

Realny potencjał produkcji biometanu w Polsce

Opracowanie na potrzeby Symulatora Polskiego Systemu Energetycznego

Wersja z dn. 20.05.2024 r.

Autorzy:

Ewa Krasuska

Hanna Waliszewska

Miłosz Krzymiński

Katarzyna Lenart

Marcin Popkiewicz

Wojciech Racięcki



**Autorzy składają podziękowania za konsultacje merytoryczne
następującym osobom:**

prof. dr hab. inż. Jacek Dach, *Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu*

Marcin Nocoń, *Koordinator Grupy II Porozumienia sektorowego o współpracy na rzecz rozwoju sektora biogazu i biometanu*

Sylwia Koch, *Green Gas for Climate, Koordinator Grupy VI Porozumienia sektorowego o współpracy na rzecz rozwoju sektora biogazu i biometanu*

dr Renata Myczko, *Instytut Technologiczno-Przyrodniczy - Państwowy Instytut Badawczy, oddział w Poznaniu*

dr hab. inż. Andrzej Węglarz, prof. URK, *Uniwersytet Rolniczy w Krakowie*

dr hab. inż. Ryszard Tuz, prof. URK, *Uniwersytet Rolniczy w Krakowie*

Wprowadzenie

[Symulator Polskiego Systemu Energetycznego](#) opublikowany na stronach Narodowego Centrum Badań i Rozwoju jest narzędziem edukacyjnym, które pozwala modelować zmiany rynku energii oraz stanowi przyczynek do dyskusji o rozwoju energetyki w Polsce. Jeden z zaprezentowanych w Symulatorze scenariuszy pn. 7A **Bezemisyjna gospodarka: 100% OZE** pokazuje, iż możliwe jest w Polsce osiągnięcie samowystarczalności energetycznej w oparciu o 100% energii pozyskiwanej ze źródeł odnawialnych, tj. słońca i wiatru oraz biometanu.

Energia z wiatru i słońca jest już dziś tańsza w porównaniu z innymi źródłami OZE, z perspektywą dalszego spadku kosztów wytwarzania energii w turbinach wiatrowych i farmach PV. Ich mankamentem jest jednak niestabilność pracy, zależna od warunków pogodowych. Dlatego potrzebujemy biometanu do uzupełnienia miksu energetycznego przez dyspozycyjnie działające elektrownie gazowe. **Do bilansowania systemu energetycznego w cyklu rocznym potrzebujemy 1,5-2 mld m³ biometanu.**

Biometan (CH₄) to odnawialny i bezemisyjny odpowiednik gazu ziemnego. Stanowi chemiczny nośnik energii łatwy w magazynowaniu w istniejącej infrastrukturze gazu ziemnego. W sytuacjach szczytowego zapotrzebowania bądź niewystarczającej generacji energii z wiatru i słońca (np. zimowe dni bezwietrzne), biometan może być użyty na żądanie w szczytowych elektrowniach gazowych. Aktualna pojemność magazynów gazu (CH₄) w kavernach solnych (około 4 mld m³) w zupełności wystarcza do tego celu. Oznacza jednak konieczność przekazania wytworzonego metanu do sieci i magazynów, czy to poprzez gazociąg czy też w formie skroplonego bioLNG.

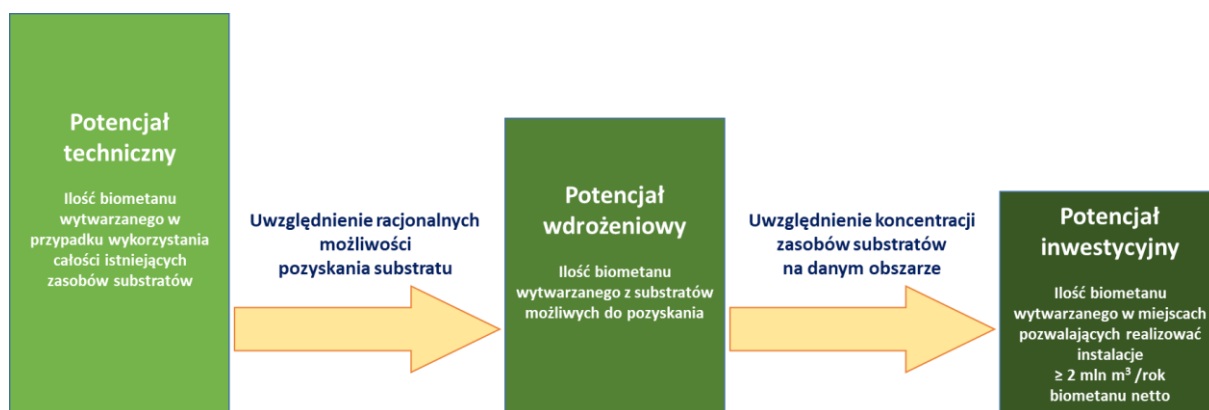
Jednocześnie gospodarka bezemisyjna będzie potrzebowała ok. 2 mld m³ biometanu jako surowca dla przemysłu, głównie chemicznego. W obu wymienionych powyżej przypadkach konkurencją dla biometanu będzie zielony wodór (H₂). To, czy wygra biometan czy zielony H₂ zależy głównie od cen i opłacalności rynkowej przyszłej produkcji H₂.

Wytwarzanie biometanu niesie wiele korzyści. Biogazownie i biometanownie stanowią instalacje obiegu zamkniętego, które rozwiązują problem zagospodarowania odpadów organicznych poprzez przetwarzanie ich w cenny gaz oraz produkt pofermentacyjny. Ten ostatni stanowi bardzo dobry bionawóz do zastosowania w rolnictwie i ogrodnictwie, co umożliwi odzysk zawartych w odpadach organicznych składników pokarmowych oraz wprowadzenie ich do gleb, co zamyka obieg biogenów w przyrodzie i zmniejszenia zapotrzebowanie na nawozy sztuczne.

Biometan to gaz uzyskiwany z biogazu, który powstaje w procesie fermentacji metanowej materii organicznej. Biogaz jest oczyszczany i kondycjonowany, tak by powstał biometan, czyli gaz którego dominującym składnikiem jest metan (CH₄).

Jak zapotrzebowanie na to paliwo ma się do realistycznego potencjału produkcji biometanu w Polsce?

Na powyższe pytanie odpowiemy poprzez analizę potencjału produkcji biometanu w Polsce, uwzględniając rozmieszczenie zasobów do wytwarzania tego paliwa w gminach naszego kraju. Analizę prowadzimy w trzech krokach (Rysunek 1).



Rysunek 1. Schemat metodyki szacowania potencjału biometanu w Polsce

Substraty do produkcji biometanu

Biometan, jako gaz pozyskiwany z biogazu, jest wytwarzany z substancji organicznych. Wyłącznie substraty o charakterze odpadów i pozostałości gwarantują bezemisyjny i zrównoważony charakter tego paliwa, dlatego jako wsad do instalacji należy rozpatrywać przede wszystkim substraty wskazane w Załączniku IX do dyrektywy RED II oraz RED III, takie jak bioodpady, odchody zwierząt czy resztki poźniwne.

Aby oszacować ilość biometanu, którą można wytworzyć w Polsce, wzięto pod uwagę następujące substraty:

- odpady i pozostałości z rolnictwa, takie jak: odchody zwierzęce, nadwyżkowa słoma zbożowa, słoma kukurydziana,
- bioodpady z przetwórstwa rolno-spożywczego,
- bioodpady komunalne miejskie selektywnie zbierane.

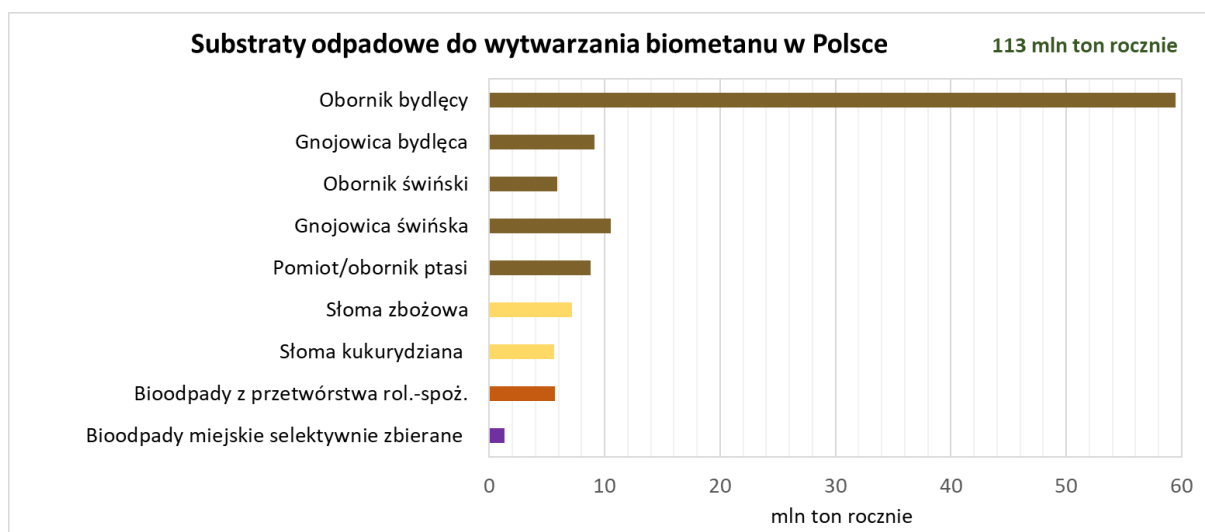
Analiza bazuje na ilości powyższych substratów dostępnych na poziomie gmin. Szczegółowa metodyka obliczeń ze wskazaniem źródeł danych jest dostępna [Załączniku nr 1](#).

Łączny potencjał techniczny zasobów do produkcji metanu wynosi ok. 113 mln ton rocznie (Rysunek 2).

Najważniejszym strumieniem są **odchody zwierzęce** (bydła, świń i drobiu) oszacowane na podstawie danych udostępnionych z bazy danych o zwierzętach Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (ARIMR, stan na 7.03.2024 r.). Odchody zwierząt stanowią ponad 80% całej masy dostępnych substratów do produkcji biometanu (95 mln ton). Największe znaczenie ma obornik bydłowy, ponieważ znakomita większość stad bydła w kraju utrzymywana jest na ściółce. Pogłowie bydła w kraju wyniosło 6,3 mln szt. Jeśli chodzi o trzodę chlewną, w ostatnich latach obserwujemy silny spadek pogłowia świń, które wynosiło 9,3 mln szt. Blisko połowa tych zwierząt utrzymywana jest w systemach bezściótkowych, przy czym proporcja ta różni się w zależności od regionu. Pomiot i obornik kurzy powstaje w chowie 320 mln szt. drobiu (z pominięciem stad przydomowych, których odchody nie będą zbierane i kierowane do biogazowni). Ilość odchodów tych zwierząt jest porównywalna z ilością gnojowicy bydłowej czy obornika świńskiego.

Bioodpady z przemysłu rolno-spożywczego zarejestrowane w Bazie Danych o Odpadach (BDO) dla wybranych gałęzi przemysłu stanowią zaledwie 5% całości dostępnych zasobów do produkcji biometanu. Warto zaznaczyć, że branża rolno-spożywcza poza bioodpadami generuje także duży

strumień produktów ubocznych, które dziś znajdują zastosowanie w produkcji pasz oraz karm zwierzęcych, czy biopaliw ciekłych. Zmiany na rynku zbóż¹ skutkują tym, że produkty uboczne z przemysłu, na które nie ma dziś lub nie będzie w przyszłości zapotrzebowania stają się odpadem, który powinien być zagospodarowany w biogazowniach i biometanowniach. Największy masowo strumień odpadów pochodzących z przemysłu rolno-spożywczego to **odpady o kodach 02 03**, czyli odpady z przygotowania, przetwórstwa produktów i używek spożywczych oraz odpady pochodzenia roślinnego, w tym odpady z owoców, warzyw, produktów zbożowych, olejów jadalnych, kakao, kawy, herbaty oraz przygotowania i przetwórstwa tytoniu oraz drożdży. Pozostałe znaczące pod względem ilości grupy to **odpady z grupy 02 02**, czyli odpady z przygotowania i przetwórstwa produktów spożywczych pochodzenia zwierzęcego oraz **odpady z grupy 02 06**, czyli odpady z przemysłu piekarniczego i cukierniczego.



Rysunek 2. Inwentaryzacja substratów o charakterze odpadowym do produkcji biometanu (opracowanie własne NCBR)

Istotnym strumieniem pod względem ilości są **zasoby słomy zbożowej oraz kukurydzianej**, które stanowią 11% całkowitej masy zinwentaryzowanych zasobów do wytwarzania biometanu. Uwzględnione w analizie zasoby słomy zbożowej stanowią nadwyżkę, tj. ilość, która pozostaje do dyspozycji po wykorzystaniu słomy jako ściółki dla zwierząt.

Ostatnim analizowanym typem substratu są **biodpady komunalne selektywnie zbierane**², których największe ilości powstają w miastach. Tam stanowią gotowy do wykorzystania zasób do produkcji biometanu, jednak w skali całego kraju stanowią jedynie 1% masy ogółem dostępnych zasobów do wytwarzania biometanu.

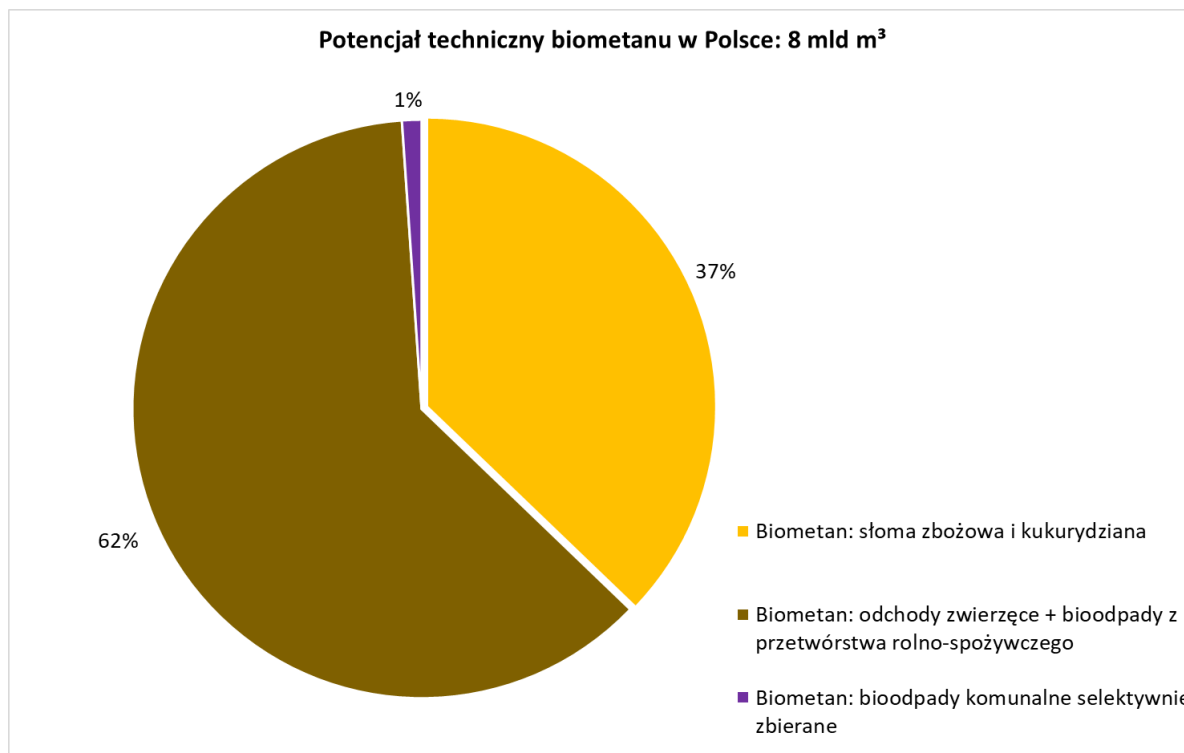
Poza wskazanymi powyżej zasobami, lokalnie mogą pojawić się nadwyżki innych materiałów organicznych odpowiednich do produkcji biometanu. Należą do nich m.in. trawy z koszenia łąk ekstensywnych lub pasów zieleni wzdłuż dróg, przeterminowana żywność, osady ściekowe. Zostały one pominięte w niniejszej analizie, jednak lokalnie mogą mieć znaczenie dla planowanych instalacji wytwarzania biometanu.

¹ W sytuacji obecnej gdy istnieje nadpodaż zbóż na rynku, wielu hodowców zwierząt chętniej sięga po tanie zboża w celach paszowych, co skutkuje tym, że produkty uboczne z przemysłu pozostają niezagospodarowane i stają się odpadem, który powinien być zagospodarowany w biogazowniach i biometanowniach.

² Biodpady w miastach powiatowych. Miasta powiatowe ze względu na większą liczbę mieszkańców gwarantują wystarczającą koncentrację wsadu do instalacji.

Potencjał techniczny biometanu

Bazując na zinwentaryzowanych zasobach do produkcji biometanu oraz uwzględniając wydajność biogazową każdego z rodzajów substratów, otrzymujemy potencjał techniczny biometanu w Polsce. Pojęcie to należy rozumieć jako ilość biometanu wyrażoną w normalnych metrach sześciennych, możliwą do wyprodukowania z fizycznie dostępnych na danym terenie (gminy) zasobów przetworzonych w procesie fermentacji metanowej oraz kondycjonowania biogazu do biometanu³. Potencjał techniczny stanowi górną ocenę potencjału produkcji biometanu na danym obszarze.



Rysunek 3. Struktura potencjału technicznego biometanu ze względu na rodzaj wsadu do instalacji (opracowanie własne NCBR)

Potencjał techniczny zaprezentowano dla trzech głównych grup substratów do wytwarzania biometanu (Rysunek 3). Największa ilość biometanu odpowiada odchodom zwierzęcym oraz bioodpadom z przemysłu rolno-spożywczego. Drugą pod względem wielkości grupą jest biometan ze słomy zbożowej i słomy kukurydzianej. Potencjał techniczny biometanu z miejskich bioodpadów komunalnych jest o rząd wielkości mniejszy od biometanu z odchodów zwierząt czy ze słomy.

Słoma zbożowa oraz słoma kukurydziana są trudnymi substratami w produkcji biogazu i biometanu. Materiał ligno-celulozowy ma formę włókien, które bardzo trudno ulegają rozkładowi w reaktorze fermentacji metanowej, co skutkuje problemami z mieszaniem i tworzeniem się kożucha, a także niskim uzyskiem biogazu. Zastosowanie dodatkowych modułów technologicznych, których celem jest rozkład materiału ligno-celulozowego poprzez m.in. procesy termiczne lub hydrolizę, znacząco (nawet o 50%) zwiększa uzysk biometanu ze słomy. Potencjał techniczny wykazany w niniejszym opracowaniu

³ Dla substratów pochodzenia rolniczego (odchody zwierzęce) oraz bioodpadów z przetwórstwa rolno-spożywczego przyjęto wydajność biogazową jak dla technologii fermentacji metanowej ciągłej mokrej, tj. poniżej 12% s.m. w masie fermentacyjnej. Dla materiałów ligno-celulozowych (słoma zbożowa i kukurydziana) uwzględniono proces dezintegracji włókien ligno-celulozowych poprzedzający fermentację, co znacząco zwiększa uzysk biogazu i biometanu z tego rodzaju wsadu, następnie proces fermentacji ciągłej mokrej. Dla bioodpadów komunalnych selektywnie zbieranych przyjęto technologię fermentacji ciągłej mokrej.

uwzględnia uzysk biometanu z zastosowaniem procesów wstępnej obróbki słomy. Dotychczas nie była to powszechnie stosowana technologia, lecz obecnie stopniowo w Europie i innych miejscach na świecie powstają pierwsze tego typu instalacje, np. w oparciu o technologię Verbio.

Mając powyższe na uwadze **obecnie to przede wszystkim biometan z odchodów zwierząt oraz bioodpadów przemysłu rolno-spożywczego stanowi najistotniejszy zasób do wytwarzania biometanu** poprzez zastosowanie konwencjonalnych technologii biogazowych.

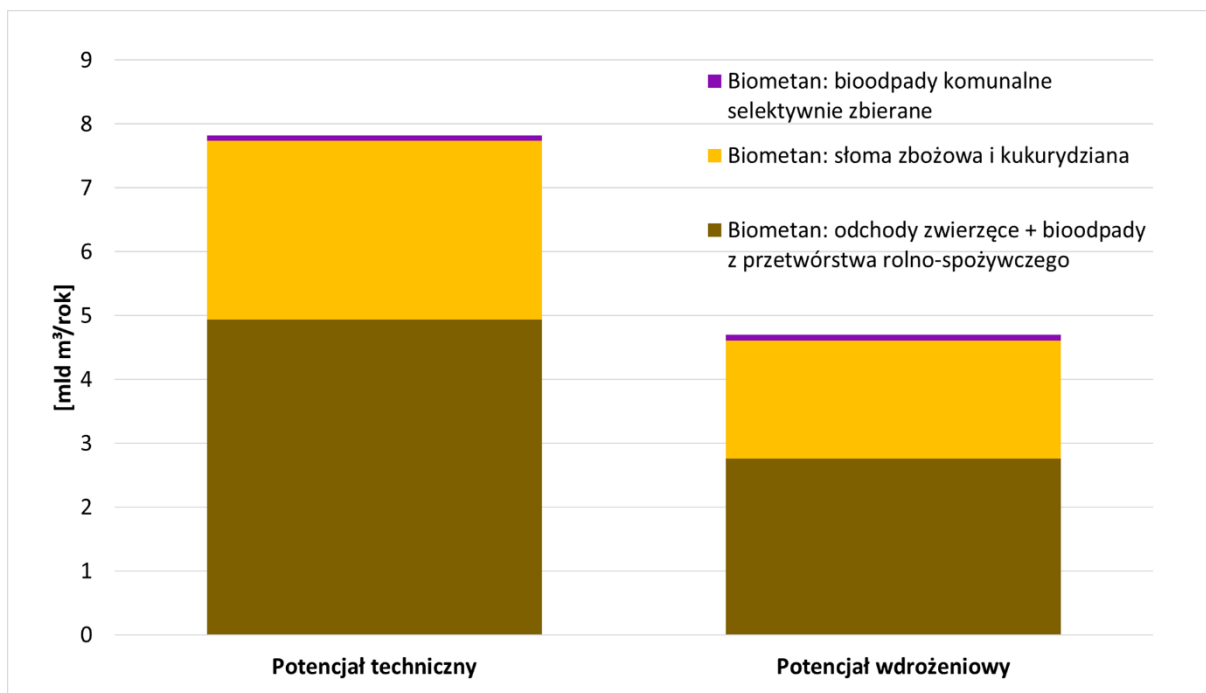
Potencjał wdrożeniowy biometanu

W praktyce nie wszystkie substraty mogą być dostarczone do biogazowni lub biometanowni. W przypadku małych stad liczących kilka bądź kilkanaście sztuk zwierząt oraz małych lub rozproszonych pól, na których pozostają resztki poźniwne, nie ma uzasadnionej względami ekonomicznymi możliwości zbioru i transportu tych substratów. Natomiast w przypadku dużych, tj. skoncentrowanych stad zwierząt oraz dużych powierzchni zasiewów istnieją możliwości budowania efektywnych łańcuchów dostaw do instalacji, zwłaszcza do większych instalacji wytwarzania biometanu.

Z tego względu, kolejnym krokiem do określenia ilości biometanu jaką możemy w Polsce wyprodukować, jest oszacowanie potencjału wdrożeniowego. Pod tym pojęciem należy rozumieć potencjał techniczny uwzględniający możliwość mobilizacji i dostawy zasobów dostępnych w danej gminie do instalacji wytwarzania biometanu. Zastosowane współczynniki obliczeniowe uwzględniają wielkość źródeł substratu, czyli wielkość stad zwierząt oraz wielkość gospodarstw rolnych. Metodyka liczenia potencjału wdrożeniowego została opisana w [Załączniku nr 1](#).

Potencjał wdrożeniowy biometanu wynosi 4,7 mld m³ ogółem dla kraju, co stanowi 60% potencjału technicznego (Rysunek 4). Tak duża różnica pomiędzy potencjałem technicznym a wdrożeniowym związana jest z rozdrobieniem produkcji rolnej w Polsce. Pomimo stopniowo postępującej koncentracji produkcji wciąż dominują małe stada zwierząt oraz niewielkie powierzchniowo gospodarstwa. Przykładem niech będzie średnia wielkość stada bydła w Polsce, która wynosi 23 szt. Tylko w 24 gminach średnia wielkość stada wynosi powyżej 100 szt.

Zastosowane współczynniki obliczeniowe powodują urealnienie szacunku ilości biometanu, który może być wytworzony w kraju, poprzez pominięcie gmin, w których występują najmniejsze stada, bądź najmniejsze obszarowo gospodarstwa, przy jednoczesnym uwzględnieniu różnego poziomu pozyskania zasobów do instalacji w zależności od wielkości stad i skali gospodarstw.

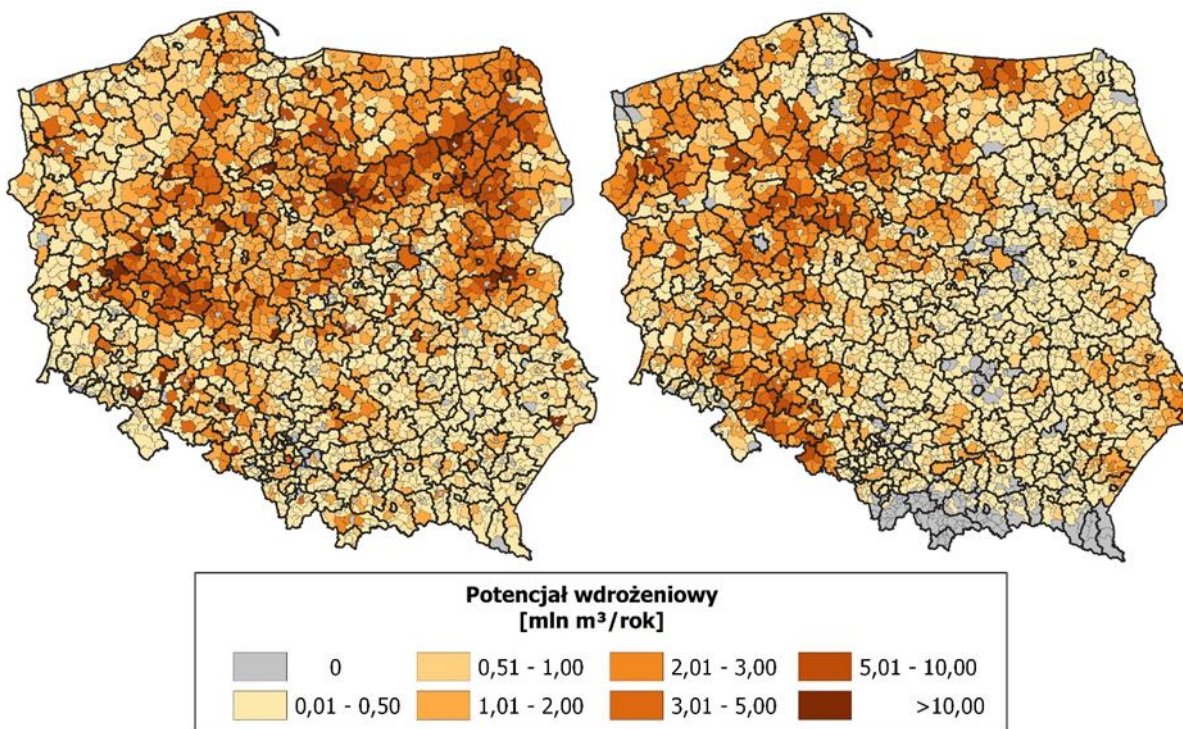


Rysunek 4. Potencjał techniczny i wdrożeniowy biometanu. Ze względu na odmienną specyfikę instalacji przetwarzających słomę w procesie fermentacji metanowej przedstawiono oddzielne wartości potencjału wdrożeniowego biometanu wytwarzanego ze słomy oraz biometanu wytwarzanego z bioodpadów z rolnictwa i przetwórstwa rolno-spożywczego. (opracowanie własne NCBR)

Potencjał wdrożeniowy wykazuje bardzo silne zróżnicowanie przestrzenne (Rysunek 5 oraz Rysunek 6). Są w kraju gminy, które posiadają minimalny potencjał na poziomie zaledwie 20 tys. m³ biometanu w ciągu roku. Są jednak i takie, w których możliwa jest roczna produkcja biometanu przekraczająca 10 mln m³ biometanu rocznie.

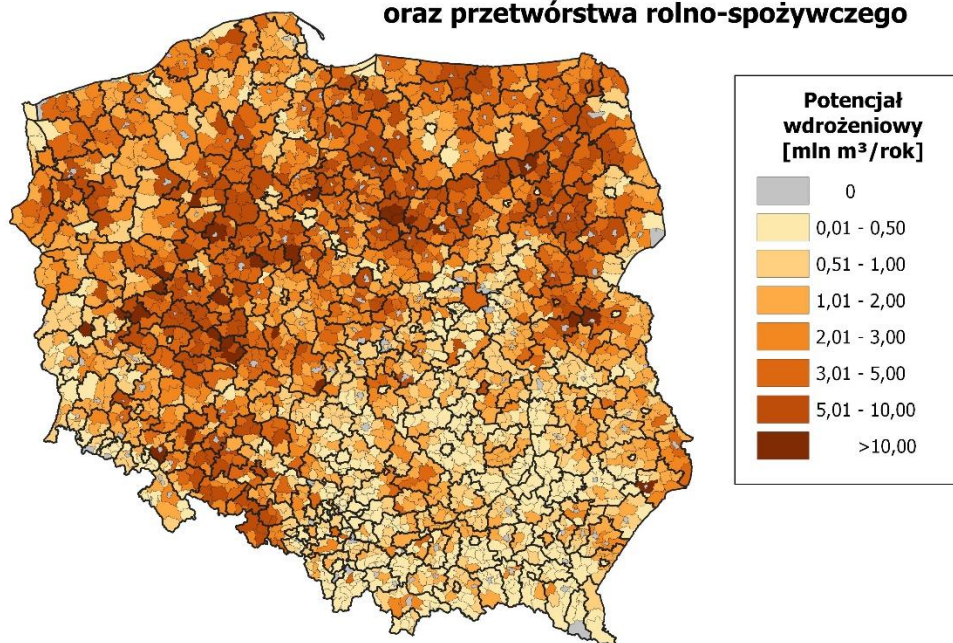
**Biometan z odchodów zwierząt
oraz przetwórstwa rolno-spożywczego**

Biometan ze słomy



Rysunek 5. Potencjał wdrożeniowy produkcji biometanu w Polsce w podziale na dwie grupy substratów (opracowanie własne NCBR)

**Biometan z odchodów zwierząt, ze słomy
oraz przetwórstwa rolno-spożywczego**



Rysunek 6. Potencjał wdrożeniowy produkcji biometanu z odchodów zwierząt, słomy oraz bioodpadów przetwórstwa rolno-spożywczego (opracowanie własne NCBR)

Potencjał inwestycyjny biometanu

Zgodnie z aktualnymi uwarunkowaniami rynkowymi realizacja inwestycji o wydajności mniejszej niż 2,0 mln m³ biometanu netto na rok, nie ma uzasadnienia ekonomicznego. Wysokie koszty inwestycyjne, zwłaszcza koszty modułu kondycjonowania biogazu do biometanu, powodują, że efekt skali ma ogromne znaczenie dla redukcji kosztów jednostkowych wytwarzania biometanu.

Z uwagi na powyższe, istotne jest określenie potencjału inwestycyjnego biometanu poprzez uwzględnienie wyłącznie tych lokalizacji (gminy bądź grupy sąsiadujących gmin danego powiatu)⁴, w których potencjalnie mogą być zrealizowane instalacje o wydajności rocznej co najmniej na poziomie 2,0 mln m³/rok biometanu netto⁵. Potencjał inwestycyjny określa zatem ilość biometanu możliwego do wytworzenia w kraju mając na uwadze koncentrację substratów w ilości niezbędnej dla określonej wielkości instalacji.

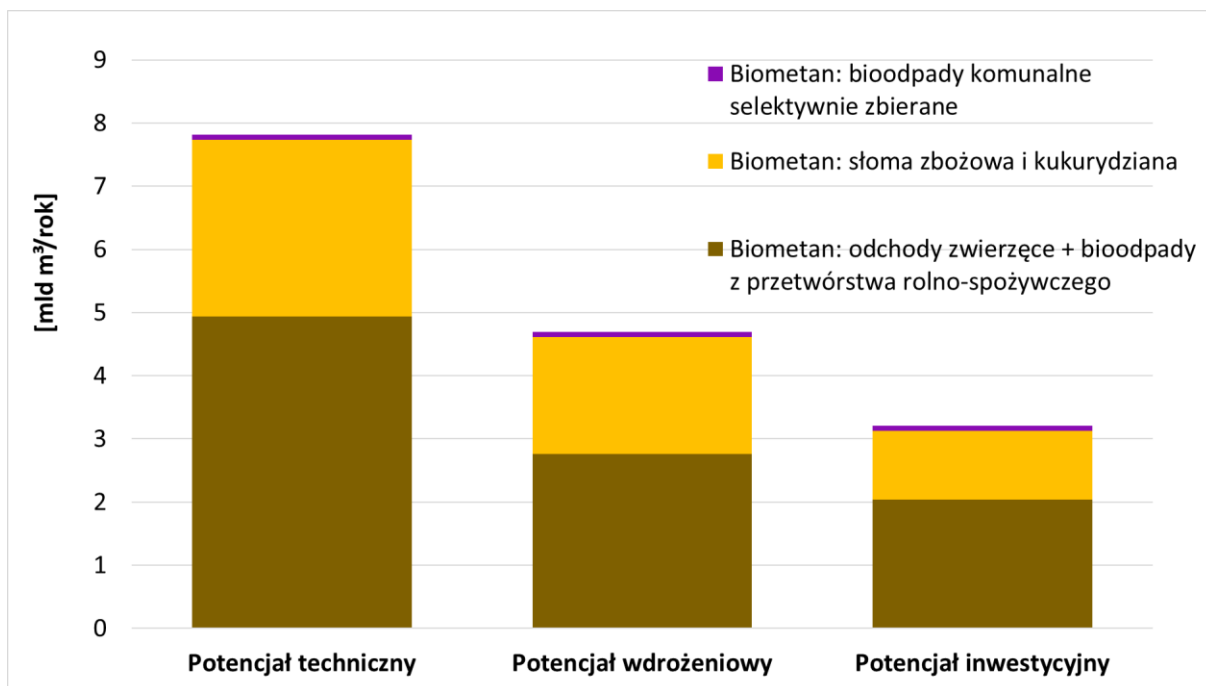
Łączny potencjał inwestycyjny dla kraju wynosi 3,2 mld m³ biometanu, co stanowi 68% potencjału wdrożeniowego oraz 40% potencjału technicznego biometanu (Rysunek 7). Rozmieszczenie przestrzenne zaprezentowano na poziomie gmin (Rysunek 8 oraz Rysunek 9).

Oszacowany potencjał inwestycyjny obejmuje także dziś działające biogazownie rolnicze w Polsce (162 szt.), w których zagospodarowywana jest część zinwentaryzowanych w ramach tego opracowania zasobów do produkcji biometanu. Instalacje te dziś konsumują znikomą ilość dostępnego potencjału substratów. W przyszłości część z nich może zostać konwertowana na biometanownie.

Wykorzystanie potencjału inwestycyjnego jest szeregiem czynników. System wsparcia, uwarunkowania formalno-prawne, są poza dostępem do substratów oraz dostępem do sieci gazowej, a także relacjami ze społecznością lokalną, głównymi zmiennymi decyzyjnymi dla potencjalnych inwestorów.

⁴ Do agregowania potencjałów na poziomie gmin brano pod uwagę wszystkie gminy o potencjale co najmniej 1,2 mln m³/rok (ekwiwalent 0,5 MW_{el} w biogazie brutto). Część z tych gmin samodzielnie nie ma wystarczającej ilości wsadu do zasilenia instalacji o ustalonej granicznej wielkości, tj. co najmniej 2,0 mln m³/rok biometanu, jednak są one na tyle zasobne, że należy je brać pod uwagę jako źródło wsadu do instalacji biometanowej w przypadku, gdy sąsiadują z innymi gminami zasobnymi w substraty do wytwarzania biometanu.

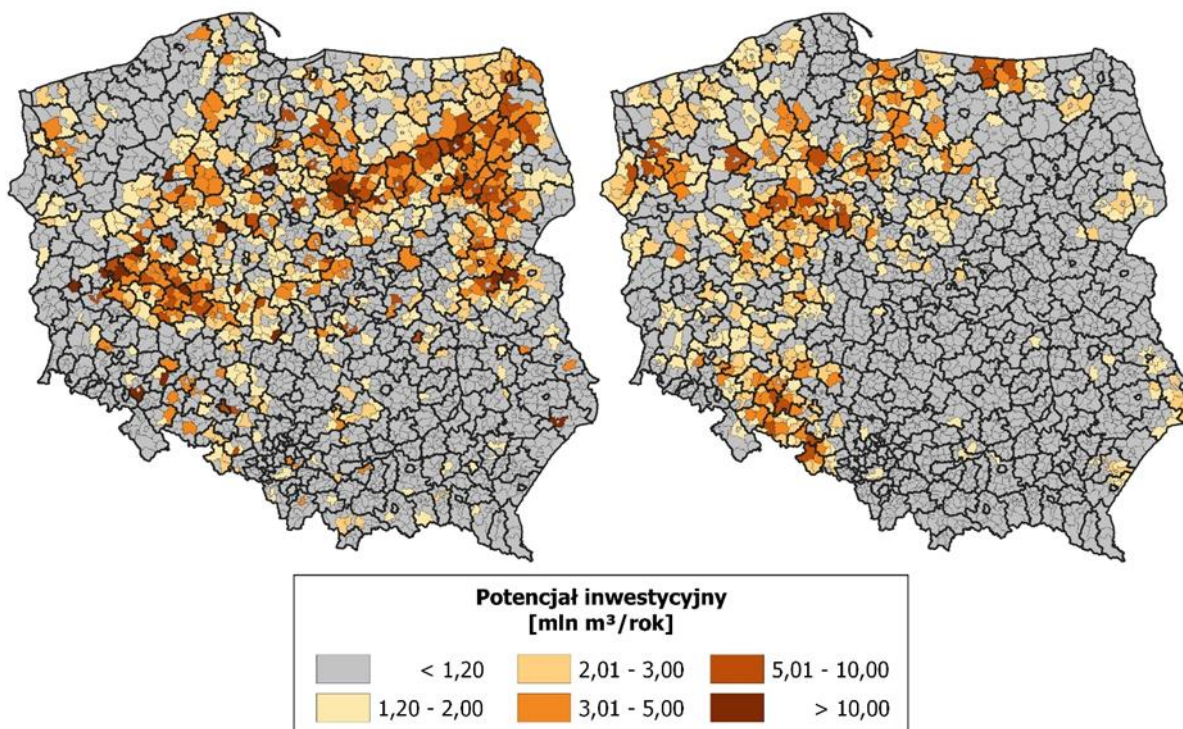
⁵ Ekwiwalent co najmniej 1 MW_{el} wyrażonej w ilości wytworzonego biogazu brutto



Rysunek 7. Potencjał techniczny, wdrożeniowy i inwestycyjny biometanu w Polsce (opracowanie własne NCBR)

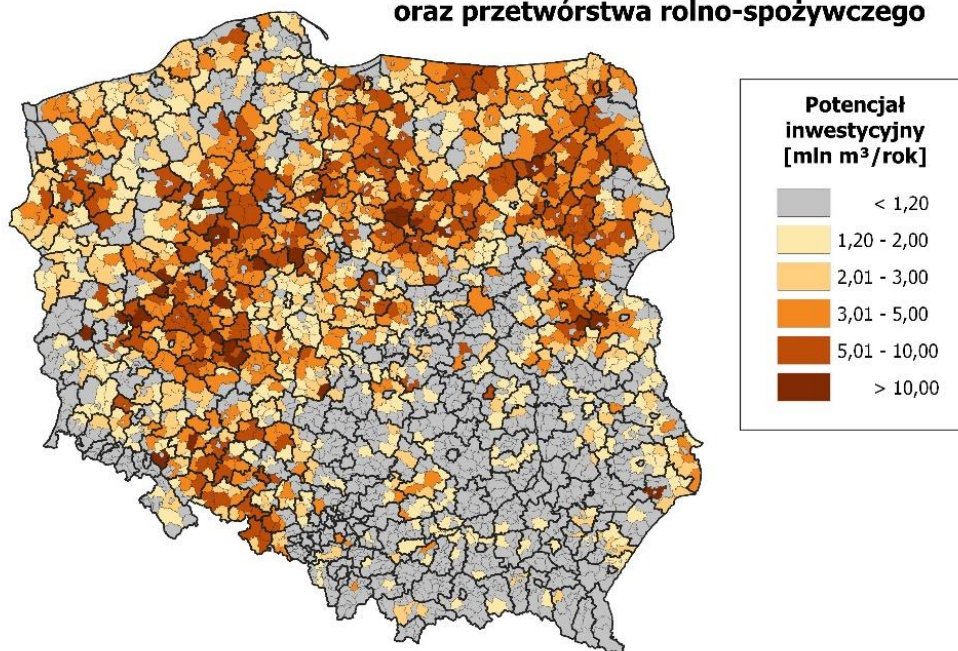
**Biometan z odchodów zwierząt
oraz przetwórstwa rolno-spożywczego**

Biometan ze słomy



Rysunek 8. Inwestycyjny potencjał produkcji biometanu w Polsce w podziale na dwie grupy substratów (opracowanie własne NCBR)

**Biometan z odchodów zwierząt, ze słomy
oraz przetwórstwa rolno-spożywczego**



Rysunek 9. Inwestycyjny potencjał produkcji biometanu z odchodów zwierząt, słomy oraz bioodpadów przetwórstwa rolno-spożywczego (opracowanie własne NCBR)

Co z dostępem do sieci gazowej?

Rola biometanu jako paliwa dyspozycyjnego dla bezemisyjnych elektrowni gazowych wspierających działanie zależnych od pogody źródeł energii (wiatru i słońca) oznacza konieczność długoterminowego magazynowania, tak, żeby zapewniać dostawy energii elektrycznej nawet w sytuacji długiego okresu słabych warunków dla pracy farm wiatrowych i instalacji PV. Aktualna pojemność magazynów gazu (CH_4) w kawernach solnych (na poziomie 4 mld m^3) w zupełności wystarcza do tego celu, oznacza jednak konieczność przekazania wytworzonego metanu do sieci przesyłowych i magazynów (czy to poprzez gazociąg czy też w formie skroplonego bioLNG) – typowe w dotychczasowej praktyce magazynowanie biogazu balony mogące przechowywać kilkugodzinną produkcję mogą pełnić co najwyżej rolę buforową.

Sieć gazowa jest najbardziej racjonalnym środowiskowo i ekonomicznie sposobem transportu i dystrybucji biometanu. Z tego względu inwestorzy w pierwszej kolejności są zainteresowani takim właśnie rozwiązaniem. Każdorazowo przy planowaniu realizacji inwestycji biometanowej, inwestor musi wystąpić o warunki przyłączenia dla konkretnej instalacji. Wówczas operator sieci gazowej w oparciu o parametry chłonności sieci i parametry gazu w sieci wydaje decyzję, z której wynika możliwość rzeczywistego przyłączenia lub jej brak.

Problemy z chłonnością sieci mogą być rozwiązane poprzez zastosowanie urządzeń technicznych na sieci, takich jak np. stacje rewersyjne bądź połączenia gazociągów poprzez tzw. spinki.

Poprzez wskazanie miejsc o największym potencjale realizacji instalacji wytwarzania biometanu (Rysunek 8 oraz Rysunek 9), operatorzy sieci gazowych otrzymują możliwość podjęcia decyzji o dostosowaniu sieci, tak by możliwe było wprowadzenie biometanu do systemu gazowego.

Małe instalacje biogazowe

Różnica pomiędzy potencjałem wdrożeniowym a inwestycyjnym to ok. 1,5 mld m^3 biometanu. Jest to potencjalna możliwość realizacji mniejszych instalacji biogazowych w gminie lub w obrębie kilku sąsiadujących gminach mniej zasobnych w substraty do produkcji biogazu i biometanu. Budowa małych instalacji biogazowych o ekwiwalencji mocy w biogazie 0,5 MW_{el} jest znacznie łatwiejsza i szybsza ze względu na uproszczenie procedury formalno-prawnej.

Przy braku możliwości lokalnego zagospodarowania ciepła z kogeneracji biogazowej (w szczególności poza sezonem grzewczym), część energii tego cennego paliwa jest tracona. Wraz z postępującą elektryfikacją gospodarki, w perspektywie średnio- (2040) i długoterminowej (2050) to pompy ciepła będą najwydajniejszym i powszechnym systemem ogrzewania, nie będzie także uzasadnienia dla dużej ilości kogeneracji na biogaz w celu bilansowania dobowego zapotrzebowania na energię. W przyszłości rolę tę będą pełniły systemowe magazyny energii oraz baterie milionów pojazdów elektrycznych przyłączonych do sieci, co pokazano w Symulatorze Polskiego Systemu Energetycznego.

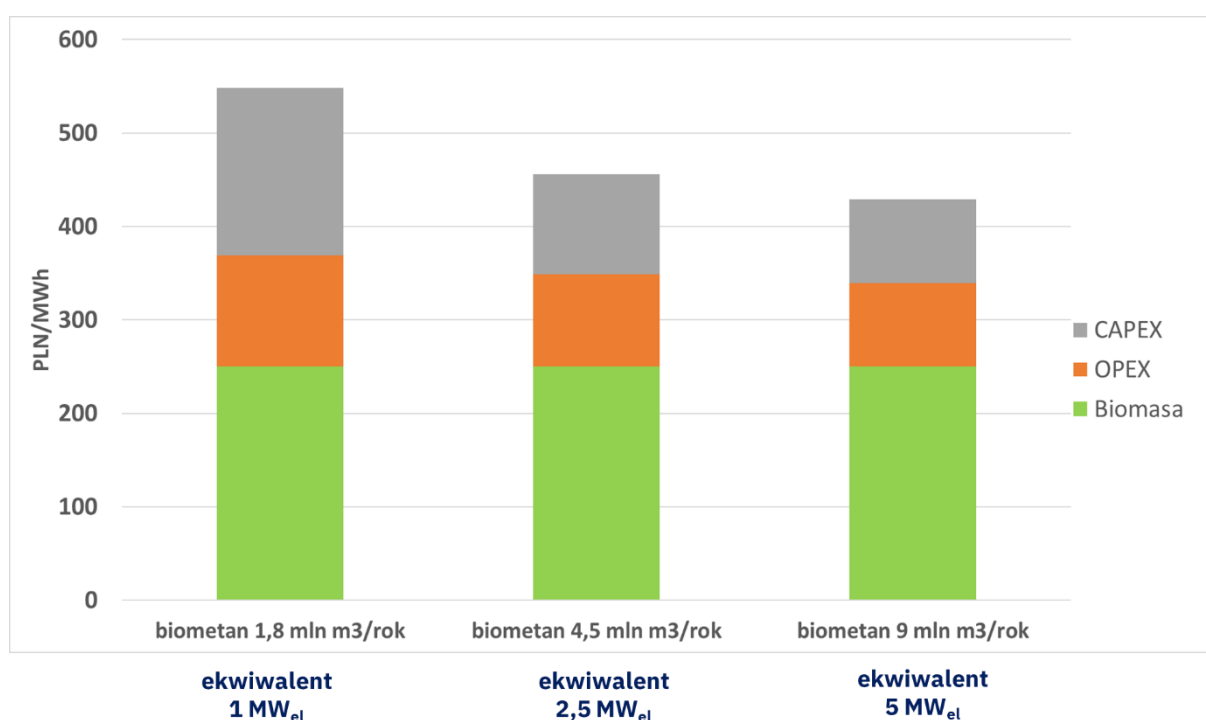
Tylko w przypadkach gdy produkowany biogaz nie będzie mógł być przekształcony do biometanu ze względu na brak ekonomicznej efektywności (małych instalacji) oraz brak możliwości wprowadzenia do sieci gazowej, w grę może wchodzić jego lokalne wykorzystanie jako szczytowego źródła energii w ramach np. klastrów energii. Bloki kogeneracyjne, stowarzyszone z biogazowniami niepołączonymi z długoterminowymi magazynami gazu będą pracować w podstawie lub co najwyżej w cyklu dobowym.

Koszty wytwarzania biometanu

Na potrzeby niniejszej analizy dokonano oszacowania kosztów produkcji biometanu dla trzech wielkości instalacji (Rysunek 10). Założenia do analizy kosztów zostały opisane w [Załączniku nr 1](#).

Wyniki wskazują, że dominujący jest koszt biomasy stanowiącej wsad do instalacji. Dlatego posiadanie własnego wsadu do instalacji lub wsadu pozyskiwanego bezkosztowo lub z ceną ujemną (odpady) znacząco zmniejsza koszty wytwarzania biometanu. Instalacje biometanowe to instalacje o wysokich nakładach inwestycyjnych. Instalacja do kondycjonowania biogazu do biometanu jest kosztownym elementem. Dodatkowym kosztem inwestycyjnym są koszty przyłączenia do sieci gazowej, które są szczególnie wysokie w przypadku przyłącza do sieci przesyłowej.

Przy braku możliwości wprowadzenia biometanu do sieci gazowej konieczna będzie dystrybucja tego paliwa za pośrednictwem transportu kołowego. Aby maksymalnie zwiększyć gęstość transportowanego paliwa należy go skroplić. Ujęcie w rachunku kosztów biometanu modułu do skraplania oraz przewozu biometanu cysterną kriogeniczną (100 km) zwiększa koszty tego paliwa o ok. 20-30%.



Rysunek 10. Struktura kosztów wytwarzania biometanu w zależności od wielkości instalacji (opracowanie własne NCBR)

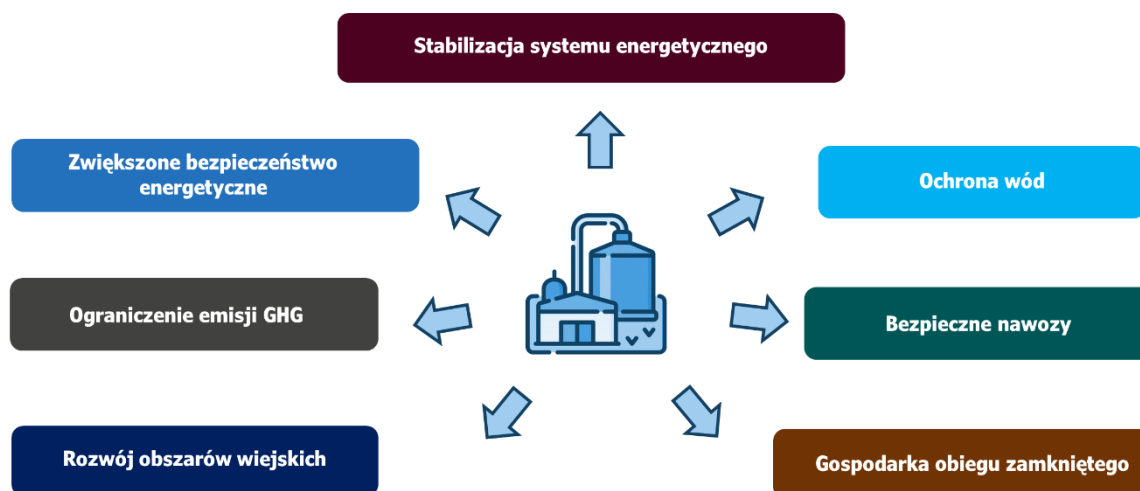
Liczne korzyści z instalacji wytwarzania biometanu

Biogazownia lub biometanownia to instalacja obiegu zamkniętego, która realizuje szereg korzyści środowiskowych i społecznych nieodzwierciedlonych w cenie biometanu oferowanej na rynku. Dyskutując rolę biogazowni i biometanu w gospodarce krajowej należy mieć to zawsze na względzie (Rysunek 11).

Główną kwestią jest tu zagospodarowanie odpadów organicznych, które składowane w niekontrolowanych warunkach są źródłem emisji gazów cieplarnianych, odorów oraz odcieków do wód powierzchniowych i podziemnych. Tylko przetwarzanie obornika i gnojowicy w procesie

fermentacji metanowej wiąże się z ograniczeniem emisji gazów cieplarnianych o 54 kg CO₂eq/t ś.m. obornika (wartość z załącznika VI Dyrektywy RED II). Chodzi tu o przede wszystkim o emisję metanu i emisję połową podtlenku azotu.

Zagospodarowanie odchodów zwierzęcych w ilości odpowiadającej potencjałowi inwestycyjnemu biometanu pozwoliłoby ograniczyć emisję gazów cieplarnianych z rolnictwa o blisko 2 mln t CO₂eq/rok, co stanowi 5% emisji z rolnictwa⁶. Gdyby możliwe stało się przetworzenie odchodów zwierzęcych w instalacjach odpowiadających potencjałowi wdrożeniowemu biometanu, osiągnięta redukcja gazów cieplarnianych wyniosłaby 3 mln t CO₂eq/rok, co odpowiadałoby 9% emisji z rolnictwa.



Rysunek 11. Wielowymiarowy charakter inwestycji do wytwarzania biometanu (opracowanie własne NCBR na podstawie ENERGINET (DK))

Nawozy organiczne jako ko-produkt biometanu

Poza biometanem równie ważnym produktem fermentacji metanowej jest przefermentowana masa stanowiąca wartościowy nawóz organiczny. Produkt pofermentacyjny jest uznanym produktem nawozowym ze względu na zawartość materii organicznej oraz obecność składników pokarmowych NPK. Biorąc pod uwagę typowy skład pofermentu z biogazowni rolniczej, wartość nawozowa w przeliczeniu na NPK (uwzględniając obecne ceny nawozów mineralnych, stan na marzec 2024 r.) dla produktu pofermentacyjnego wynosi 55 PLN/t (poferment świeży, nie poddany separacji). Szczegółowa metodyka obliczeń dostępna jest w [Załączniku nr 1](#).

Ilość pofermentu odpowiadająca potencjałowi inwestycyjnemu biometanu wynosi około 47 mln ton, co pozwoliłoby na nawożenie na użytkach rolnych o powierzchni 1,3 mln ha przyjmując ograniczenie związane z maksymalną dopuszczalną dawką N na poziomie 170 kg/ha/rok. Produkt pofermentacyjny zastępuje nawożenie mineralne.

⁶ Ogólna emisja z rolnictwa w roku 2021 [wyniosła 34 mln t CO₂eq/rok](#)

Załącznik nr. 1 Metodyka wyznaczania potencjału zasobów do produkcji biogazu

Źródła danych

Analizę oparto o dane źródłowe udostępnione przez wskazane podmioty (Tabela 1).

Tabela 1. Źródła danych do analizy potencjału biometanu

Źródło danych	Rodzaj danych	Rok
Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa	Dane zamawiane: pogłowie zwierząt w gminach, ilość stad, systemy utrzymania zwierząt	Dane na dzień 7 marca 2024 r. - komputerowa bazy danych o zwierzętach
Instytut Upraw Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy	Dane zamawiane: nadwyżkowa słoma zbożowa w gminach	Wartości dla lat 2021, 2022, 2023
Główny Urząd Statystyczny	Dane ogólnodostępne na platformie: https://stat.gov.pl/ Struktura agrarna, struktura pogłowia zwierząt (grupy wiekowe), powierzchnia zasiewów – dane dla gmin, powiatów, województw	Dane dla roku 2020 (Powszechny Spis Rolny – dane dla gmin), dane dla roku 2022 oraz 2023 (dane dla województw)
Ministerstwo Klimatu	Dane zamawiane: Baza Danych o Odpadach – dane dla gmin	Dane z rok 2022
Analizy Stanu Gospodarki Odpadami Komunalnymi za rok 2022 dla miast powiatowych	Dane ogólnodostępne: Bioodpady miejskie - zielone i odpady kuchenne	Dane za rok 2022

Metodyka szacowania potencjałów biometanu

Odchody zwierzęce

Krok 1. Analizę prowadzono dla bydła, świń oraz drobiu (z pominięciem stad przydomowych drobiu) w gminach, dla których wykazano pogłowie zwierząt w bazie danych o zwierzętach ARiMR (łącznie 2308 gmin).

Krok 2. Pogłowie zwierząt w sztukach fizycznych w gminach (dane z komputerowej bazy danych ARiMR) uwzględnia grupy technologiczne, co ma znaczenie z punktu widzenia ilości odchodów, które są generowane przez dane zwierzę:

- bydło: krowy mleczne oraz buhajki, jałówki, cielęta,

- świnie: maciory, tuczniki, warchlaki,
- drób: kury – nioski, indyki, brojlery, gęsi, kaczki.

Krok 3. Ustalono liczbę zwierząt utrzymywaną w poszczególnych systemach utrzymania zwierząt, tj. na ściółce lub bezściółkowo, co przekłada się na rodzaju odchodów, które generują zwierzęta (obornik czy gnojowica):

- w przypadku bydła, baza danych ARiMR zawiera informację o systemach w jakich utrzymywane są zwierzęta w stadach, jednak nie wskazuje wprost jaka część pogłowia hodowana jest na ściółce a jaka – bezściółkowo, dlatego w analizie przyjęto założenia, że większość bydła utrzymywana jest obecnie na płytkiej ściółce, tylko niewielka część bezściółkowo, a w przypadku bydła mięsnego uwzględniano także utrzymanie w systemach na głębokiej ściółce (konsultacja merytoryczna p. dr R. Myczko z Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego w Poznaniu oraz p. dr hab. A. Węglarz, prof. URK z Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie),
- w przypadku trzody chlewnej, baza danych ARiMR podaje liczbę stad utrzymywanych w systemach ściółkowych oraz bezściółkowych (rusztowych), dla gmin w których występują stada utrzymywane na rusztach przyjęto, że grupą technologiczną utrzymywaną w tym systemie są głównie tuczniki oraz część loch, pozostałe zwierzęta utrzymywane są na płytkiej ściółce (konsultacja merytoryczna p. dr R. Myczko z Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego w Poznaniu oraz dr hab. R. Tuz, prof. URK z Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie), pominięto utrzymanie świń na głębokiej ściółce ze względu na marginalny udział tych systemów w ogólnej produkcji trzody chlewnej oraz ich występowanie w najmniejszych stadach,
- w przypadku drobiu baza danych ARiMR podaje liczbę zakładów drobiu utrzymywanego w klatkach oraz pogłowie w klatkach, uwzględniono to w analizie, pozostałe grupy technologiczne kur oraz pozostałe gatunki drobiu są utrzymywane na ściółce.

Krok 4. Oszacowano ilość obornika oraz gnojowicy z produkcji zwierzęcej na poziomie gmin. Zwierzętom przypisano normatywy odchodowe (

Tabela 2), tj. średnie roczne wielkości produkcji nawozów naturalnych w zależności od gatunku zwierzęcia gospodarskiego – Załącznik nr 6 Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 31 stycznia 2023 r. w sprawie „Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu”.

Tabela 2. Średnie roczne wielkości produkcji nawozów naturalnych w zależności od gatunku zwierzęcia gospodarskiego

Gatunek/ grupa technologiczna zwierząt	SYSTEM UTRZYMANIA		
	Ściółka głęboka	Ściółka płytka	Bezściółowo
	Produkcja obornika [t/rok]	Produkcja obornika [t/rok]	Produkcja gnojowicy [t/rok]
Bydło			
Buhaje	18,8	13,3	22
Krowy	23,3	14,8	23
Jałówki powyżej 1 roku	12,4	13,3	22
Jałówki do 1 roku	7,8	14,8	23
Jałówki powyżej 1 rok	12,4	6	11,6
Cielęta do 1/2 roku	2,4	3,6	6,8
Trzoda chlewna			
Knury		3,2	4,6
Maciory		3,2	4,6
Warchlaki		0,9	1,4
Tuczniaki		1,3	1,9
Drób			
Kury	0,029		0,014
Brojlery	0,017		
Indyki	0,04		
Kaczki/gęsi	0,028		

*wartość uśredniona dla: jałówki powyżej 1 rok, jałówki do 1 roku, cielęta do 1/2 roku

Źródło: opracowanie własne NCBR na podstawie Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 31 stycznia 2023 r. w sprawie „Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu” – Załącznik nr 6.

Krok 5. Potencjał techniczny biogazu i biometanu na poziomie gmin obliczono jako iloczyn świeżej masy odchodów zwierzęcych (obornik, pomiot, gnojowica) oraz odpowiadającego im uzysku biogazu i biometanu.

Zastosowano wartości uzysku biogazu i biometanu ze świeżej masy wsadu (konsultacja merytoryczna pracowników Pracowni Ekotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu: prof. dr hab. inż. Jacek Dach, dr inż. Marta Cieślak, dr inż. Andrzej Lewicki). Oparto się na wartościach laboratoryjnych uzysku biogazu wyznaczanych metodą fermentacji okresowej prowadzonej w technologii “batch culture”. Badania realizowane wg niemieckich normy DIN 38 414/S8 oraz VDI 4630 (Tabela 3).

Laboratoryjne wartości uzysku biogazu i biometanu zostały następnie obniżone do poziomu 95% jako możliwe do osiągnięcia w skali przemysłowej na rzeczywistych instalacjach biometanowych.

Tabela 3. Parametry substratów odpadowych do produkcji biogazu i biometanu

Próba	Zawartość metanu [%]	Metan skumulowany [m ³ /Mg ś.m.]	Biogaz skumulowany [m ³ /Mg ś.m.]	Metan skumulowany [m ³ /Mg s.m.]	Biogaz skumulowany [m ³ /Mg s.m.]	Metan skumulowany [m ³ /Mg s.m.o.]	Biogaz skumulowany [m ³ /Mg s.m.o.]	Sucha masa substratu [%]	Sucha masa organiczna substratu [% s.m.o.]
Gnojowica bydlęca	61	15	25	170	279	238	390	9,53	71,52
Obornik bydlęcy	56	58	103	229	408	259	460	26,52	88,69
Pomiot kurzy	56	52	93	191	341	259	463	28,80	73,75
Słoma kukurydziana	56	233	322	274	379	249	431	94,60	97,90
Słoma kukurydziana	52	202	409	237	455			94,60	97,90
Wytłoki owocowe 02 01/02 03	54	73	136	267	493	310	573	35,00	92,00
02 01 01	65	73	112	208	320	281	432	0,50	40,00
02 02 01	52	1	1	113	217	296	570	3,50	70,00
02 02 02	65	13	20	380	585	562	865	36,50	89,00
02 02 03	69	197	285	539	781	638	925	21,00	80,00
02 02 04	55	69	126	330	600	380	690	21,00	80,00
02 03 01	68	96	141	457	672	500	735	30,00	70,00
Wysłodki buraczane 02 04	55	79	143	263	478	369	670	23,99	94,89
Serwatka 02 05	49	67	135	277	564	308	625	10,00	90,00
02 05 01	55	10	19	105	190	275	500	21,50	89,00

Odpady cukiernicze 02 06	50	67	135	314	627	403	805	82,45	97,90
02 06 01	54	344	625	418	759			65,00	98,00
Wywar gorzelniany 02 07	50	219	437	336	672	365	730	6,00	85,00
02 07 01	58	14	24	234	404	290	500	41,00	96,00
02 07 80	59	126	214	308	522	354	600	14,00	90,00
Biodpady kuchenne	52	42	80	299	574	364	700	28,82	85,00
Odpady zielone biodegradowalne	52	60	171	208	595	380	700	47,32	81,14
Osad ściekowy z komunalnej oczyszczalni ścieków	50	45	105	95	222	111	222	10,50	74,00
Gnojowica świńska	63	11	17	105	166	173	275	3,00	71,52
Obornik świński	65	5	8	170	279	238	390	24,00	85,00

Krok 6. Potencjał wdrożeniowy biogazu i biometanu z odchodów zwierzęcych uwzględnia możliwości pozyskania wsadu do instalacji w zależności od wielkości stad. W związku z tym, wyznaczono średnie wielkości stad zwierząt na poziomie gmin, obliczone jako iloraz pogłowia oraz ilości stad w każdej gminie. Następnie wyznaczono graniczne wielkości stad:

- dla bydła: 100 szt.
- dla świń: 500 szt.
- dla drobiu: 10 000 szt.

Dla gmin, w których wielkość uśrednionego stada jest niższa niż wyznaczona wartość graniczna, przyjęto **współczynnik możliwości mobilizacji zasobów na poziomie 50%**.

Dla gmin, w których wielkość uśrednionego stada jest równa bądź przekracza wyznaczoną wartość graniczną, przyjęto **współczynnik możliwości mobilizacji zasobów na poziomie 85%**.

Powyżej wskazane współczynniki wykorzystano w celu oszacowania wielkości potencjału wdrożeniowego dla każdej gminy.

Krok 7. Mając potencjał wdrożeniowy (Krok 6) dla każdej gminy, przeanalizowano wielkość instalacji, która mogłaby być tam potencjalnie zrealizowana. Wyznaczano **potencjał inwestycyjny** w obrębie sąsiadujących gmin danego powiatu, biorąc pod uwagę łącznie następujące warunki:

- 1) w ramach każdego powiatu ustalono: (i) czy łączny potencjał wdrożeniowy w gminach tego powiatu pozwala na realizację instalacji biometanowej o produkcji biometanu netto co najmniej 1,8-2,0 mln m³/rok (ekwiwalent 1 MW_{el} w produkcji biogazu brutto), przy czym (ii) pod uwagę wzięto tylko gminy o najwyższym potencjale wdrożeniowym, tj. gminy o potencjale co najmniej 1,2 mln m³/rok biometanu⁷ (ekwiwalent 0,5 MW_{el} w produkcji biogazu brutto),
- 2) gminy o potencjale wdrożeniowym mniejszym niż 1,2 mln m³/rok, zostały pominięte w obliczeniach potencjału inwestycyjnego biometanu – jest to zbyt niski oraz rozproszony potencjał by można było odbierać z nich substraty w sposób uzasadniony ekonomicznie⁸,

Otrzymany w ten sposób sumaryczny potencjał biometanu stanowi potencjał inwestycyjny. **Decyzja o wielkości rzeczywistej instalacji biometanowej, która może powstać w danej gminie lub powiatu (kilka sąsiadujących gmin), należy do inwestora po rozpoznaniu specyficznych warunków lokalnych**, w tym: wielkości źródeł substratów, możliwości lokalizacyjnych instalacji, odległości od sieci gazowej, itp. Przykładowo, jeśli oszacowany potencjał inwestycyjny w danej gminie lub grupie sąsiadujących gmin (w ramach tego samego powiatu) stanowi łącznie 12 mln m³ biometanu, inwestor/inwestorzy mogą faktycznie wykorzystać dostępny potencjał poprzez kilka mniejszych instalacji.

⁷ Do agregowania potencjałów na poziomie gmin brano pod uwagę wszystkie gminy o potencjale co najmniej 1,2 mln m³/rok (ekwiwalent 0,5 MW_{el} w biogazie brutto). Część z tych gmin samodzielnie nie ma wystarczającej ilości wsadu do zasilenia instalacji o ustalonej granicznej wielkości, tj. co najmniej 2,0 mln m³/rok biometanu, jednak są one na tyle zasobne, że należy je brać pod uwagę jako źródło wsadu do instalacji biometanowej w przypadku, gdy sąsiadują z innymi gminami zasobnymi w substraty do wytwarzania biometanu.

⁸ Należy zaznaczyć, że są to gminy w których powinny powstać małe biogazownie rolnicze. W przyszłości rozwój rynku biometanu, w tym spadek kosztów technologii kondycjonowania biogazu do biometanu, pozwoli na inwestowanie w instalacje biometanowe o wydajności poniżej 1,2 mln m³/rok

Krok 8. Ustalono także teoretyczną lokalizację instalacji biometanowej przypisując ją w ramach danego powiatu do gminy najbardziej zasobnej w substraty, tj. posiadającej największy potencjał wdrożeniowy biometanu w m³/rok.

Dla tej lokalizacji badano czy dostępne są tam sieci gazowe, do których potencjalnie mogłaby zostać przyłączona instalacja biometanowa.

Słoma zbożowa oraz słoma kukurydziana

Krok 9. Zasoby słomy zbożowej nadwyżkowej (tj. ilość słomy pozostająca do dyspozycji po uwzględnieniu zapotrzebowania na ściótkę i paszę dla zwierząt oraz pewnej ilości przeznaczonej na przyoranie), wyznaczono na podstawie średniej z trzech lat (2021-2023) dla każdej gminy. Dane udostępnił Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawca – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach.

Krok 10. Zasoby słomy kukurydzianej wyznaczono jako ilorzaz powierzchni zasiewów kukurydzy na ziarno (dane z Powszechnego Spisu Rolnego 2020) oraz plonu słomy kukurydzianej. Plon słomy przyjęto ostrożnie na poziomie 6 t/ha.

Krok 11. Potencjał techniczny biogazu i biometanu ze słomy dla gmin obliczono jako iloczyn plonu słomy oraz uzysku biogazu. Zastosowano wartości uzysku biogazu ze świeżej masy wsadu jak tabeli przedstawionej w Kroku 5.

Krok 12. Potencjał wdrożeniowy biogazu i biometanu ze słomy uwzględnia możliwości pozyskania wsadu do instalacji w zależności od wielkości gospodarstw rolnych. Pod uwagę wzięto dane GUS o strukturze wielkości gospodarstw. W każdej gminie wyznaczono procentowy udział gospodarstw o powierzchni 15 ha i więcej w ogólnej licznie gospodarstw powyżej 1 ha (najwyższy próg wielkości podany w danych spisowych).

Następnie dla gmin:

- w których udział ten jest mniejszy niż 30%, **przyjęto współczynnik możliwości mobilizacji zasobów na poziomie 50%**,
- w których udział ten jest większy bądź równy 30%, **przyjęto współczynnik możliwości mobilizacji zasobów na poziomie 85%**,

Powyżej wskazane współczynniki wykorzystano w celu oszacowania wielkości potencjału wdrożeniowego dla każdej gminy.

Krok 13. Potencjał inwestycyjny dla biometanu ze słomy zbożowej i kukurydzianej ustalano analogicznie jak w Kroku 7 oraz Kroku 8.

Biodopady z przemysłu przetwórstwa rolno-spożywczego

Krok 14. Zasoby biodopadów z rolnictwa i przemysłu rolno spożywczego udostępnione z Bazy Danych o Odpadach, obejmują grupy o kodach wskazanych w Tabela 4.

Tabela 4. Biodopady z rolnictwa i przemysłu rolno-spożywczego uwzględnione w analizie potencjałów biometanu – odpady o kodach z bazy BDO

02 01	02 01 01	02 01 02	02 01 03	02 01 04	02 01 06	02 01 07	02 01 80*	02 01 81	02 01 82	02 01 83	02 01 99
02 02	02 02 01	02 02 02	02 02 03	02 02 04	02 02 80*	02 02 81	02 02 82	02 02 99			
02 03	02 03 01	02 03 02	02 03 03	02 03 04	02 03 05	02 03 80	02 03 81	02 03 82	02 03 99		
02 04	02 04 01	02 04 02	02 04 03	02 04 80	02 04 99						
02 05	02 05 01	02 05 02	02 05 80	02 05 99							
02 06	02 06 01	02 06 02	02 06 03	02 06 80	02 06 99						
02 07	02 07 01	02 07 02	02 07 03	02 07 04	02 07 05	02 07 80	02 07 99				

Krok 15. Potencjał techniczny biometanu z biodopadów z Bazy Danych o Odpadach został wyznaczony analogicznie w oparciu o świeżą masę odpadów oraz uzysk biometanu zgodnie z tabelą jak w Kroku 5.

Krok 16. Potencjał wdrożeniowy jest taki sam jak potencjał techniczny, ponieważ przyjęto założenie, że każdy strumień biodopadów z przemysłu musi trafić do instalacji biogazowej lub biometanowej i tam zostać zagospodarowany.

Krok 17. Potencjał inwestycyjny został uwzględniony łącznie z biometanem z odchodów zwierzęcych i opisany w Kroku 7.

Biodopady komunalne selektywnie zbierane

Krok 18. Dla miast powiatowych⁹ (67 miast) ustalono wielkość selektywnie zbieranych biodopadów na podstawie Analiz Stanu Gospodarki Odpadami Komunalnymi publikowanymi na stronach PIB gmin. W celu oszacowania możliwej do pozyskania ilości biodopadów kuchennych przyjęto wartość 70 kg/osobę. Wskaźnik ten jest obecnie osiągany w krajach Europy Zachodniej. W Polsce taki poziom zbiórki selektywnej dla biodopadów kuchennych osiągnięto w Gdyni.

Krok 19. Biodopadom przypisano uzyski biogazu zgodnie z wartościami zamieszczonymi w tabeli – patrz Krok 5. W ten sposób oszacowano potencjał techniczny.

Krok 20. Na obecnym etapie analizy potencjał wdrożeniowy oraz inwestycyjny został określony na takim samym poziomie jak potencjał techniczny. Przyjęto założenie, że w każdym mieście powiatowym powinna działać instalacja fermentacji metanowej wytwarzająca biometan z odpadów.

⁹ Docelowo analizą zostaną objęte wszelkie miast w Polsce, także inne niż powiatowe pozostałe miasta, jednak wpływ na wynik globalny szacunku potencjału biometanu dla Polski będzie minimalny.

Koszty wytwarzania biometanu

Poniżej przedstawiono założenia do analizy kosztów wytwarzania biometanu:

- dla instalacji o wydajność biometanu netto 1,8 mln m³/rok (ekw. 1 MW_{el} w biogazie brutto),
- dla instalacji o wydajność biometanu netto 4,5 mln m³/rok (ekw. 2,5 MW_{el} w biogazie brutto),
- dla instalacji o wydajność biometanu netto 9 mln m³/rok (ekw. 5 MW_{el} w biogazie brutto),

4. W OPEX wliczono koszt energii biogazu wytworzonej w instalacji i zużytej na potrzeby własne.

5. Czas pracy instalacji z pełną mocą: 8000 godz./rok.

6. Kondycjonowanie biogazu do biometanu:

- dla instalacji 1,8 mln m³/rok – membrany,
- dla instalacji 4,5 mln m³/rok – membrany,
- dla instalacji 9 mln m³/rok – aminy,

7. Przyłączenie do sieci gazowej:

- dla instalacji 1,8 mln m³/rok – sieć dystrybucyjna,
- dla instalacji 4,5 mln m³/rok – sieć dystrybucyjna z uwzględnieniem instalacji rewersyjnej (koszt rewersu po stronie OSD),
- dla instalacji 9 mln m³/rok – sieć przesyłowa.

8. Średnia odległość instalacji biometanowej do sieci dystrybucyjnej 3 km, koszt budowy nitki gazociągu przyjęty w wysokości 300 tys. PLN/km.

9. W kalkulacji nie uwzględniono kosztów kredytów bankowych, itp.

10. Z uwagi na przyjęty horyzont czasowy analizy 10 lat, nie wliczono nakładów odtworzeniowych typu wymiana pomp, membran, sprężarek, itp.

11. Nie wliczono kosztów OPEX związanych z zagospodarowaniem pofermentu.

12. Koszt biomasy to uśredniony koszt wsadu z transportem (30 km) do biogazowni rolniczej biorąc pod uwagę zakupy substratów na rynku.