gospodarowania odpadami na lata 2020-2025 w Norwegii wskazano, że krajowym celem jest dążenie, aby wzrost ilości odpadów był znacznie niższy niż wzrost gospodarczy, a zasoby zawarte w odpadach były wykorzystywane w najlepszy możliwy sposób poprzez recykling materiałów i wykorzystanie energii. Zauważono też potrzebę wprowadzania i rozwijania dobrych rozwiązań w zakresie zbiórki bioodpadów, zarówno z gospodarstw domowych, jak i przedsiębiorstw.

Niniejszy dokument przedstawia zbiór zidentyfikowanych barier, z jakimi spotykają się inwestycje w biogazownie komunalne (i biometanownie) oraz system gospodarki bioodpadami w Polsce i Norwegii. Rozpoznanie problemów jest pierwszym krokiem na drodze do poszukiwania i opracowania odpowiednich rozwiązań, które pozwolą na ich ograniczenie lub całkowite usunięcie.



BARIERY ROZWOJU PRODUKCJI BIOGAZU

BARIERY ROZWOJU PRODUKCJI BIOGAZU W POLSCE

Barier organizacyjne i prawne

W Polsce istnieje kilka istotnych barier prawnych, które utrudniają rozwój biogazowni. Jedną z najważniejszych jest brak spójnych przepisów regulujących produkcję biogazu, co utrudnia inwestorom planowanie i realizację projektów biogazowni. Wydzielenie w przepisach prawnych biogazu rolniczego od biogazu pochodzącego z przetwarzania innych substratów może prowadzić do problemów z uruchomieniem produkcji w przypadku niewłaściwego doboru substratów. Nierówne traktowanie biogazowni rolniczych (zazwyczaj o małej skali) i pozostałych biogazowni (np. komunalnych) w systemie prawnym objawia się m.in. poprzez brak jednolitych przepisów dotyczących wykorzystywania niektórych substratów w biogazowniach (nie każdy substrat jest uznawany za odpad w różnych sytuacjach). Wprowadzone ułatwienia prawne dla biogazowni rolniczych nie przekładają się na wzrost produkcji biogazu w wystarczającej skali.

Potrzeba interpretacji przepisów stanowi poważną barierę dla rozwoju biogazowni innych niż rolnicze. W przypadku biogazowni wykorzystujących inne substraty niż przeznaczone dla biogazowni rolniczych często wskazuje się na problemy związane z wykorzystywaniem biodegradowalnej frakcji odpadów komunalnych. Występowanie o zezwolenie na przetwarzanie kolejnych grup odpadów w biogazowni jest długotrwałym procesem, skutecznie blokującym rozwój instalacji.

Proces przygotowania projektu, uzyskiwania decyzji i pozwoleń na realizację inwestycji w biogazownię jest długi i wymagający. W zależności od wielkości planowanej biogazowni oraz rodzaju substratów, jakie mają być wykorzystywane w produkcji biogazu, może zaistnieć potrzeba przejścia pełnej procedury oceny oddziaływania na środowisko przedsięwzięcia, ponieważ biogazownie mogą być zakwalifikowane jako przedsięwzięcia zawsze lub potencjalnie znacząco oddziałujące na środowisko.

Barierą, która ze względu na rosnące zainteresowanie inwestycjami w biogazowniach powoli się zmniejsza, jest brak odpowiedniego przygotowania (wiedzy) i podejścia urzędników, którzy wydają decyzje i pozwolenia odnoszące się do specyfiki instalacji, stosowanych technologii i prowadzonych procesów.

Istotnym problemem jest długa procedura pozyskiwania certyfikatów dla powstającego w biogazowni pofermentu, który pozwalałby na jego stosowanie w rolnictwie jako środka poprawiającego właściwości gleby lub certyfikowanego nawozu. W przypadku wykorzystywania do produkcji biogazu odpadów, jest on klasyfikowany jako odpad, co utrudnia jego wykorzystanie. Możliwość wykorzystania pofermentu jako nawozu lub środka poprawiającego właściwości gleby może wymagać zbudowania nowej instalacji, np. przy przetwarzaniu osadów ściekowych może istnieć konieczność ich higienizacji poprzez wykorzystanie wysokoreaktywnego wapna.

Barierą związaną z lokalizacją biogazowni mogą być również dokumenty planistyczne gmin, gdzie biogazownie nie zostały uwzględnione bądź ich lokalizacja jest zakazana. Zmiana takiego dokumentu planistycznego jest czasochłonna i kosztowna, a często wręcz niemożliwa ze względu na niechęć urzędników oraz społeczności lokalnej.

Dotychczasowy brak programów i projektów promujących inwestycje w biogaz i biometan, a także systemów wsparcia finansowego i podatkowego, był identyfikowany jako jedna z barier

instytucjonalnych. W ostatnim roku sytuacja uległa niejakiej poprawie, niemniej w dalszym ciągu potrzebne są działania promocyjne i edukacyjne.

Problemem jest również brak stabilnej polityki energetycznej i brak długofalowej strategii rozwoju energetyki odnawialnej, który może powodować niepewność co do przyszłości sektora biogazowni. Biogaz i biometan są niewystarczająco doceniane i uwzględniane w bilansowaniu systemu energetycznego czy transportowego kraju oraz przy dekarbonizacji gospodarki, co budzi wątpliwości przy tak ogromnym szacowanym potencjale produkcji biogazu. Brak określonych celów dla biogazu i biometanu w polityce energetycznej nie zachęca inwestorów do rozwijania produkcji w sektorze ze względu na brak perspektyw zainteresowania decydentów. Zainteresowanie potencjałem biogazu i biometanu w systemie energetycznym, ciepłowniczym czy transportowym powoli zaczyna rosnąć, niemniej potrzebny jest długi czas na powstanie odpowiednich warunków prawnych dla rozwoju rynku, któremu nie sprzyja ograniczona współpraca międzyresortowa (lub czasem jej brak).

Rozwój rynku powinien odbywać się z udziałem sektora publicznego jak i prywatnego. Niestety zauważalną barierą jest słaba koordynacja współpracy tych sektorów, które mogłyby się wzajemnie wspierać w rozwoju legislacji, technologii i podnoszeniu wiedzy.

Barierę techniczne

Techniczne ograniczenia rozwoju rynku biogazu i biometanu wynikają z szeregu czynników. Jednym z głównych czynników jest ograniczona dostępność technologii w Polsce. Potrzeba sprowadzania technologii, maszyn i urządzeń spoza granic kraju wiąże się z wydłużeniem czasu realizacji przedsięwzięcia oraz zwiększonym ryzykiem związanym z ewentualnymi opóźnieniami. Brak rozwiniętego rynku krajowych technologii wiąże się również ze słabo rozwiniętą branżą zajmującą się serwisowaniem instalacji biogazowych. Ograniczone są także możliwości serwisowania instalacji czy wymiany części, co wynika z braku odpowiednio wyszkolonej kadry oraz konieczności sprowadzania części zamiennych spoza kraju.

Biogazownie najczęściej wykorzystują biogaz w celu produkcji energii elektrycznej i ciepłej w kogeneracji (CHP) na potrzeby własne przedsiębiorstwa, w celu zapewnienia prawidłowego funkcjonowania instalacji biogazowej, w tym ogrzewania wydzielonych komór fermentacyjnych (WKF) oraz funkcjonowania całego zakładu. Ewentualne nadwyżki wprowadzane są do sieci. Z punktu widzenia produkcji energii elektrycznej barierą dla budowy biogazowni jest ograniczony dostęp do przyłączenia do sieci elektroenergetycznej, a także długi czas oczekiwania na otrzymanie warunków przyłączenia do sieci OSD. Bariera ta wynika z ograniczonych możliwości przyjęcia energii przez sieci przesyłowe oraz zły stan infrastruktury elektroenergetycznej.

Szereg problemów napotyka wykorzystanie ciepła wyprodukowanego w biogazowni. W przypadku braku możliwości zagospodarowania ciepła w obrębie danej instalacji efektywne wykorzystanie powstających nadwyżek wymaga dostępu do sieci dystrybucyjnej (systemu ciepłowniczego). Z uwagi na fakt, że wiele biogazowni znajduje się na obszarach oddalonych od potencjalnych odbiorców ciepła, takich jak osiedla mieszkaniowe, budynki komercyjne czy zakłady przemysłowe, a transport ciepła na duże odległości jest nieefektywny (ponieważ prowadzi do znacznych strat energetycznych) oraz nieoptyczny, ciepło pozostaje niewykorzystane i jest emitowane do środowiska. Inną kwestią wpływającą na możliwość zagospodarowania ciepła są sezonowe zmiany zapotrzebowania na ciepło zarówno u przedsiębiorstwa, jak i potencjalnych odbiorców (w przypadku możliwości wybudowania przyłącza). Zapotrzebowanie na ciepło zmienia się w zależności od pory roku, co wpływa na możliwość

jego efektywnego wykorzystania. W związku z tym istotny jest także brak systemów magazynowania ciepła i brak mobilnych akumulatorów ciepła.

Biogaz, ze względu na swoje właściwości, po uzdatnieniu i przekształceniu go w biometan, może być wprowadzany do istniejącej w kraju sieci gazowej. Możliwości zatłaczania biometanu są jednak ograniczone ze względu na nierównomierną dostępność sieci w kraju. Ponadto wysokie koszty wykonania przyłączenia oraz potrzeby dostosowania parametrów biogazu do parametrów wymaganych w sieci stanowią wyzwanie technologiczne i finansowe. Podobnie jak w przypadku sieci elektroenergetycznej barierą przy podłączaniu do sieci gazowej bywa długi czas oczekiwania na decyzję oraz faktyczną realizację przyłącza ze względu na brak sformalizowanych wymagań i przepisów prawa w tym zakresie. Zapotrzebowanie na gaz w lokalnych sieciach gazowych, wykorzystywany np. w celach grzewczych, cechuje się sezonowością. W sytuacji zmiennego zapotrzebowania na gaz problemem technicznym byłoby magazynowanie biogazu przed jego zatłoczeniem, ponieważ produkcja biogazu cechuje się stabilnością. W obszarach pozbawionych lokalnej sieci gazowej, rozwiązaniem mogłoby być skraplanie biogazu/biometanu i transport specjalnymi pojazdami do punktów odbioru, jednak także tutaj barierą jest niski poziom rozwoju infrastruktury i wysokie koszty.

Produkowany w biogazowni biogaz, po uzdatnieniu do biometanu, posiada zbliżone do gazu ziemnego właściwości, stąd mógłby być z powodzeniem wykorzystywany jako paliwo napędowe. Barierami są jednak słabo rozwinięty w Polsce rynek pojazdów zasilanych naturalnym gazem ziemnym (ang. NGV, *natural gas vehicles*) oraz dostępność infrastruktury do tankowania tego typu pojazdów. Podobną barierą związaną z ograniczonym dostępem do instalacji tankowania zauważa się w przypadku biometanu, który mógłby być wykorzystywany na szerszą skalę w sektorze transportowym jako bioCNG i bioLNG. W Polsce dopiero w 2024 r. powstanie pierwsza biometanownia.

Barierą techniczną jest także ograniczona elastyczność instalacji biogazowej w przypadku zmiany mieszanki substratów. Konieczność zmiany substratów może wynikać np. z ich zmiennej dostępności (wynikającej z sezonowości produkcji rolniczej) oraz czystości substratu (np. stopnia zanieczyszczenia bioodpadów innymi frakcjami odpadów). Zmiana substratu może wymagać dostosowania parametrów instalacji i ewentualnej zmiany procesu, np. podwyższenia temperatury w komorach fermentacyjnych. Różne substraty cechują się różną zawartością metanu, co przekłada się na efektywność energetyczną całej instalacji. W przypadku niektórych substratów konieczne mogą być dodatkowe elementy techniczne w celu ich przygotowania do procesu fermentacji, np. rozdrabnianie czy sanityzacja, co podnosi koszty zarówno inwestycyjne jak i eksploatacyjne. Brak odpowiedniej infrastruktury technicznej ogranicza elastyczność produkcji.

Barriere ekonomiczne

Główną barierą ekonomiczną są bardzo wysokie koszty inwestycji w biogazownię, które dodatkowo rosną w przypadku budowy biometanowni. Znaczące koszty są również te związane z przyłączeniem do sieci elektroenergetycznej, które jest wymagane w przypadku produkcji energii elektrycznej w ramach biogazowni. Wysokie, dodatkowe koszty może generować również przyłączenie do sieci gazowej. W przypadku wtłaczania biogazu do sieci konieczny jest zakup dodatkowej infrastruktury do oczyszczania biogazu i analizy jego składu przed wprowadzeniem do sieci. Chęć wykorzystania produkowanego ciepła wymaga budowy infrastruktury do dystrybucji ciepła, w tym rurociągów i wymienników ciepła, co również jest kosztowne.

Barierę rozwoju sektora biogazu i biometanu stanowi także ograniczony dostęp do kredytów bankowych z preferencyjnymi warunkami dla inwestorów oraz niewielkie zainteresowanie udzielaniem kredytów inwestycyjnych. W przypadku braku dofinansowania, np. z programów unijnych czy krajowych, inwestycja może być niemożliwa do zrealizowania. Jednak funkcjonowanie programów dofinansowania może nie rozwiązywać problemu ze względu na stawianie określonych warunków dotyczących instalacji czy substratów, często trudnych do spełnienia przez inwestorów. W związku z wysokimi kosztami oraz charakterem inwestycji barierą może być także problem z ubezpieczeniem instalacji.

Częstym problemem w przypadku ubiegania się o dofinansowanie do budowy biogazowni jest podejście sektorowe instytucji finansujących. Przy dużych możliwościach, jakie daje kofermentacja, czyli wspólna fermentacja różnych substratów, np. osadów ściekowych z odpadami biodegradowalnymi z przemysłu rolno-spożywczego, zasady przyznawania dofinansowania często ograniczają możliwość wykorzystania różnych strumieni substratów w biogazowni.

Istotnym ograniczeniem dla rozwoju rynku biogazu i biometanu jest także brak wsparcia w zakresie kosztów operacyjnych, które są wysokie. O ile, w przypadku funduszy zewnętrznych, istnieje możliwość pozyskania dofinansowania na nakłady inwestycyjne, to bardzo często wydatki związane z funkcjonowaniem instalacji, kosztami pracy, konserwacją, naprawą czy wstępną obróbką surowca, pozostają bez wsparcia. Warto podkreślić, że warunki dofinansowania nakładów inwestycyjnych zazwyczaj różnią się w zależności od rodzaju wnioskodawcy – dla inwestora publicznego, prywatnego czy rolnika stosuje się odmienne zasady przyznawania wsparcia. Dodatkowo zmienność cen energii elektrycznej, biogazu i surowców może negatywnie wpływać na rentowność finansową biogazowni.

Wpływ na produkcję biogazu i biometanu może mieć także system gwarancji pochodzenia biogazu i biometanu, który nie jest dostatecznie rozwinięty w kraju. Rozszerzenie systemu gwarancji pochodzenia na biogaz i biometanu w Polsce nastąpiło dopiero 1 stycznia 2024 r. Co ważne, gwarancje pochodzenia mogą być sprzedawane, co stanowi dodatkowe źródło przychodów dla producentów. W Polsce funkcjonuje jeden dobrowolny system certyfikacji KZR INiG (System Kryteriów Zrównoważonego Rozwoju Instytutu Nafty i Gazu). Posiadanie certyfikatu potwierdza, że przedsiębiorstwo wytwarzające biometan realizuje strategię rozwoju uwzględniającego kryteria środowiskowe, społeczne i zarządcze (ang. ESG od: *Environmental* (środowiskowe), *Social* (społeczne) *Governance* (zarządcze)). Brak przeprowadzenia procesu certyfikacji uniemożliwia uznanie biometanu jako przyjaznego dla środowiska i realizującego cele ESG. Posiadanie certyfikatu wspiera budowę wizerunku przedsiębiorstwa jako odpowiedzialnego środowiskowo i społecznie (ale nie jest obligatoryjne).

Barierą ekonomiczną dla rozwoju większych instalacji produkujących biogaz i w przyszłości biometan jest ograniczony dostęp do systemów wsparcia. W Polsce obowiązuje system taryf gwarantowanych (ang. *feed-in tariff*, *FIT*) dla instalacji OZE wprowadzających energię do sieci elektroenergetycznej. System FIT przeznaczony jest dla instalacji o łącznej mocy elektrycznej poniżej 500 kW, wytwarzających energię m.in. z biogazu rolniczego, biogazu pozyskiwanego ze składowisk odpadów czy biogazu pozyskiwanego z oczyszczalni ścieków. Gwarantuje on sprzedaż całości lub części energii niewykorzystanej przez wytwórcę po stałej cenie równej 95% ceny referencyjnej wyznaczonemu dostawcy, lub wybranemu podmiotowi. Drugim systemem jest system dopłat do cen rynkowych (ang. *feed-in-premium*, *FIP*), dedykowany większym instalacjom (od 500 kW do 1 MW w przypadku produkcji energii z biomasy). System FIP pozwala na sprzedaż energii elektrycznej

z biogazu po stałej cenie równej 90% ceny referencyjnej wyłącznie podmiotowi wybranemu przez wytwórcę. Możliwość skorzystania ze wskazanego wsparcia jest ograniczona czasowo do 17 lat. Cena referencyjna waha się w zależności od konkretnej technologii i wydajności instalacji i jest ustalana przepisami. Obecnie najwyższa cena referencyjna obowiązuje dla najmniejszych instalacji wykorzystujących biogaz rolniczy w wysokosprawnej kogeneracji i wynosi 1025 zł za MWh, co jest ceną ponad dwuipółkrotnie wyższą od rynkowej ceny energii. Dla biogazowni o mocy poniżej 500 kW wykorzystującej wyłącznie biogaz pozyskiwany z oczyszczalni ścieków cena referencyjna wynosi 572 zł/MWh. Jeśli energia produkowana jest w wysokosprawnej kogeneracji, cena wynosi 714 zł/MWh. Dla biogazowni o mocy od 0,5 do 1 MWh ceny referencyjne wynoszą odpowiednio 520 i 663 zł/MWh.

Barierę środowiskowe i przestrzenne

Budowa biogazowni, rolniczej czy przyzakładowej wiąże się z zajmowaniem i przekształcaniem przestrzeni. Uwzględniając uwarunkowania technologiczne i potrzeby magazynowe, dostępność przestrzeni pod budowę i funkcjonowanie biogazowni jest kluczowa. O ile brak przestrzeni nie jest problemem dla dużych gospodarstw rolnych, to dla zakładów produkcyjno-przetwórczych czy innych przedsiębiorstw może być istotną barierą, ponieważ nie zawsze dysponują one odpowiednim obszarem pod budowę lub rozbudowę biogazowni.

Przy realizacji inwestycji ważną barierą mogą być także dokumenty planistyczne gmin (miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego, plany ogólne gmin), w których niejednokrotnie lokalizacja biogazowni nie została uwzględniona bądź została zakazana. Zmiana takiego dokumentu planistycznego jest czasochłonna i kosztowna, a często wręcz niemożliwa ze względu na niechęć urzędników oraz społeczności lokalnej. Dotychczas budowa biogazowni wiązała się z uzyskaniem decyzji o warunkach zabudowy (ze względu na częsty brak miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego). Ostatnia nowelizacja przepisów w zakresie planowania przestrzennego wzmocniła rolę miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego. W przypadku instalacji OZE (a biogazownie są do nich zaliczane) możliwe są dodatkowe ułatwienia w procesie planowania przestrzennego, ale są one kosztowne dla inwestora. Warto pamiętać, że wprowadzone w 2023 r. w Polsce prawne ułatwienia dla realizacji w przestrzeni biogazowni rolniczych dotyczą wyłącznie małych inwestycji.

Barierą są również obawy władz lokalnych i społeczności związane z ewentualnym wpływem biogazowni na środowisko, przede wszystkim obawy społeczności lokalnej przed emisją odorów, a także emisje gazów cieplarnianych, zużycie wody. W związku z tym, że substratem w biogazowniach są np. odpady biodegradowalne czy obornik, mogą być one odbierane jako obiekty „brudne”, które przyciągają niechciany zgiełk i zapachy, co może utrudniać uzyskanie odpowiednich decyzji i akceptacji społecznej. Niewłaściwie prowadzona działalność, sposób magazynowania substratów lub niesprawna instalacja może przyczyniać się do zanieczyszczenia środowiska, a tym samym wpływać negatywnie na lokalną faunę i florę. Problemem może okazać się również wpływ instalacji do produkcji biogazu, często znacznych rozmiarów, na krajobraz oraz wywierana przez nie presja na okoliczną przyrodę w sytuacji, gdy nie zapewniono odpowiednio szerokiego buforu zieleni izolacyjnej lub nie zadbano o jego właściwy stan. Bufory te, oprócz zapewniania korzyści dla lokalnych ekosystemów, w tym np. ciągłości korytarzy ekologicznych, mogą również pełnić funkcję izolacyjną dla odorów i hałasu, co jest sprawą kluczową dla sąsiadujących z biogazownią terenów mieszkalnych. Wielkość samej instalacji biogazowni, w szczególności komór fermentacyjnych, wpływa na lokalny krajobraz i, w kontekście prawnym ze względu na standardy urbanistyczne określające maksymalną

wysokość zabudowy na danych terenach, a także w kontekście społecznym w sytuacji zanieczyszczenia wizualnego bądź wprowadzenia dysharmonii w krajobrazie, może powodować problemy z uzyskaniem odpowiednich decyzji.

Wszelkie nieprawidłowości i zagrożenia dla środowiska możliwe są jednak do wychwycenia w trakcie uzyskiwania pozwoleń i decyzji, w tym decyzji środowiskowej, której celem jest dążenie do stanu, w którym biogazownia nie będzie miała negatywnego wpływu na środowisko oraz będzie spełniała wszystkie wymagane standardy prawne. Konieczne jest także prowadzenie bieżącego monitoringu, badań środowiskowych i dostosowanie technologii produkcyjnych tak, aby minimalizować negatywne skutki biogazowni na środowisko. Niezbędne jest również właściwe zarządzanie i utylizacja lub wykorzystanie pofermentu, produktu ubocznego procesu fermentacji.

Bariery społeczne

Opór społeczny wobec budowy biogazowni może być najtrudniejszą barierą do pokonania w całym procesie inwestycyjnym na każdym jego etapie. Od wielu lat w przypadku różnych przedsięwzięć, mogących potencjalnie powodować różne uciążliwości, można spotkać się z tzw. syndromem NIMBY (*ang. Not In My Back Yard* – nie na moim podwórzu). W ostatnim czasie w Polsce, w wyniku wzrostu zainteresowania inwestorów budową biogazowni, zauważalny jest wzrost negatywnego odbioru biogazowni przez mieszkańców w sąsiedztwie potencjalnych lokalizacji inwestycji. Pomimo możliwych korzyści płynących z realizacji przedsięwzięcia, ludzie nie zgadzają się na budowę inwestycji w ich otoczeniu ze względu na strach przed uciążliwościami, zwłaszcza zapachowymi. Istotne jest tutaj odnotowanie, że w Polsce, pomimo toczącej się od wielu lat dyskusji, nadal nie wprowadzono przepisów regulujących standardy zapachowej jakości powietrza. W związku z brakiem odpowiednich regulacji, potęgowany jest strach przed pogorszeniem warunków życia w najbliższym otoczeniu.

Istotnym problemem dla rozwoju rynku biogazu i biometanu w Polsce jest niski poziom edukacji ekologicznej społeczeństwa w zakresie biogazowni oraz gospodarki odpadami. Społeczność lokalna często nie jest świadoma korzyści, jakie niesie ze sobą realizacja inwestycji. Wśród nich, oprócz wytwarzania energii z biogazu (elektrycznej i cieplnej), warto pamiętać o ograniczeniu kosztów zakupu energii, a także zagospodarowywania odpadów. Utrzymującym się problemem w zakresie gospodarki odpadami jest wciąż niedostateczny poziom wiedzy w zakresie prawidłowej segregacji bioodpadów, które mogą stanowić odpowiedni substrat dla biogazowni. Eksperti wskazują na poważne braki w systemowej i powszechnej edukacji odpadowej w przestrzeni publicznej, m.in. w szkołach i mediach publicznych.

Kolejnym problemem jest brak odpowiedniej edukacji i wiedzy wśród decydentów, którzy biorą udział w procesie realizacji inwestycji i mają istotny wpływ na powodzenie tego procesu od samego początku. Dotychczasowe „surowe” traktowanie biogazowni w planowaniu przestrzennym w całej Polsce może wywodzić się między innymi z niskiego poziomu wiedzy decydentów na temat wyżej wymienionych korzyści, jakie niesie ze sobą budowa biogazowni lub biometanowni dla lokalnej społeczności i gospodarki. Brak tej świadomości przekłada się na brak zrozumienia potrzeby realizacji przedsięwzięcia. Z tego względu tak istotne jest szerzenie wiedzy na temat nowych technologii i dobrych praktyk biogazowych, będących w stanie spełnić wymagania prawne, sprostać oczekiwaniom i zniwelować uprzedzenia społeczeństwa.

Otwarta komunikacja i współpraca z interesariuszami są kluczowymi działaniami na drodze do przekonania społeczeństwa do budowy biogazowni. Bardzo ważnym czynnikiem jest rzetelność

i przejrzystość procesu wydawania decyzji i pozwoleń na budowę biogazowni, która musi uwzględniać udział społeczeństwa. Istotną rolę w edukacji ekologicznej społeczeństwa (w tym urzędników) odgrywają prowadzone kampanie informacyjno-edukacyjne skierowane do różnych grup interesariuszy, mające na celu poszerzenie wiedzy na temat funkcjonowania biogazowni oraz podniesienie poziomu społecznej akceptacji dla tego typu inwestycji. Coraz częściej, w ramach podnoszenia poziomu wiedzy i akceptacji społeczności lokalnych dla biogazowni, organizowane są także wizyty studyjne w istniejących instalacjach, w których uczestniczą nie tylko decydenci i technolodzy, ale również lokalna społeczność. Umożliwienie zapoznania się z podobnymi inwestycjami oraz rozmowy z osobami, które miały podobne obiekcje wobec inwestycji, mogą być bardzo dobrym sposobem na przekonanie społeczeństwa do inwestycji. Z kolei edukacja w zakresie gospodarki odpadami może przynieść wymierne korzyści ekonomiczne i środowiskowe dla mieszkańców i inwestorów.

BARIERY ROZWOJU PRODUKCJI BIOGAZU W NORWEGII

Barierę prawne

Istniejące w Norwegii systemy wsparcia mające na celu promowanie produkcji biogazu są dość niejasne i uzyskanie pełnego oglądu może być trudne. Istnieją różne systemy wsparcia dla wykorzystania i produkcji biogazu, które są zarządzane przez różne podmioty, które niekoniecznie formalnie ze sobą współpracują.

Enova jest głównym źródłem rządowego wsparcia inwestycyjnego dla instalacji biogazowych. Program wsparcia skierowany jest do podmiotów, które chcą rozpocząć lub rozwinąć istniejącą produkcję biogazu. Program Enova zapewnia jedynie wsparcie inwestycyjne i obecnie nie istnieją żadne programy wsparcia operacyjnego. Zarówno Szwecja, jak i Dania, które mają znacznie wyższą produkcję biogazu niż Norwegia, mają programy wsparcia dla produkcji, które działają przez dłuższy okres. Brak wsparcia produkcji może sprawić, że inwestycja w biogaz będzie zbyt niepewna dla podmiotów potencjalnie zainteresowanych budową biogazowni. Finansowanie pojazdów napędzanych biogazem przez Enova zostało wstrzymane w maju 2023 roku.

Barierę rynkowe

Norwegia nie ma dobrze rozwiniętej sieci gazowej, w przeciwieństwie do Danii, w związku z czym biogaz będzie musiał być wykorzystywany w inny sposób. Jedną z opcji jest wykorzystanie biogazu do produkcji energii elektrycznej i ciepła. Jednak ceny energii elektrycznej w Norwegii są stosunkowo niskie ze względu na dostępność energetyki wodnej, co może utrudniać producentom biogazu osiągnięcie opłacalności ekonomicznej produkcji energii elektrycznej. Rynek biogazu powinien zatem opierać się na popycie z innych sektorów. Sektor transportu mógłby być głównym odbiorcą biogazu jednak duży stopień jego elektryfikacji, a także przedkładanie dużych miast, takie jak Oslo, autobusów elektrycznych nad gazowe stanowi istotną barierę. Pojazdy na biogaz są obecnie nieopłacalne, koszt inwestycji jest od 20 do 50 procent wyższy, a koszty eksploatacji są tylko nieznacznie niższe. Dodatkowe koszty ograniczają rynek do podmiotów, które są skłonne zaakceptować dodatkowe wydatki w celu ograniczenia emisji gazów cieplarnianych.

Niepewność na norweskim rynku biogazu staje się barierą w procesie inwestycyjnym. Przed zainwestowaniem w biogazownię producent powinien zawrzeć umowę sprzedaży, aby mieć pewność, że jego produkt zostanie sprzedany. Zawarcie umowy przed podjęciem decyzji inwestycyjnej

sprawia, że rentowność instalacji jest bardziej przewidywalna. Okres eksploatacji biogazowni wynosi około 20 lat, a czas trwania umowy sprzedaży zazwyczaj nie przekracza pięciu do dziesięciu lat. Na przedwczesnym rynku, takim jak rynek biogazu, powoduje to niepewność w zakresie rentowności instalacji i ogranicza prawdopodobieństwo jej realizacji inwestycji.

Barierą dla producentów biogazu jest rynek i wykorzystanie pofermentu. Obecnie poferment stanowi koszt dla producentów biogazu i może stanowić barierę dla potencjalnego zwiększania produkcji, jeśli nie znajdą oni sposobu na jego dalsze wykorzystanie. Obecnie gotowość do zapłaty za poferment z produkcji biogazu jest ograniczona.

Barier w dostępności substratów

Niepewność dotycząca dostępu do substratów stanowi barierę dla zwiększenia produkcji biogazu w Norwegii. Wydaje się, że brakuje zachęt dla właścicieli substratów, które mogłyby być wykorzystane do produkcji biogazu, do recyklingu lub energetycznie. Od stycznia 2023 r. wszystkie gminy są zobowiązane do zapewnienia sortowania u źródła odpadów żywności i ogrodowych z prywatnych gospodarstw domowych. Powinno to pozytywnie wpłynąć na dostęp do substratów dla biogazowni, jednak nie ma przepisów, które wymagałyby wykorzystywania odpadów żywności do produkcji biogazu, a kompostowanie jest nadal powszechną metodą przetwarzania odpadów organicznych. Jednocześnie, biorąc pod uwagę wymagania dotyczące minimalizacji powstawania odpadów żywnościowych, nie ma pewności co do zawartości w przyszłości odpadów organicznych w odpadach komunalnych.

W wielu regionach Norwegii źródła substratów są mocno rozproszone, niektóre regiony mają niską populację zwierząt gospodarskich, których odchody stanowią dobry substrat dla produkcji biogazu. Mimo istnienia dotacji przyznawanej tym, którzy dostarczają obornik zwierzęcy do biogazowni, produkcja biogazu z odchodów zwierzęcych jest niska i często nieopłacalna.

Barier ekonomiczne

Podobnie jak w Polsce podstawową barierą ekonomiczną dla produkcji biogazu w Norwegii jest wysoki koszt inwestycji. Ponadto ze względu na niskie koszty energii elektrycznej w Norwegii cena energii z biogazu nie jest konkurencyjna, więc inwestycja w biogazownię wymaga jednocześnie inwestycji w biometanownię, co podnosi koszty. Obiekty rolnicze napotykać na znaczące bariery w postaci wysokich kosztów produkcji, bardziej niestabilnych procesów i zróżnicowanego zapotrzebowania na energię. Korzyści ekonomiczne z zastąpienia biogazem energii elektrycznej, gazu ziemnego lub biopaliw stałych są minimalne, ponieważ są to stosunkowo niedrogi nośniki energii.

Na opłacalność produkcji biogazu w znaczący sposób wpływa możliwość pozyskiwania substratów lokalnie. Rolnictwo w Norwegii, silnie uzależnione od geografii kraju i warunków naturalnych, charakteryzuje się występowaniem stosunkowo niewielkich obszarów, które nadają się do produkcji rolnej. W związku z tym mniejsze gospodarstwa mają trudności z uzyskaniem wystarczającej ilości substratu, aby inwestycja w biogazownię była opłacalna, a wysokie koszty transportu substratu z na większe odległości obniża opłacalność większych, regionalnych instalacji.

Małe gospodarstwa nie mogą wykorzystać potencjału ekonomii skali w produkcji biogazu. W przeciwieństwie do większych regionów rolniczych, w których biogazownie mogą zbierać odpady i inną biomasę z wielu źródeł, rozdrobniony krajobraz rolniczy Norwegii utrudnia osiągnięcie tego

samego poziomu wydajności i opłacalności. Mniejsze biogazownie borykają się z wyższymi kosztami jednostkowymi, co zmniejsza ich ogólną rentowność.



BARIERY W ZAKRESIE GOSPODARKI BIOODPADAMI

BARIERY W ZAKRESIE GOSPODARKI BIOODPADAMI

Bioodpady, które definiuje się jako *ulegające biodegradacji odpady z ogrodów i parków, odpady żywności i kuchenne z gospodarstw domowych, gastronomii, w tym restauracji, stołówek oraz zakładów zbiorowego żywienia, biur, hurtowni i jednostek handlu detalicznego, a także podobne odpady z zakładów produkujących lub wprowadzających do obrotu żywność*, stanowią jedną z grup substratów, które są wykorzystywane w biogazowniach komunalnych. Charakteryzują się one stosunkowo wysoką wydajnością produkcji biogazu. Brak prawidłowej gospodarki bioodpadami ogranicza jednak potencjał produkcji biogazu z tego strumienia. Selektywnie zebrane odpady (wszystkich frakcji) w 2022 roku stanowiły ok. 40% ogółu zebranych odpadów komunalnych w Polsce (dla porównania – w Norwegii ponad 80%). Bioodpady zebrane selektywnie w Polsce w tym samym roku stanowiły 14,3% ogółu zebranych odpadów. W strumieniu zbieranych odpadów zmieszanych (niesegregowanych) bioodpady stanowią jednak ok. 30% ich zawartości.

Pomimo stale rosnącego poziomu selektywnej zbiórki odpadów komunalnych, w tym bioodpadów, gminy odpowiadające za gospodarkę odpadami na swoim obszarze napotykają na szereg barier, które utrudniają skuteczne gospodarowanie nimi. Bardzo istotne są bariery natury prawnej, szczególnie mnogość aktów prawnych odnoszących się do prowadzenia gospodarki bioodpadami i ich częsta zmiana. Zarówno w Polsce jak i Norwegii kwestie związane z gospodarowaniem odpadami są uregulowane w kilku aktach prawnych. Brak kompleksowego prawodawstwa może skutecznie utrudniać organizację sprawnego systemu gromadzenia, odbioru i przetwarzania odpadów. Na poziomie europejskim jako istotna bariera jest wskazywany brak skutecznie wiążącej polityki lub zobowiązań prawnych w celu osiągnięcia minimalnych standardów selektywnej zbiórki odpadów. Podkreśla się, że obecne polityki, które skupiają się na celach w zakresie recyklingu i składowania odpadów, nie są wystarczająco skuteczne, aby prowadzić do wdrażania zakładanych zmian w zbiórce odpadów. Istotnym problemem prawnym jest także zróżnicowane podejście władz lokalnych do interpretacji przepisów i ich egzekwowania.

Co więcej, ustalone w dokumentach prawnych i politykach cele w zakresie poziomu segregacji odpadów bywają trudne do osiągnięcia ze względu na brak wcześniejszego dostosowania infrastruktury do ich zagospodarowania. W 2022 r. w Polsce blisko 26% bioodpadów zebranych selektywnie po stabilizacji skierowano do składowania, zamiast poddać je odpowiedniemu procesowi kompostowania czy fermentacji. Aby rozpocząć kompleksowo prowadzoną selektywną zbiórkę bioodpadów i późniejsze ich przetwarzanie, muszą być najpierw dostępne instalacje umożliwiające przetwarzanie bioodpadów. Jest to jedna z podstawowych przeszkód, które należy rozwiązać w wielu krajach europejskich, a która wymaga długiego okresu realizacji i zasobów prawnych/administracyjnych.

Często wskazywaną barierą jest niski poziom świadomości ekologicznej, niezależnie od stopnia rozwoju gospodarczego państwa. Edukacja w zakresie gospodarki odpadami, która jest częścią edukacji ekologicznej, jest bardzo ważnym elementem wpływającym na życie wszystkich mieszkańców. Eksperti zwracają uwagę na istotne braki w systemowej i powszechnej edukacji w zakresie gospodarki odpadami w przestrzeni publicznej, m.in. w szkołach i mediach publicznych. Prowadzenie różnorodnych kampanii informacyjnych powinno wspierać system edukacji publicznej od najmłodszych klas, ale istotne jest docieranie z wiedzą do wszystkich grup wiekowych. Bardzo ważne jest prowadzenie edukacji i informowania mieszkańców w sposób ciągły. Mieszkańcy są bowiem częścią całej struktury organizacyjnej i systemu gospodarki odpadami, ponieważ są

kluczowymi podmiotami w zakresie selektywnej zbiórki i uczestnictwa w systemie (i jego finansowaniu). Poszczególne gminy mogą mieć nieco inne wytyczne dotyczące segregacji, zwłaszcza bioodpadów, co może powodować problemy z prawidłową segregacją w przypadku osób zmieniających miejsce zamieszkania czasowo lub na stałe. Zauważalne różnice widać także między państwami – w Norwegii, w przeciwieństwie do Polski, do bioodpadów wyrzuca się resztki mięsne, kości, ryby, resztki zabrudzonego papieru czy torebki po herbacie oraz filtry od kawy.

Istotnym problemem jest poziom wykształcenia pracowników gmin oraz przedsiębiorstw. Edukacja i szkolenia są potrzebne dla pracowników gmin i przedsiębiorstw w związku ze zmieniającymi się przepisami prawnymi, a także rozwojem i modyfikacją systemu zbiórki odpadów. Interakcja rządu z gminami, jako organizatorami systemu zbiórki odpadów i tym samym najważniejszym ogniwem całego systemu, nie może kończyć się na komunikowaniu zasad i określaniu celów do osiągnięcia, bez prowadzenia stosownych działań edukacyjnych. Odmienne warunki występujące w poszczególnych gminach, a także zachodzące zmiany powodują, że systemy zarządzania odpadami muszą być na bieżąco monitorowane, dostosowywane i aktualizowane, aby pasowały do lokalnych warunków. Pokonanie tej bariery wymaga wykształconych osób i rozwijania wiedzy.

W mniejszych miastach czy gminach wiejskich, gdzie liczba mieszkańców i gospodarstw domowych jest mniejsza i bardziej rozproszona niż w dużych ośrodkach miejskich i aglomeracjach, istotnym problemem jest dostosowanie częstotliwości odbioru odpadów, w tym bioodpadów, które wymagają częstszego odbioru ze względu na swoje właściwości do oczekiwań mieszkańców. Bioodpady, zwłaszcza w okresie wyższych temperatur (sezon wiosenny i letni), generują odory, mają tendencję do zagniwania i przyciągania insektów oraz gryzoni, co jest problematyczne zarówno w gospodarstwach jednorodzinnych, jak i w zabudowie wielorodzinnej. Ponadto duża zmienność ilości powstających odpadów w poszczególnych porach roku (większa produkcja bioodpadów, w tym odpadów zielonych z ogródków w sezonie wegetacyjnym) przekłada się na potrzebę zmian częstotliwości ich odbioru w ciągu roku.

Popularnym rozwiązaniem stosowanym przez gminy o mniejszym zaludnieniu w całej Europie jest zachęcanie do kompostowania odpadów biodegradowalnych (kuchennych i zielonych) w przydomowych kompostownikach np. poprzez wprowadzenie ulg w opłatach. Ogranicza to zakres prowadzenia gospodarki odpadami w gminie i ponoszone koszty, a tym samym opłatę za odbiór odpadów z gospodarstw. Rozwiązanie w postaci przydomowego kompostowania ogranicza jednak dostępność bioodpadów dla przedsiębiorstwa zajmującego się odbiorem, a tym samym ogranicza podaż potencjalnego substratu dla biogazowni. Ponadto, z punktu widzenia finansowego, wysokość ulgi za indywidualne kompostowanie jest postrzegana przez mieszkańców jako bardzo niska w stosunku do comiesięcznej opłaty za wytwarzanie bioodpadów i oceniana jest jako nieproporcjonalna do masy strumienia bioodpadów oraz kosztów ich odbioru i przetwarzania w instalacjach przemysłowych.

Istotnym problemem jest także brak odpowiednio skutecznych narzędzi kontroli jakości selektywnej zbiórki bioodpadów, zwłaszcza w zabudowie wielorodzinnej. Poczucie anonimowości wśród mieszkańców często prowadzi do nieprawidłowego segregowania odpadów komunalnych. Ze względu na braki kadrowe w przedsiębiorstwach, a także coraz wyższe koszty systemu gospodarki odpadami, przedsiębiorstwa i gminy nie są w stanie prowadzić odpowiednio skutecznej kontroli, w tym kontroli przydomowych kompostowników. Pojawiają się jednak pomysły rozwiązań służących zwiększeniu skuteczności kontroli jakości selektywnej zbiórki, np. system czerwonych kartek

ostrzegawczych i nakładania kar finansowych (podwyższonej opłaty), a także system indywidualnych kodów kreskowych na worki z odpadami (np. w Mszanie Dolnej).

Barierą ekonomiczną są koszty ogólne, inwestycyjne i operacyjne związane z zapewnieniem funkcjonowania systemu gospodarki odpadami. Podobnie jak w przypadku inwestycji biogazowych, także przy budowie innych instalacji przetwarzania odpadów koszty inwestycyjne mogą przesądzić o braku realizacji inwestycji i rozwoju systemu. W związku z organizacją systemu i koniecznością samofinansowania się systemu gospodarki odpadami z opłat mieszkańców, zgromadzenie środków na inwestycję jest bardzo trudne. Pomocne mogą być tutaj fundusze zewnętrzne, np. UE i różnego rodzaju dofinansowania w miarę dostępności. W przypadku ograniczonych zasobów finansowych i możliwości ich zwiększenia, gminy nie podejmują się działań w celu modernizacji lub modyfikacji systemu gospodarki bioodpadami. Pomocna przy obniżaniu kosztów, a także zwiększaniu efektywności prowadzenia gospodarki odpadami jest możliwość zawierania porozumień/umów między gminami dotyczących wspólnych usług zbiórki odpadów (w tym bioodpadów) lub prowadzenia zakładów przetwarzania (efektywność skali ekonomicznej). Takie związki międzygminne są stosunkowo popularne w Norwegii, natomiast w Polsce występują rzadziej i obejmują zazwyczaj mniejsze gminy.



PODSUMOWANIE

PODSUMOWANIE

W niniejszym raporcie zidentyfikowano szereg barier dla produkcji biogazu i poprawy gospodarowania bioodpadami w Polsce i Norwegii, spośród których część jest podobna w obu państwach, część jest natomiast zależna od specyfiki danego państwa i jego wewnętrznych uwarunkowań.

W Polsce dominują bariery prawne, techniczne i ekonomiczne. Brak krajowych technologii przyczynia się do wzrostu kosztów inwestycji. Istotne znaczenie mają także bariery społeczne, co wskazuje na potrzebę ciągłej edukacji. Wiele barier prawnych i ekonomicznych ma pośrednio swoje źródła w obecnych do dziś brakach wiedzy polskiego społeczeństwa i władz na temat korzyści płynących z produkcji biogazu. Wynikające z braku wiedzy niejasności lub dezinformacja w konsekwencji prowadzą do przeważnie niechętnego nastawienia ogółu społeczeństwa.

W Norwegii z kolei mniejsze znaczenie mają bariery społeczne i technologiczne, a większe bariery ekonomiczne, ponieważ konieczność uzdatniania biogazu do biometanu i jego transport znacząco podnoszą wysokość nakładów inwestycyjnych.

W zakresie gospodarki bioodpadami wśród barier można podkreślić niedostateczny rozwój instalacji do zagospodarowania bioodpadów (w tym niedostateczną liczbę biogazowni). Skomplikowane przepisy, liczba aktów prawnych i ich częste aktualizacje wprowadzają niepewność co do dalszego funkcjonowania systemu gospodarki odpadami oraz rynku biogazu.

Dotychczasowe osiągnięcia norweskie oraz polskie są efektami bardzo dobrej współpracy sektora samorządowego i prywatnego. W związku z nowymi celami stojącymi przed gospodarką odpadami potrzebne jest wsparcie dla samorządów w realizacji działań związanych z zieloną transformacją i gospodarką o obiegu zamkniętym. W ramach tego wsparcia potrzebne jest zwiększenie komunikacji, edukacji i świadomości społecznej oraz budowa i rozszerzenie sieci interesariuszy-ekspertów na wszystkich poziomach zarządzania.



ŹRÓDŁA INFORMACJI

ŹRÓDŁA INFORMACJI

Bednarek A., Klepacka A.M., Siudek A. (2023). Development barriers of agricultural biogas plants in Poland. *Economics and Environment*, 1(84), ss. 229-258. DOI: 10.34659/eis.2023.84.1.528

Czarkowska A., Czarkowski M. (2021). Wykorzystanie technologii energetyki biogazowej w systemie bezpieczeństwa energetycznego. *Zeszyty Naukowe Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Witelona w Legnicy* nr 41(4)/2021, ss. 11-34. DOI: 10.5604/01.3001.0015.7769

Deloitte Advisory (2020). *Problemy gospodarki odpadami komunalnymi. Poradnik dla gmin.*

Głuszyński P., Kobylińska A., Chodkiewicz E. (2024). *Wyzwania gospodarki odpadami komunalnymi w gminach.* Instytut Spraw Publicznych.

Ignaciuk W., Sulewski P. (2021). Uwarunkowania rozwoju sektora biogazu rolniczego w Polsce w kontekście doświadczeń historycznych i wyzwań Europejskiego Zielnego Ładu. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, 3(368) 2021, ss. 55-77. DOI: 10.30858/zer/140413

IOŚ-PIB (2022). *Biologiczne przetwarzanie komunalnych bioodpadów zbieranych selektywnie w 2020 r. Raport.*

Krajowy plan gospodarki odpadami 2028 (M.P z 2023 r., poz. 702).

Life BIOBEST (2024). *D5.2 Policy brief including the regulatory barriers. Report.*

NIK (2021). *Bariery rozwoju odnawialnych źródeł energii. Informacja o wynikach kontroli.* KGP.430.014.2020. Nr ewid. 190/2020/P/20/016/KGP

Pawlak J. (2013). *Biogaz z rolnictwa – korzyści i bariery.* *Problemy inżynierii rolniczej*, PIR 2013 (VII–IX): z. 3 (81) ss. 99–108.

Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (t.j. Dz. U. 2023 poz. 1587 z późn. zm.)

Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (t.j. Dz.U. 2023 poz. 1436 z późn. zm.)

Teraz Środowisko (2024). *Biogaz i biometan w Polsce 2024.*

The Norwegian Environment Agency (2019). *Waste management plan 2020-2025. Report M-1582.*

The Norwegian Environment Agency (2020). *Policy measures for increased use and production of biogas. Report M-1652.*

The Norwegian Environment Agency (2022). *Biogass i Skandinavia – En sammenligning og gjennomgang av virkemidler. Report M-2275.*