

# Aspekty logistyczne i technologiczne procesu gromadzenia i przetwarzania odpadów



*mgr inż. Anna Kacprzak*

*mgr inż. Karina Michalska*

KOORDYNATOR PROJEKTU



UWARUNKOWANIA  
BUDOWY  
INSTALACJI  
BIOGAZOWEJ



ŚCIEŻKA  
INWESTYCYJNA



TECHNOLOGIE  
BIOGAZOWE



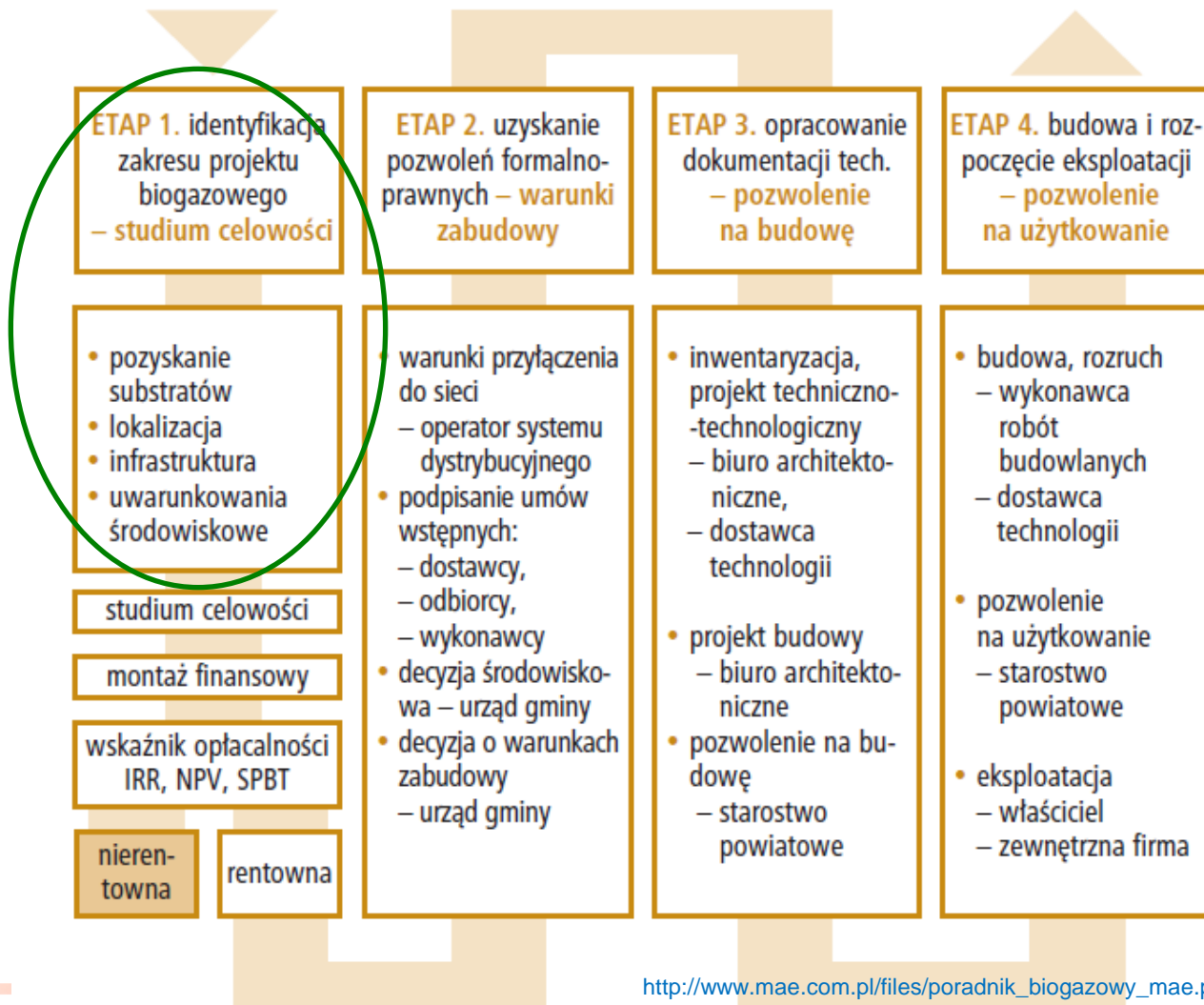
OBRÓBKA  
BIOGAZU



PRZYKŁADY Z  
POLSKI

KOORDYNATOR PROJEKTU

## ŚCIEŻKA INWESTYCYJNA



KOORDYNATOR P

## ETAP I - Identyfikacja zakresu projektu

Analiza rynku potrzeb

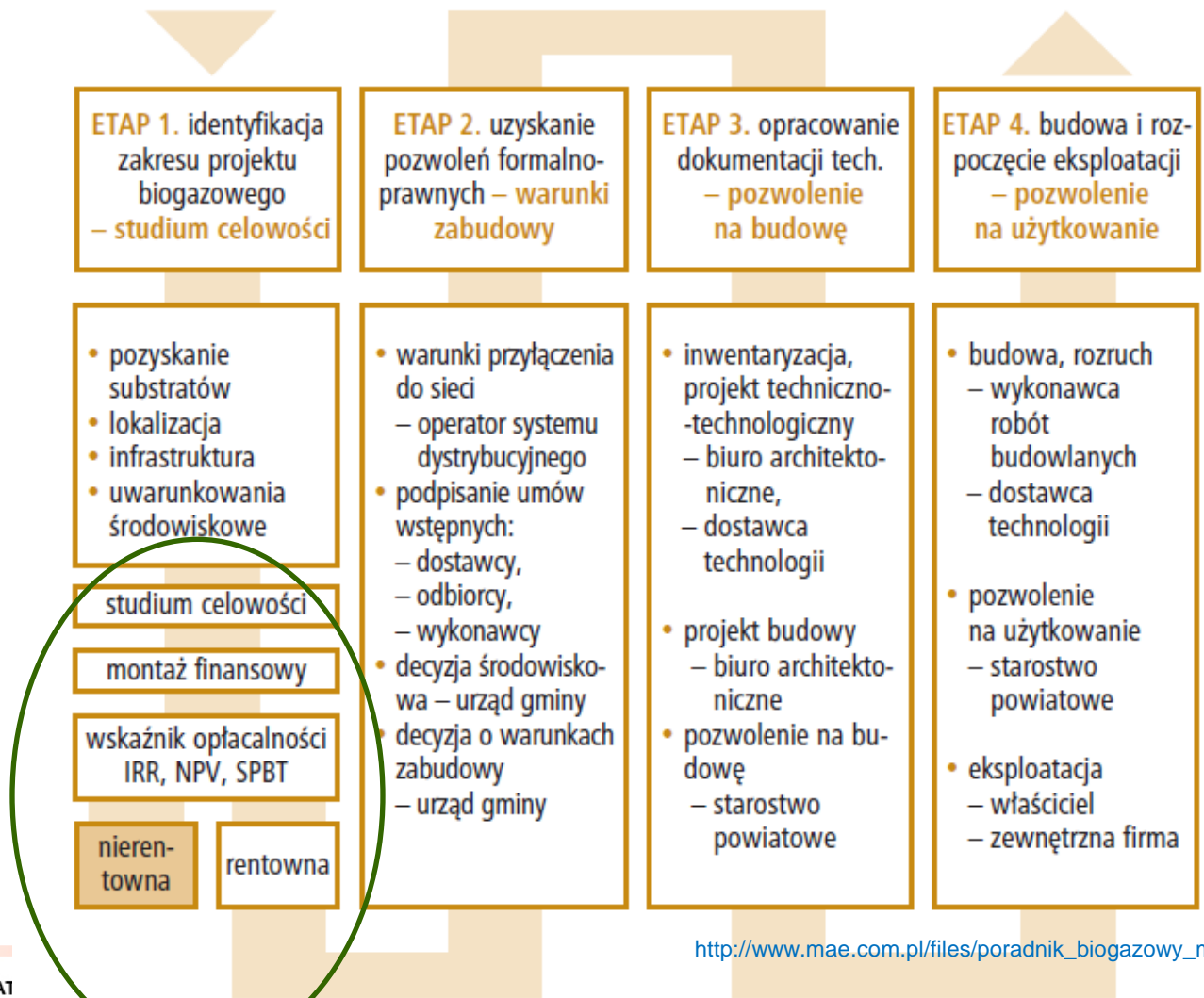
Analiza dostępności surowców do produkcji biogazu.

Wstępna analiza warunków środowiskowych i pogodowych dla poszczególnych lokalizacji (np. przeważający kierunek wiatru)

Analiza możliwości przyłączenia do sieci elektroenergetycznej

KOORDYNATOR PROJEKTU

# ŚCIEŻKA INWESTYCYJNA



[http://www.mae.com.pl/files/poradnik\\_biogazowy\\_mae.pdf](http://www.mae.com.pl/files/poradnik_biogazowy_mae.pdf)

KOORDYNAT

## ŚCIEŻKA INWESTYCYJNA

### Studium celowości

- ✓ Ocena możliwości i wybór montażu finansowego, czyli ustalenie wkładu własnego, rozeznanie możliwości pozyskania kredytu preferencyjnego lub dotacji.

[http://www.mae.com.pl/files/poradnik\\_biogazowy\\_mae.pdf](http://www.mae.com.pl/files/poradnik_biogazowy_mae.pdf)

KOORDYNATOR PROJEKTU

## ŚCIEŻKA INWESTYCYJNA

### Montaż finansowy

- ✓ Oszacowanie kosztów przygotowania inwestycji oraz zidentyfikowanie źródeł dofinansowania.
- ✓ Oszacowanie efektu finansowego biogazowni:

#### Przychody:

- sprzedaż energii elektrycznej
- sprzedaż ciepła

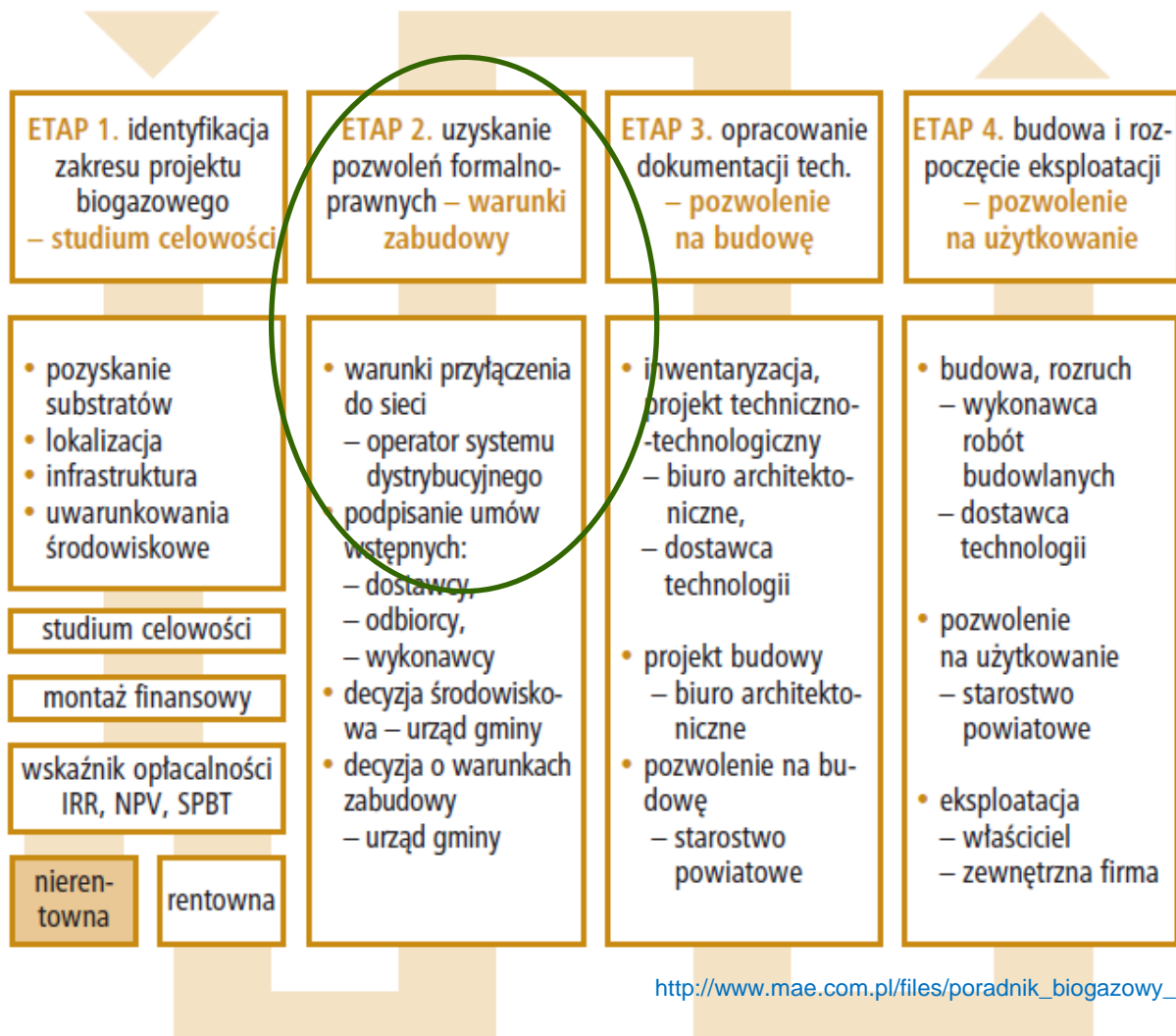
#### Koszty operacyjne:

- koszt zakupu substratów
- koszt utylizacji odpadu
- utrzymanie i wymiana generatorów

[http://www.mae.com.pl/files/poradnik\\_biogazowy\\_mae.pdf](http://www.mae.com.pl/files/poradnik_biogazowy_mae.pdf)

KOORDYNATOR PROJEKTU

# ŚCIEŻKA INWESTYCYJNA



KOORDYNAT



## ETAP II – Uzyskanie pozwoleń formalno - prawnych

Uzyskanie tytułu prawnego do lokalizacji

Wypis i wyrys z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego

Decyzja o uwarunkowaniach środowiskowych

Decyzja o warunkach zabudowy i zagospodarowania przestrzennego

KOORDYNATOR PROJEKTU

## ETAP II – Podpisanie wstępnych umów

Umowa na dostawę substratów (dla wsadu dostarczanego z zewnątrz)

Przyłączenie do sieci elektroenergetycznej

Kompleksowe wykonanie prac projektowych

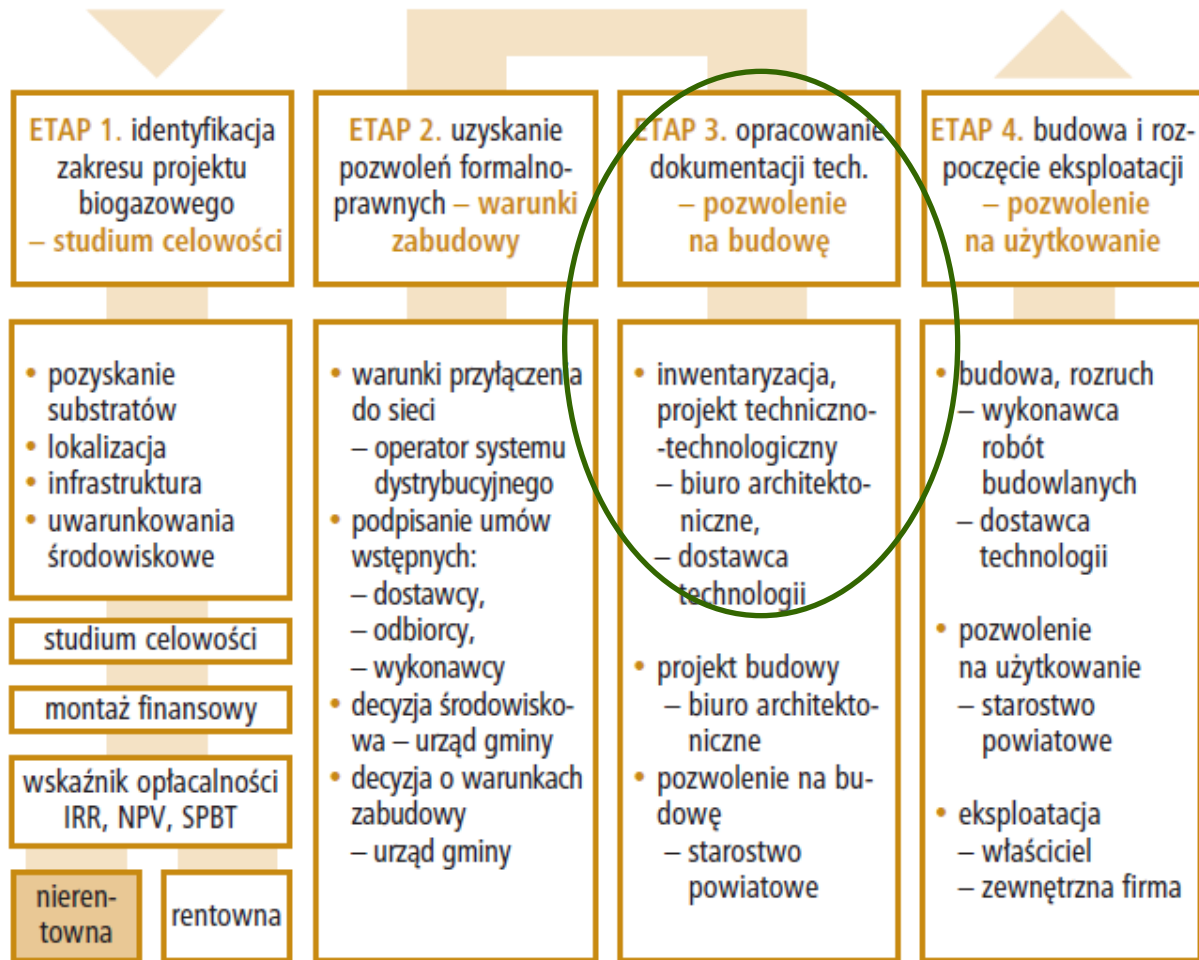
Dostawa technologii i wykonawstwo inwestycji

Dostawa i odbiór mediów, w tym sprzedaż ciepła

Finansowanie projektu inwestycyjnego (umowa z instytucją finansującą)

KOORDYNATOR PROJEKTU

## ŚCIEŻKA INWESTYCYJNA



[http://www.mae.com.pl/files/poradnik\\_biogazowy\\_mae.pdf](http://www.mae.com.pl/files/poradnik_biogazowy_mae.pdf)

### KOORDY

## ETAP III – Opracowanie dokumentacji technicznej

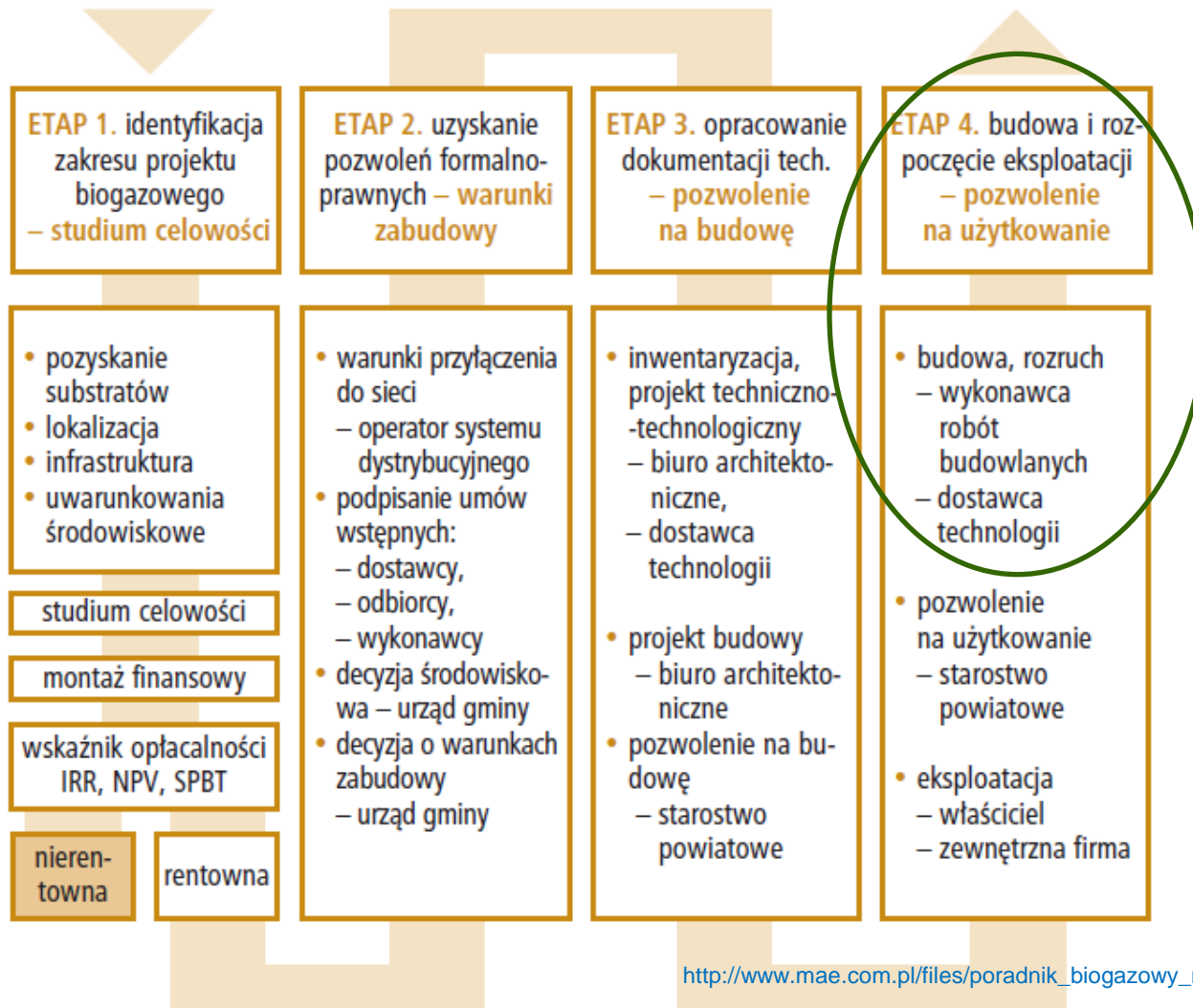
Inwentaryzacja,  
projekt techniczno-technologiczny

Projekt budowy

Pozwolenie na budowę

KOORDYNATOR PROJEKTU

# ŚCIEŻKA INWESTYCYJNA



KOORDY

## ETAP IV – Budowa i rozpoczęcie eksploatacji

Budowa, rozruch.

Pozwolenie na użytkowanie.

Decyzja o zezwoleniu na prowadzenie  
działalności.

Eksploatacja.

KOORDYNATOR PROJEKTU

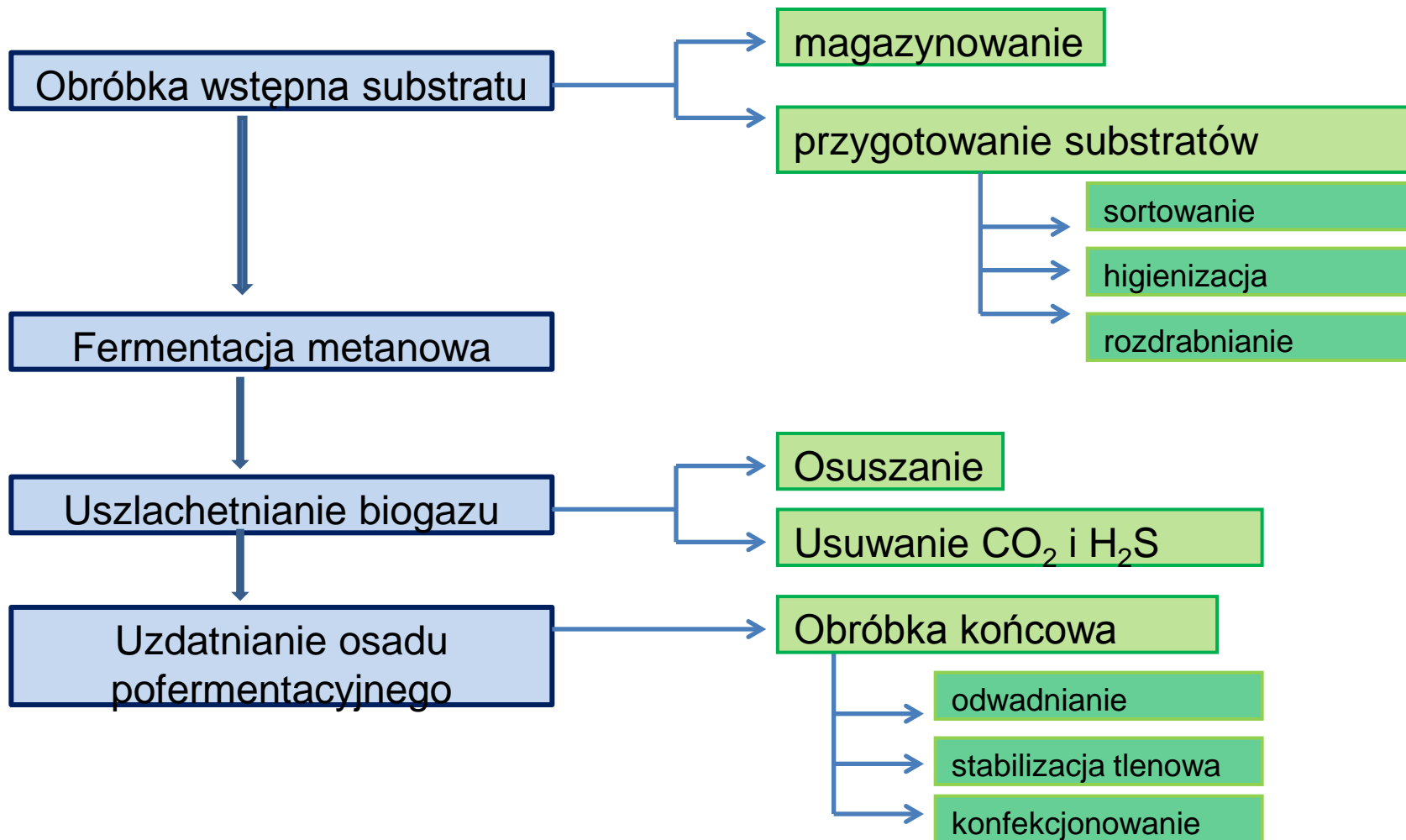
## ETAP IV – Budowa i rozpoczęcie eksploatacji

Eksplatacja.



<http://www.globenergia.pl/biomasa/item/2238-rozw%C3%B3j-biogazowni-rolniczych.html>

KOORDYNATOR PROJEKTU



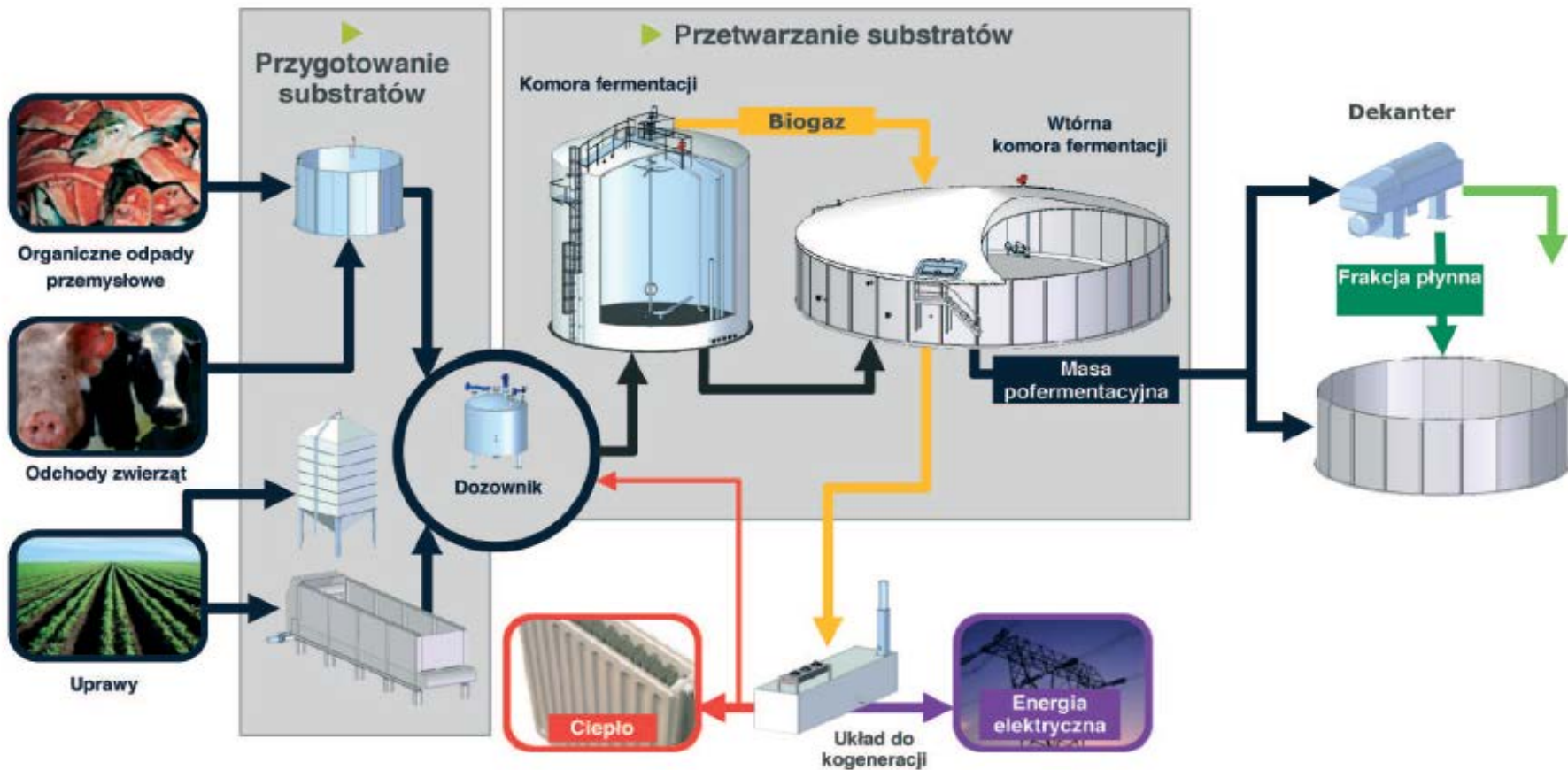


## Typowe elementy występujące w większości instalacji biogazowych:

- ✓ Zbiornik wstępny na biomasę;
- ✓ Zbiornik fermentacyjny, przykryty szczelną membraną;
- ✓ Zbiornik pofermentacyjny lub laguna
- ✓ Układ kogeneracyjny (silnik gazowy plus generator elektryczny) produkujący energię elektryczną i ciepłą;
- ✓ Instalację sanitarną, zabezpieczającą, elektryczną, łącznie z układami sterującymi, które integrują wszystkie elementy w funkcjonalną całość;
- ✓ Przyłącza do sieci energetycznej i ew. ciepłej.

KOORDYNATOR PROJEKTU

# Schemat blokowy instalacji do produkcji biogazu



[http://www.mae.com.pl/files/poradnik\\_biogazowy\\_mae.pdf](http://www.mae.com.pl/files/poradnik_biogazowy_mae.pdf)

KOORDYNATOR PROJEKTU

## MAGAZYNOWANIE

- ✓ Wielkość powierzchni wymaganej pod takie składowiska magazynowe wiąże się ze spodziewanymi ilościami materiału i kompensowanymi okresami dostaw. Takie warunki umowne jak i ilość przyjmowanego materiału i częstotliwość dostaw odgrywają istotną rolę wtedy, jeżeli stosuje się kosubstraty spoza własnego przedsiębiorstwa.
- ✓ Jeżeli stosuje się kosubstraty higienicznie wątpliwe, np. pochodzenia przemysłowego, nie wolno dopuszczać możliwości mieszania się substratu obojętnego z substratem higienicznie wątpliwym przed przepuszczeniem przez urządzenie higienizujące.
- ✓ Dla zminimalizowania emisji zapachów, jak i ze względów praktycznych odbiór, składowanie i uzdatnianie substratów trzeba przeprowadzać w halach, z odwiewem wyposażonym w biofiltry oczyszczające powietrze.

KOORDYNATOR PROJEKTU

## PRZYGOTOWANIE SUBSTRATÓW

Celem procesów przygotowania odpadów do przetwarzania jest:

- ✓ Usunięcie z odpadów składników, których obecność w przetwarzanym strumieniu może prowadzić do uszkodzenia urządzeń stosowanych w kolejnych etapach procesu;
- ✓ Wydzielenie z odpadów widocznych materiałów nieulegających biodegradacji (szkła, tworzyw sztucznych i metali);
- ✓ Zmniejszenie zawartości w odpadach zanieczyszczeń chemicznych, które mogą obniżyć jakość końcowego produktu;
- ✓ Optymalizacja składu chemicznego substratu.

rozdrobienie, przesiewanie, wydzielenie metali, sortowanie ręczne lub mechaniczne

KOORDYNATOR PROJEKTU

## ROZDRABNIANIE SUBSTRATÓW

- ✓ Rozdrabnianie substratu otwiera powierzchnie substratu na proces degradacji biologicznej, a tym samym na produkcję metanu.
- ✓ Zasadniczo można przyjąć taki punkt wyjścia, że wraz ze zwiększaniem stopnia rozdrobnienia wzrasta szybkość rozkładu biologicznego.
- ✓ Do rozdrabniania materiałów twardych, czy też podatnych na rozwłóknienie najbardziej odpowiednie są młyny młotkowe, jak również kruszarki udarowe. Dla materiałów miękkich i ciągliwych można zastosować rozdrabniarki nożowe.
- ✓ Rozwiązaniem uniwersalnym są młyny bębnowe.



Źródło: Jędrzak A., *Biologiczne przetwarzanie odpadów*, Warszawa, PWN, 2007

KOORDYNATOR PROJEKTU

- ✓ Odpady pochodzenia zwierzęcego stanowią źródło organizmów patogennych.
- ✓ Z tego względu odpady te należy poddać obróbce termicznej – ciśnieniowej. Przetwarzanie odpadów pochodzenia zwierzęcego reguluje Rozporządzenie nr 1774/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 3 października 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, 0,3MPa przez 20 minut,
  - rozdrobnione odpady kat. 3. (średnica maks. 12mm) - procesowi higienizacji w temperaturze 70°C przez minimum 60 minut.

# HIGIENIZACJA

- ✓ Materiały poddawane obróbce termicznej łatwiej ulegają procesowi fermentacji.
- ✓ Higienizację można przeprowadzać w hermetycznie zamykanych i ogrzewanych zbiornikach ze stali szlachetnej.
- ✓ Temperatura substratu po higienizacji jest wyższa od temperatury procesowej panującej we wnętrzu fermentora. Jeśli zhigienizowany substrat ma być podany bezpośrednio do fermentora, to wtedy konieczne jest schłodzenie do temperatury mieszczącej się w zakresie temperatury roboczej fermentora.

---

## KOORDYNATOR PROJEKTU

# REAKTORY

Z PEŁNYM  
WYMIESZANIEM

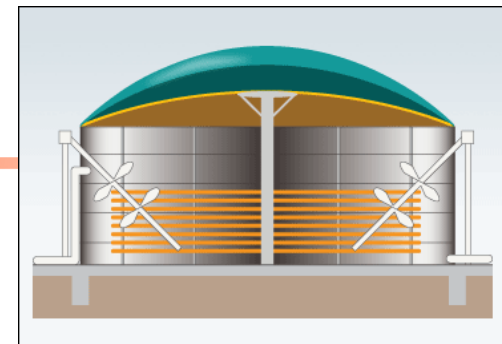
PERKOLACYJNE

O PRZEPŁYWIE TŁOKOWYM

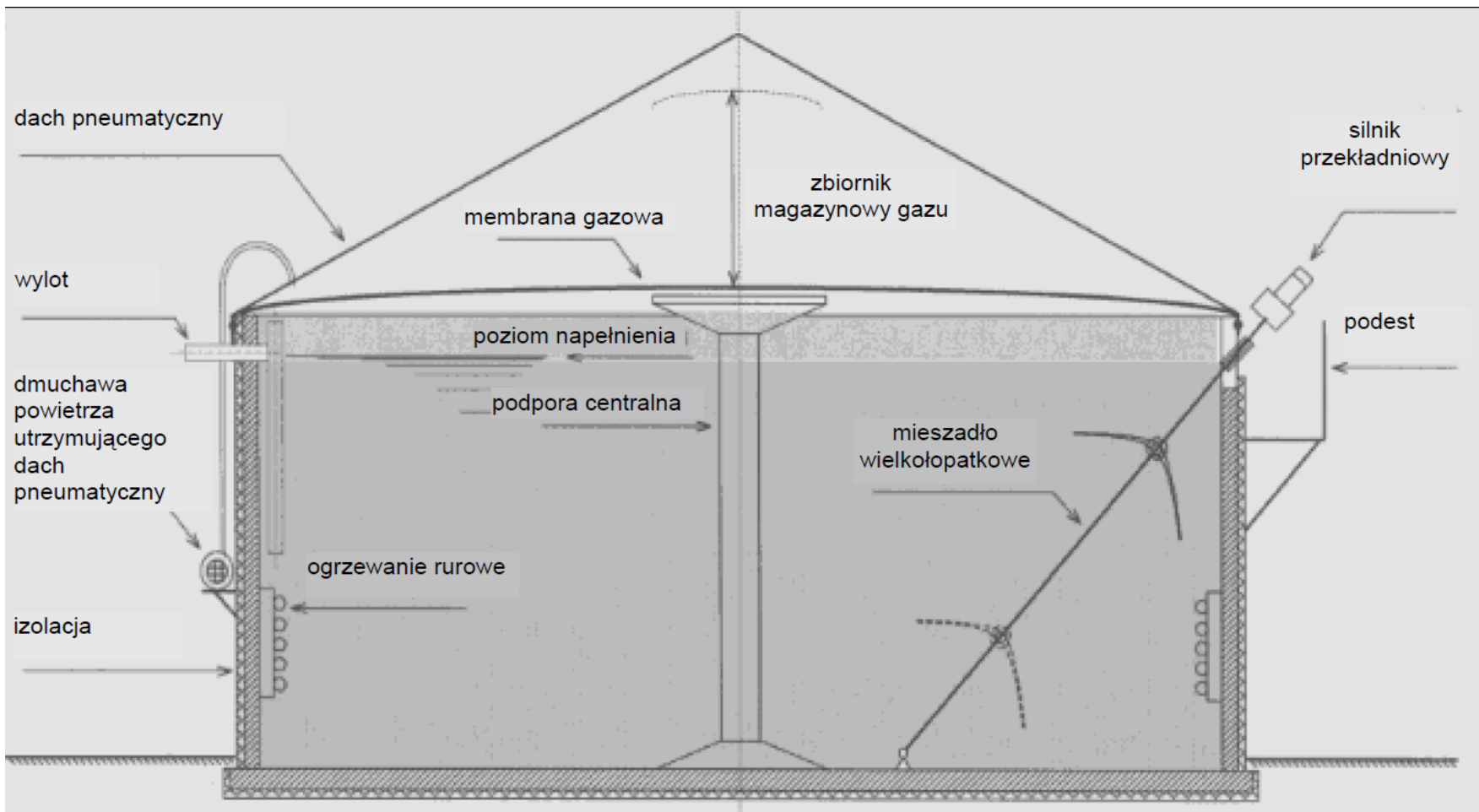
KOORDYNATOR PROJEKTU



- ✓ Są budowane w formie cylindrycznej stojącej.
- ✓ Stosuje się je do wytwarzania biogazu przede wszystkim w gospodarce rolnej.
- ✓ Fermentory takie składają się ze zbiornika z betonowym dnem i stalowymi lub żelazobetonowymi ściankami.
- ✓ Zbiornik taki może być całkowicie lub częściowo wpuszczony w podłoże albo zostać zbudowany całkowicie nad powierzchnią gruntu.
- ✓ Na zbiorniku takim nadbudowuje się gazoszczelne przykrycie, które może być wykonane w różny sposób, zależnie od lokalnych wymogów i typu konstrukcji.
- ✓ Idealny przepływ substratu zapewnia mieszadło ewentualnie sam reaktor biogazowy.



KOORDYNATOR PROJEKTU

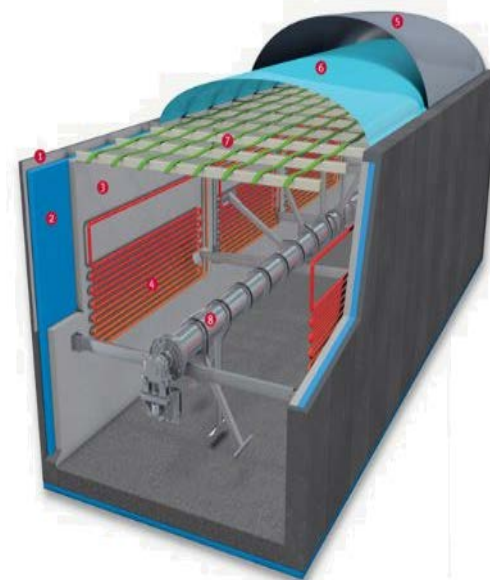


*Zródło: Institut für Energetik und Umwelt gGmbH, Biogaz, Produkcja, Wykorzystywanie, <http://www.ie-leipzig.de>*

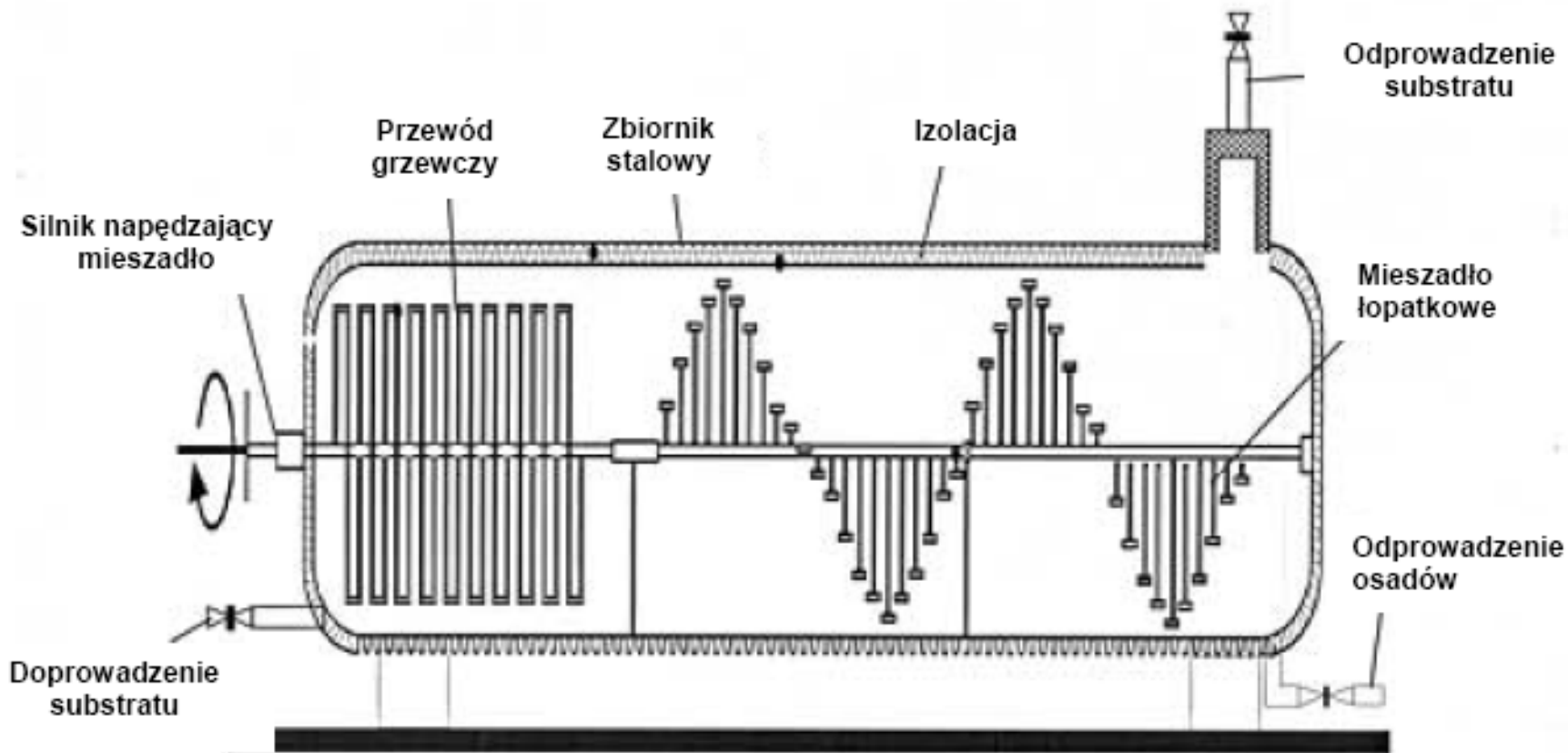
KOORDYNATOR PROJEKTU

## Reaktory z przepływem tłokowym

- ✓ Są wykorzystywane do fermentacji odpadów o zawartości od 20 do 40 % s.m.
- ✓ Wykorzystują one efekt wyporu doprowadzanego świeżego substratu, aby wywołać przepływ tłokowy.
- ✓ Odpady wprowadzane są z jednej strony bioreaktora i usuwane z drugiej.
- ✓ Bakterie nie są zatrzymywane w reaktorze, dlatego świeże porcje odpadów muszą być zaszczepiane przez zawracanie części strumienia odpadów przefermentowanych.
- ✓ Recyrkulacja części przefermentowanych odpadów umożliwia mieszanie materiału.



KOORDYNATOR PROJEKTU

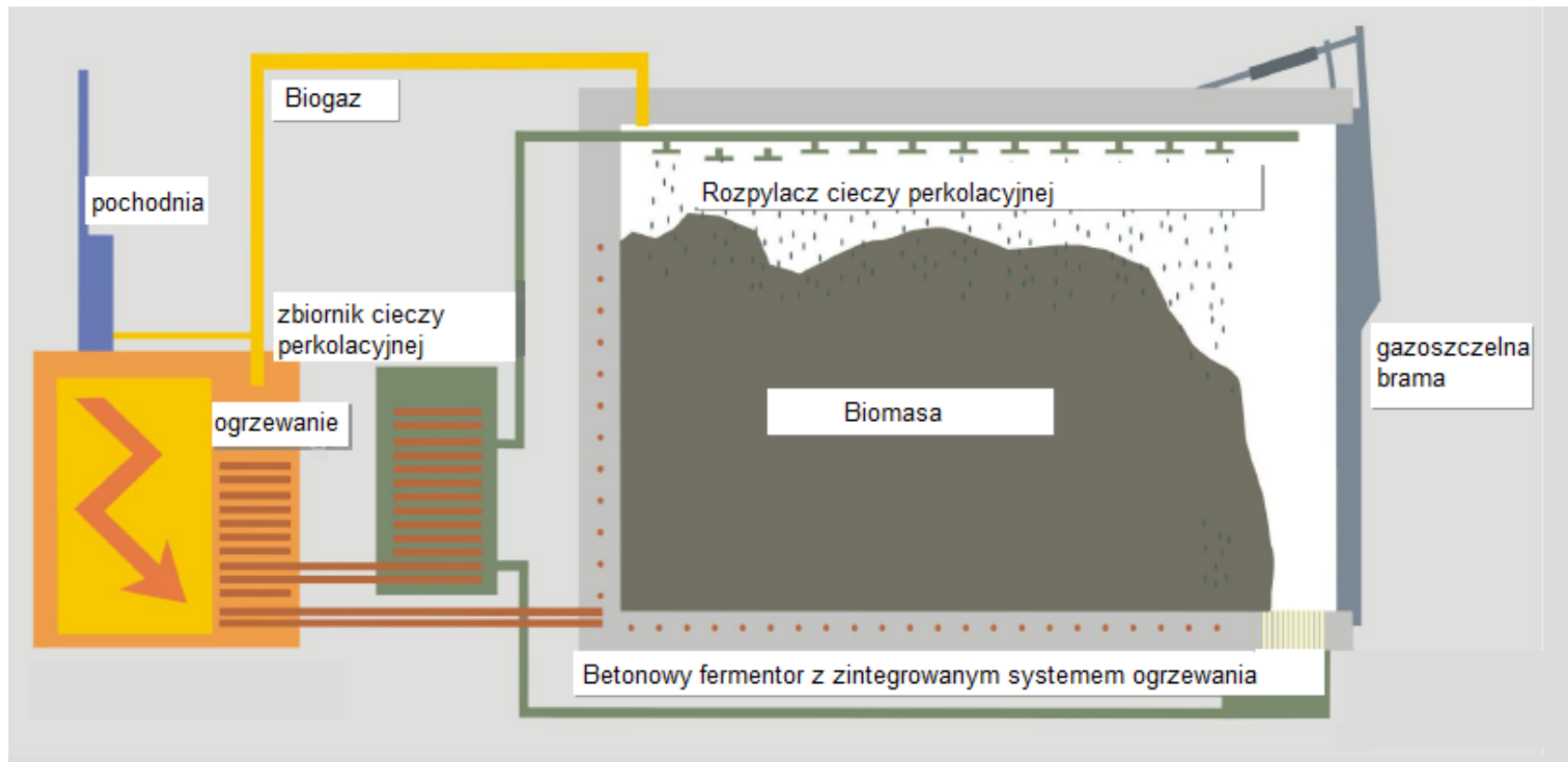


Zródło: Institut für Energetik und Umwelt gGmbH, Biogaz, Produkcja, Wykorzystywanie, <http://www.ie-leipzig.de>

KOORDYNATOR PROJEKTU

- ✓ W reaktorach perkolacyjnych odpady nie są w ogóle mieszane.
- ✓ W tym przypadku reaktor to żelbetowy prostopadłościan z dużą, gąszościaną bramą do załadunku.
- ✓ Funkcję mieszania spełnia cyrkulacja cieczy procesowej, którą spryskiwane są odpady. Podczas załadowywania komory odpadami uprzednio zaszczepia się je biomasą z innego bioreaktora i pozostawia do fermentacji.
- ✓ Ocieki zbierane z dna komory są recykulowane.
- ✓ Ciecz ta umożliwia rozprzestrzenienie się flory bakteryjnej i rozprowadzanie rozpuszczalnych związków organicznych przyspieszając ich rozkład.
- ✓ System wyposażony jest w dwa źródła ciepła: wymiennik w zbiorniku cieczy oraz wbudowaną instalację w konstrukcję boksu.

### KOORDYNATOR PROJEKTU



Źródło: Początek M., Janik M., *Fermentacja metanowa*, [www.en4.pl](http://www.en4.pl)

KOORDYNATOR PROJEKTU

Zawartość suchej masy  
w komorze fermentacji

- fermentacja morka
- fermentacja sucha

Temperatura procesu

- mezofilna
- termofilna

**Jaka technologia ??**

Sposób dozowania  
substratów

- ciągły
- okresowy

Ilość stopni procesu

- jednostopniowa
- wielostopniowa

Stopień rozdzielania  
poszczególnych faz procesu

- jednofazowa
- wielofazowa

KOORDYNATOR PROJEKTU

- ✓ W biogazowniach rolniczych najczęstsze zastosowanie znajduje jedno- bądź dwuetapowa metoda produkcyjna, przy czym główne zainteresowanie skupia się na instalacjach jednoetapowych.
- ✓ W instalacjach jednoetapowych nie występuje przestrzenne rozdzielanie różnych faz procesu technologicznego fermentacji (hydrolizy, fazy zakwaszania, tworzenia kwasu octowego i metanu). Wszystkie fazy procesu technologicznego są przeprowadzane w jednym zbiorniku.
- ✓ Natomiast w metodach dwu- lub wieloetapowych dokonuje się przestrzennego oddzielenia poszczególnych faz procesu technologicznego na różne zbiorniki.
- ✓ W metodach dwuetapowych na przykład faza hydrolizy i zakwaszania jest przeprowadzana w zbiorniku zewnętrznym.

#### KOORDYNATOR PROJEKTU



✓ Wyróżnia się dwa rozwiązania **fermentacji dwustopniowej**:

Wariant 1: w I reaktorze, tzw. upłynniającym (reaktor LA; liquefaction-acetogenesis reactor), prowadzi się hydrolizę i fazę kwaśną, natomiast w II reaktorze, zwykle przepływowym, fazę octanogenną i metanogenną – **fermentacja dwustopniowa**;

Wariant 2: w I komorze jest prowadzony wstępny rozkład substancji organicznych w warunkach termofilnych, a w II komorze prowadzi się fermentację mezofilową, lub odwrotnie - **fermentacja dwustopniowa, zmienno temperaturowa**.

✓ Realizacja dwustopniowej fermentacji wymaga wyższych nakładów inwestycyjnych i eksploatacyjnych oraz stwarza szereg problemów technologicznych (kontrola parametrów procesu) w porównaniu z procesem jednostopniowym.

✓ Skrócenie czasu fermentacji może być niewystarczającym argumentem za jej stosowaniem tym bardziej, że istnieje możliwość skrócenia jednostopniowej, mezofilowej fermentacji z 20 do 15-18 dni

KOORDYNATOR PROJEKTU

## TECHNOLOGIE JEDNOSTOPNIOWE

Zalety	Wady
<ul style="list-style-type: none"> <li>• stabilna produkcja gazu, prosty i przejrzysty sposób prowadzenia procesu</li> <li>• niskie koszty inwestycyjne i eksploatacyjne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• brak optymalnych warunków dla przemian biochemicznych i możliwości oddziaływania na poszczególne fazy fermentacji</li> <li>• niebezpieczeństwo hamowania procesu przez amoniak lub nadmiernie zakwaszony wsad</li> </ul>

## TECHNOLOGIE WIELOSTOPNIOWE

Zalety	Wady
<ul style="list-style-type: none"> <li>• krótszy czas trwania procesu</li> <li>• wysoka stabilność procesu fermentacji odpadów łatwo biodegradowalnych</li> <li>• dopuszczalne wyższe obciążenia komór s.m.o.</li> <li>• lepsza możliwość sterowania parametrami procesu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• złożony proces technologiczny</li> <li>• zamknięty obieg wody procesowej może doprowadzić do jej wzbogacenia w substancje toksyczne</li> <li>• mniejsza wydajność biogazu (w procesach z rozdziałem faz)</li> <li>• wysokie koszty inwestycyjne i eksploatacyjne</li> </ul>

KOORDYNATOR PROJEKTU

Źródło: Jędrzak A., *Biologiczne przetwarzanie odpadów*, Warszawa, PWN, 2007

## Zawartość suchej masy w odpadach



**FERMENTACJA MOKRA**  
**< 15 %**

**FERMENTACJA SUCHA**  
**15 – 40 %**

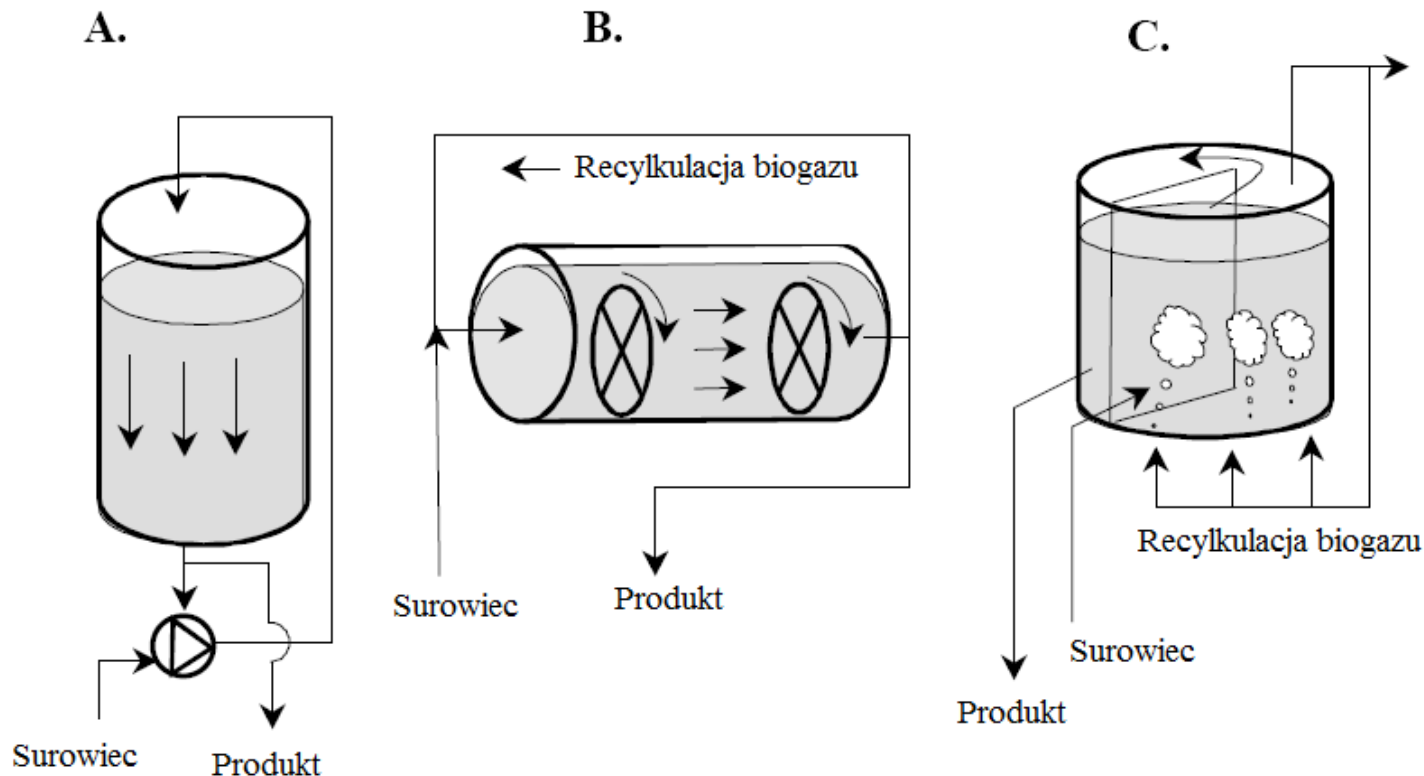
KOORDYNATOR PROJEKTU

- ✓ Odpady poddawane fermentacji metodą mokrą powinny zawierać poniżej 15% s.m. Ich konsystencja powinna gwarantować możliwość ich przepompowania.
- ✓ Przygotowanie wsadu wymaga usunięcia zanieczyszczeń opadających oraz unoszących się na powierzchni zawiesiny poprzez zastosowanie np. sita, pulpera i hydrocyklonu.
- ✓ Prowadzenie fermentacji stałych odpadów organicznych w wydzielonej, zamkniętej komorze, w układzie jednostopniowym jest zatem możliwe, po wcześniejszym ich przekształceniu w formę zawiesiny o zawartości od 3 do 19% s.m.
- ✓ Oznacza to, że do tony odpadów organicznych o naturalnej wilgotności należy dodać od 3 do 15 m<sup>3</sup> wody. Czas przetrzymania osadów w komorze waha się od 2 do 4 tygodni, najczęściej wynosi ok. 20 dni.
- ✓ Ostatnio uznaje się pogląd, że czas 15 dni jest wystarczający do prawidłowego przebiegu procesu.

- ✓ Fermentacji suchej może być poddawany substrat o zawartości suchej masy do 40 %. Powyżej tej wartości występują zjawiska hamowania procesów biologicznych wynikające z niedostatku wody. Niższa zawartość wody oznacza wyższe stężenie substancji organicznych, a co za tym idzie większą produkcję gazu na jednostkę pojemności reaktora.
- ✓ Właściwości fizyczne odpadów o tak dużej zawartości ciał stałych wymagają zastosowania zupełnie innych rozwiązań technicznych w zakresie wstępnego ich przetwarzania, transportu i mieszania, niż używane w systemach fermentacji mokrej.
- ✓ Ze względu na wysoką lepkość, fermentowane odpady przemieszczają się wewnątrz reaktorów przepływem tłokowym, w przeciwieństwie do systemów z technologią mokrą, gdzie wykorzystywane są reaktory z pełnym wymieszaniem.

KOORDYNATOR PROJEKTU

# FERMENTACJA SUCHA - PROJEKTY BIOREAKTORÓW



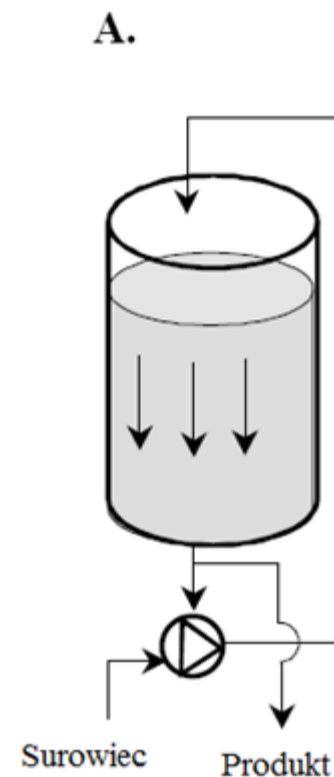
Typy reaktorów do suchej fermentacji odpadów:

**A-** rozwiązanie Dranco, **B-** system Kompogas, **C-** reaktor Valorga

KOORDYNATOR PROJEKTU

## FERMENTACJA SUCHA - rozwiązanie DRANCO

- ✓ W reaktorach Dranco odpady przemieszczane są tłokowo z góry w dół.
- ✓ Mieszanie odbywa się za pomocą recyrkulacji odpadów odebranych z dna reaktora, mieszania z surowymi odpadami (jedna część surowych odpadów na sześć części przefermentowanych odpadów), i zawracania na górę reaktora.
- ✓ Ta prosta konstrukcja okazała się skuteczna w przetwarzaniu różnorodnych odpadów organicznych w szerokim zakresie zawartości suchej masy we wsadzie, od 20 do 50%.



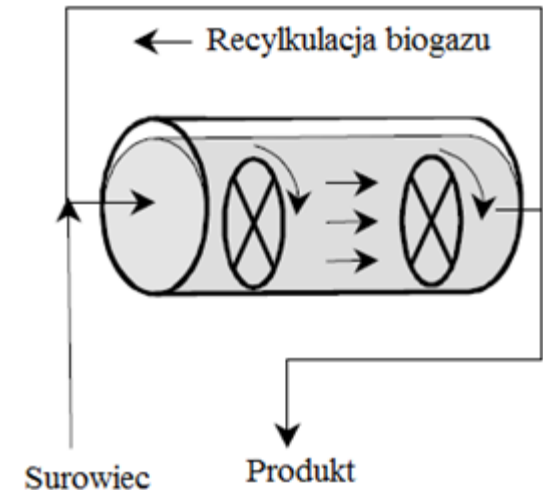
KOORDYNATOR PROJEKTU

✓ W procesie Kompogas zasada działania jest podobna, z tym, że przepływ tłokowy odbywa się poziomo w cylindrycznych reaktorach z mieszadłami usytuowanymi osiowo.

✓ Wolne mieszanie zawartości reaktora uśrednia jej skład, polepsza odgazowywanie i uniemożliwia odkładanie się cięższych składników na dnie.

✓ System ten wymaga starannego dostosowania zawartości substancji stałych > 23 % s.m. wewnątrz reaktora. Przy niższej wartości ciężkie cząstki, takie jak piasek i szkło mają tendencję do tonięcia i gromadzenia się na dnie reaktora, podczas gdy wyższe wartości s.m. mogłyby spowodować nadmierny opór dla przepływu.

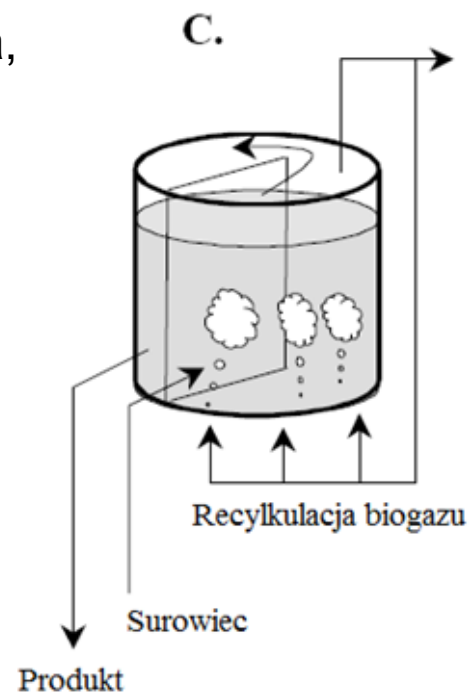
B.



KOORDYNATOR PROJEKTU



- ✓ System Valorga jest zupełnie inny. Reaktor jest pionowy, cylindryczny i przedzielony pionową ścianą o szerokości 2/3 średnicy. Mieszanie odbywa się za pomocą wtrysku biogazu pod wysokim ciśnieniem w dolnej części reaktora, co 15 minut poprzez sieć wtryskiwaczy.
- ✓ Ten oryginalny system mieszania nie wykorzystuje mechanicznych urządzeń, zapewniając dobre wymieszanie odpadów o małym uwodnieniu.
- ✓ Przefermentowane odpady opuszczające reaktor nie muszą być zawracane w celu rozcieńczenia surowych odpadów.



## FERMENTACJA MOKRA

Zalety	Wady
<ul style="list-style-type: none"> <li>• dobre usunięcie składników inertnych i ciężkich zanieczyszczeń w fazie przygotowania surowca</li> <li>• konwencjonalne metody transportu i mieszania</li> <li>• korzystniejsza wymiana energii i substancji odżywczych między składnikami substratów</li> <li>• stabilna produkcja gazu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• większa pojemność reaktorów</li> <li>• duże zapotrzebowanie na wodę</li> <li>• duże zapotrzebowanie na energię</li> <li>• duże przepływy materii</li> <li>• ścieranie piaskiem elementów instalacji</li> <li>• wymagane dodatkowe procesy rozdziału fazy stałej i ciekłej</li> </ul>

## FERMENTACJA SUCHA

Zalety	Wady
<ul style="list-style-type: none"> <li>• mała objętość reaktora</li> <li>• małe przepływy substancji</li> <li>• prosta wstępna obróbka odpadów</li> <li>• mniejsze straty składników biodegradowalnych w obróbce wstępnej</li> <li>• małe zapotrzebowanie na wodę i ciepło</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• specjalne techniki transportu i mieszania</li> <li>• możliwość wystąpienia niepełnej fermentacji</li> <li>• zagrożenie spadku produkcji gazu przy zbyt wysokim jednostkowym obciążeniu reaktora</li> </ul>

KOORDYNATOR PROJEKTU

## USZLACHETNIANIE BIOGAZU

- ✓ Biogaz nasycony jest parą wodną i obok metanu ( $\text{CH}_4$ ) oraz dwutlenku węgla ( $\text{CO}_2$ ) zawiera m.in. także śladowe ilości siarkowodoru ( $\text{H}_2\text{S}$ ).
- ✓ Siarkowodór jest toksyczny i ma nieprzyjemny zapach zepsutych jaj.
- ✓ Poprzez połączenie siarkowodoru oraz zawartej w biogazie pary wodnej dochodzi do powstawania kwasu siarkowego. Kwasy działają negatywnie na stosowane do obróbki biogazu silniki jak i dołączone do nich elementy (instalacja gazownicza, instalacja odprowadzająca spaliny itd.).
- ✓ Z tego powodu w instalacjach biogazu przeprowadza się odsiarczanie i wysuszanie uzyskiwanego biogazu.
- ✓ W zależności od zawartych w biogazie domieszek innych substancji lub stosowanej technologii korzystania z biogazu (np. paliwo samochodowe) może okazać się konieczne przeprowadzenie dalej idącego jego uzdatniania.

✓ ODWADNIANIE I SUSZENIE BIOGAZU:

**-FILTRY GRUBOZIARNISTE-** w postaci filtrów żwirowych, które zatrzymują substancje stałe i część skondensowanej wody;

**-PRZEGRODY MIKROPOROWATE-** na których są zatrzymywane krople wody (siatki druciane)

**-CYKLONY-** w których krople wody są wydzielane z gazu pod działaniem siły odśrodkowej;

**-ŁAPACZE WILGOCI-** w których kondensacja i wydzielanie wody następuje w wyniku ekspansji biogazu;

**-SPUSTY WODNE-** zabudowywane na gazociągu.

## ✓USUWANIE DWUTLENKU WĘGLA:

- PŁUCZKA WODNA
- ADSORPCJA ZMIENNOCIŚNIENIOWA
- SEPARACJA MEMBRANOWA

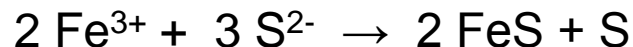
## ✓USUWANIE SIARKOWODORU:

- DAWKOWANIE CHLORKU ŻELAZA DO KOMORY FERMENTACYJNEJ
- DAWKOWANIE POWIETRZA (TLENU) DO SYSTEMU BIOGAZU
- ADSORPCJA NA ZŁOŻACH ZASADOWYCH TLENKÓW ŻELAZA
- ABSORPCJA W ROZTWORACH SUBSTANCJI CHEMICZNYCH WIĄŻĄCYCH SIARKOWODÓR
- ADSORPCJA NA WĘGLU AKTYWNYM
- ZŁOŻA BIOLOGICZNE

KOORDYNATOR PROJEKTU

## DAWKOWANIE CHLORKU ŻELAZA DO KOMORYFERMENTACYJNEJ

- ✓ Metoda polega na dawkowaniu roztworu soli żelaza do komory fermentacyjnej i związaniu siarkowodoru w nierozpuszczalne siarczki żelaza, zgodnie z reakcją:



- ✓ Metoda jest bardzo efektywna, zwłaszcza w przypadku dużych stężeń  $\text{H}_2\text{S}$  w biogazie. Pozwala obniżyć stężenia  $\text{H}_2\text{S}$  w gazie poniżej  $100 \text{ mg/m}^3$ .

### ZALETY:

- niskie koszty inwestycyjne i eksploatacyjne
- łatwe monitorowanie
- prosta obsługa

KOORDYNATOR PROJEKTU

### PŁUCZKA WODNA

- ✓ Płuczka wodna opiera się na zasadzie, że wraz ze wzrostem ciśnienia rozpuszczalność metanu i dwutlenku węgla wzrasta. Nie jest konieczne wstępne odsiarczanie.
- ✓ Biogaz jest kompresowany do ok. 10 barów i dostarczany do kolumny absorpcyjnej poprzez którą płynie od dołu do góry kolumny. W tej kolumnie woda przesącza się od góry do dołu spotykając się z przeciwbieżnym prądem gazu. Rozpuszczeniu ulegają przede wszystkim dwutlenek węgla i siarkowodór.

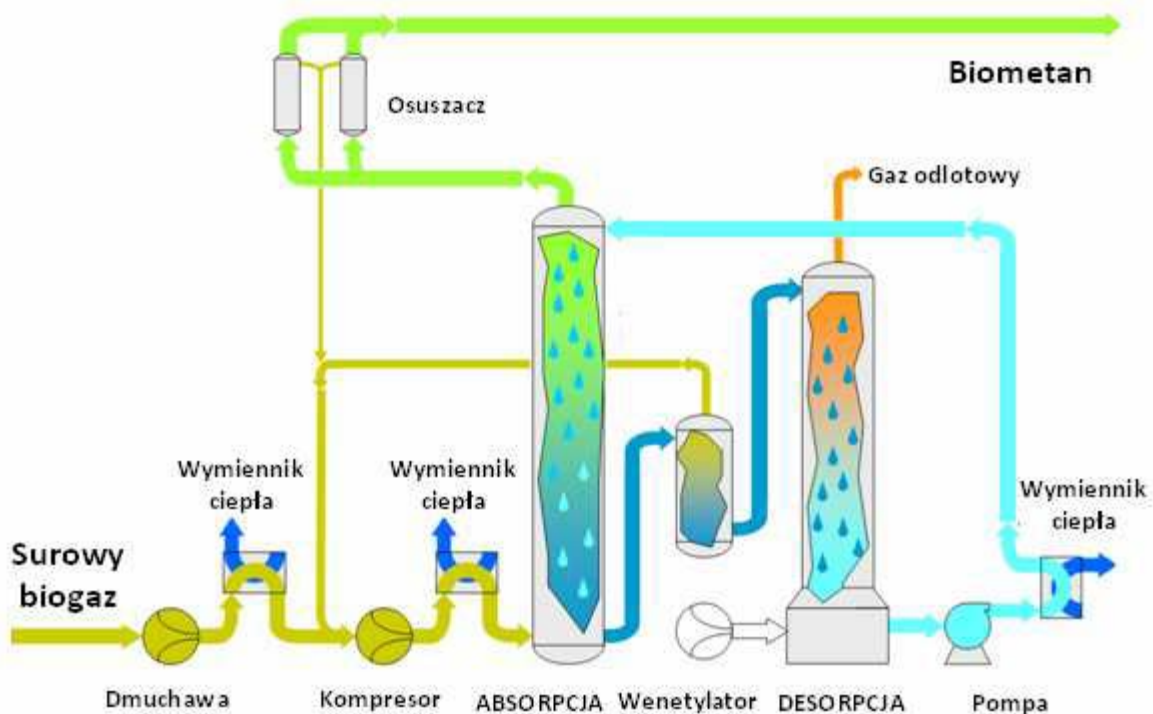
#### KOORDYNATOR PROJEKTU

## PŁUCZKA WODNA

- ✓ Substancje takie jak kwasy, pył czy mikroorganizmy również są rozpuszczane.
- ✓ Oczyszczony gaz, który opuszcza kolumnę zawiera do 98% metanu. Aby usunąć CO<sub>2</sub> ze strumienia gazu proces może być kilkukrotnie powtarzany.
- ✓ Część metanu jest recyrkulowana do początku procesu i dołącza do strumienia surowego biogazu, co obniża straty metanu.
- ✓ Większość H<sub>2</sub>S i CO<sub>2</sub>, które są rozpuszczane w wodzie, są uwalniane z niej przez obniżenie ciśnienia zachodzące w ostatnim etapie procesu w kolumnie desorpcyjnej.



## PŁUCZKA WODNA



Źródło: [http://p1533887.typo3server.info/fileadmin/v1/images/content/inhaltsbereich/02\\_artikelbilder/01\\_geschaeftsfelder/04\\_innovation\\_und\\_umwelt/05\\_i\\_und\\_u\\_nachrichten\\_2011/07\\_juli\\_2011/00\\_dow\\_nloads\\_internationales/02/Mroczkowski\\_Seffert\\_oczyszczanie\\_biometanu.pdf](http://p1533887.typo3server.info/fileadmin/v1/images/content/inhaltsbereich/02_artikelbilder/01_geschaeftsfelder/04_innovation_und_umwelt/05_i_und_u_nachrichten_2011/07_juli_2011/00_dow_nloads_internationales/02/Mroczkowski_Seffert_oczyszczanie_biometanu.pdf)  
[http://www.walesadcentre.org.uk/Controls/Document/Docs/Vasteras\\_comp\\_F.pdf](http://www.walesadcentre.org.uk/Controls/Document/Docs/Vasteras_comp_F.pdf)

KOORDYNATOR PROJEKTU



## ADSORPCJA ZMIENNOCIŚNIENIOWA

- ✓ Metoda ta opiera się na szybkich zmianach ciśnienia, które umożliwiają głównie adsorpcję CO<sub>2</sub> przez węgiel aktywny, co umożliwia osiągnięcie jakości gazu finalnego odpowiadającej jakości gazu ziemnego.
- ✓ Przed tym procesem biogaz musi być wstępnie odsiarczony metodą biologiczną i osuszony.
- ✓ Następnie w kolumnach adsorpcyjnych zachodzą 4 fazy procesu, podczas gdy jednej kolumnie odbywa się adsorpcja CO<sub>2</sub> w innej odbywa się proces regeneracji węgla aktywnego.
- ✓ W zależności od jakości gazu jaką chcemy uzyskać te 4 fazy są powtarzane 2 albo 3 razy, aby osiągnąć zawartość metanu na poziomie 97%.

### KOORDYNATOR PROJEKTU

Centrum Badań i Innowacji  
PRO-AKADEMIA



**Źródło:**  
KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

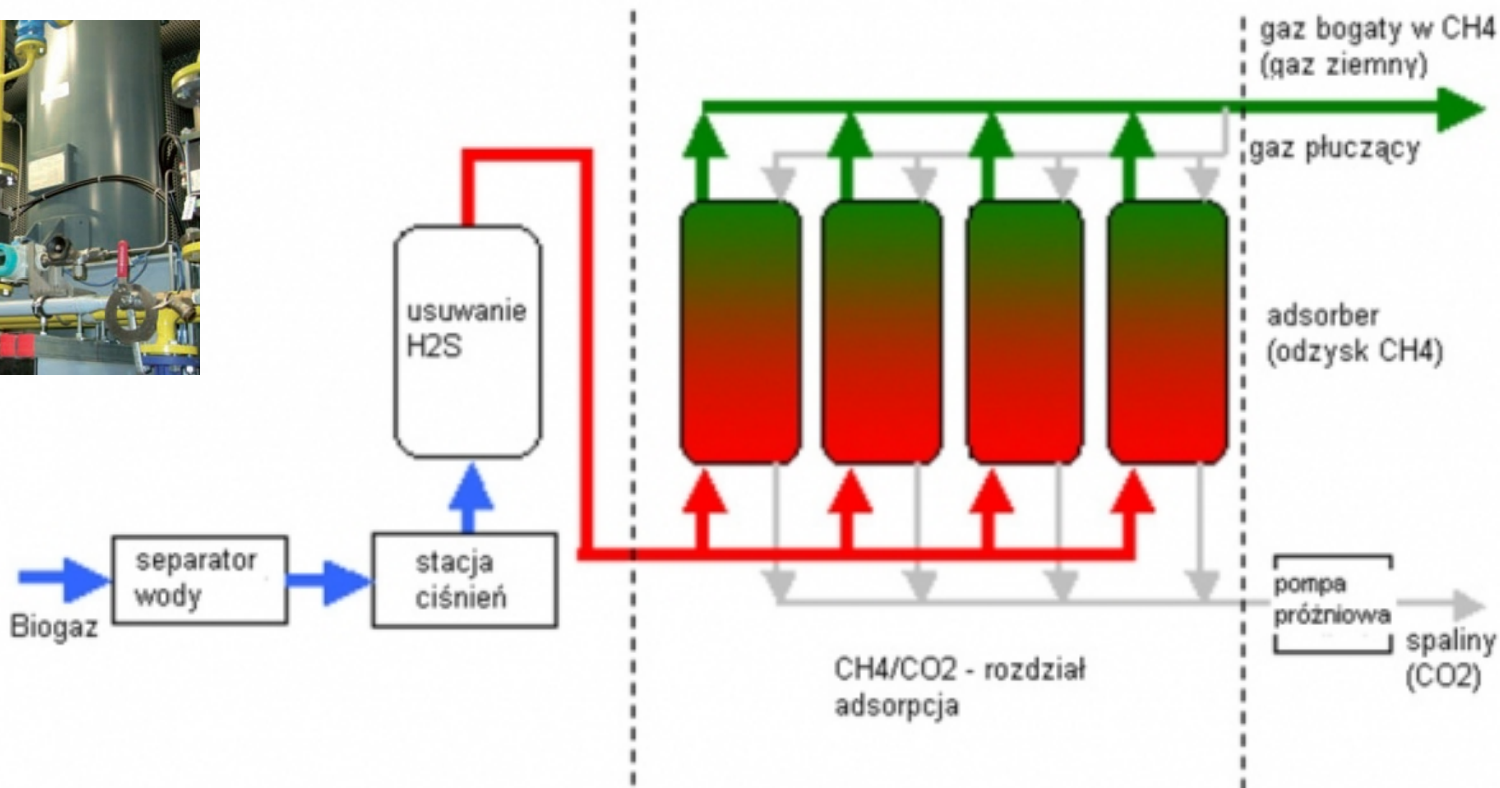


Kódzkie

UNIA EUROPEJSKA  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## ADSORPCJA ZMIENNOCIŚNIENIOWA



Źródło: <http://e-czytelnia.abry>

[http://www.iea-biogas.net/\\_download/publi-task37/upgrading\\_rz\\_low\\_final.pdf](http://www.iea-biogas.net/_download/publi-task37/upgrading_rz_low_final.pdf)

KOORDYNATOR PROJEKTU

## SEPARACJA MEMBRANOWA

- ✓ Suche membrany do oczyszczania biogazu są wykonane w materiałach, które są przepuszczalne dla dwutlenku węgla, wody i amoniaku. Zazwyczaj membrany są w formie połączonych ze sobą włókien kanalikowych wykonanych z różnych polimerów.
- ✓ Proces jest często odbywa się w dwóch etapach. Przed tym jak gaz dociera do włókien, przechodzi on przez filtr, który zatrzymuje wodę, kropelki oleju i aerozole, które wpłynęłyby negatywnie na pracę membrany.
- ✓ Ponadto zanim gaz trafi na membranę, usuwany jest siarkowodor w procesie oczyszczania na węglu aktywnym.
- ✓ Ostatecznie uzyskuje się dwa różne strumienie: permeat (głównie CO<sub>2</sub>, woda i amoniak) oraz retentat (skoncentrowany CH<sub>4</sub>).

KOORDYNATOR PROJEKTU

Centrum Badań i Innowacji  
PRO-AKADEMIA



Źródło:  
**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



Źródło:

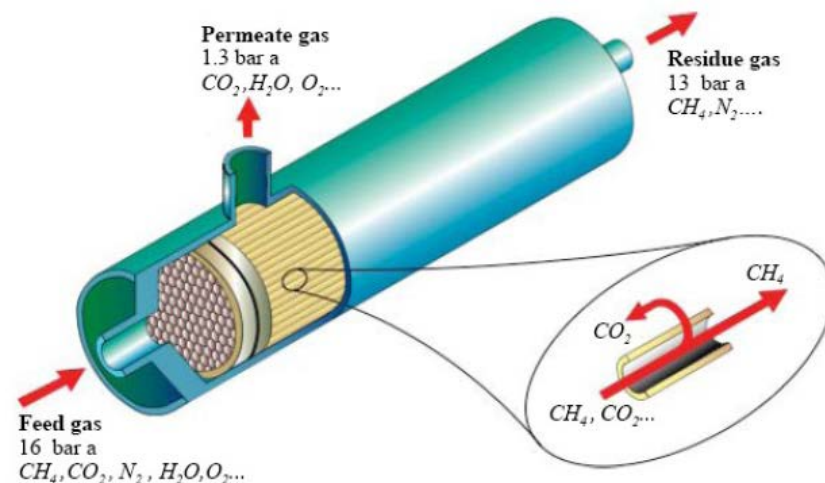
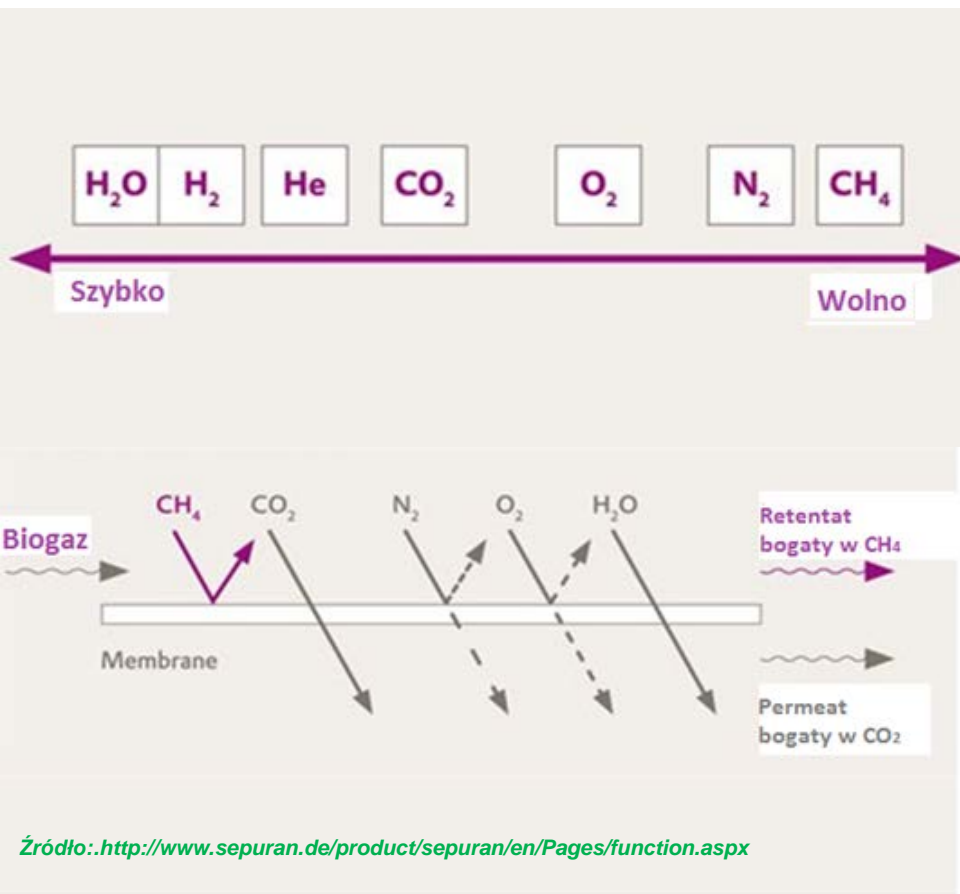
UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ SPOŁECZNY



PROJEKT WSPÓLFINANSOWANY ZE ŚRODKÓW UNII EUROPEJSKIEJ PRZEZ FUNDUSZ SPOŁECZNY

[https://153887.typo3server.info/ideadmin/v1/images/content/88785/Berich/02\\_artikel\\_bilder/01\\_geschaeftsfelder/04\\_innovation\\_und\\_umwelt/05\\_i\\_und\\_u\\_nachrichten\\_201/07\\_jahr\\_2011/00\\_downloads\\_international/02/Mroczkowski\\_Seminar\\_oczyszczanie](https://153887.typo3server.info/ideadmin/v1/images/content/88785/Berich/02_artikel_bilder/01_geschaeftsfelder/04_innovation_und_umwelt/05_i_und_u_nachrichten_201/07_jahr_2011/00_downloads_international/02/Mroczkowski_Seminar_oczyszczanie)

## SEPARACJA MEMBRANOWA



Źródło: *Medal™ membrane systems for Biogas/Landfill gas, Air Liquide*

KOORDYNATOR PROJEKTU

- ✓ Biogaz jest wytwarzany w nierównomiernych z tego powodu biogaz musi być tymczasowo magazynowany w stosownych zbiornikach.
- ✓ Zbiorniki magazynowe muszą być gazoszczelne, odporne na ciśnienie, media, promieniowanie UV, temperaturę i warunki pogodowe.
- ✓ Ze względów bezpieczeństwa zbiorniki magazynowe muszą być wyposażone w zabezpieczenia przez nadciśnieniem i spadkiem ciśnienia, aby zapobiegać niedopuszczalnie wysokim zmianom ciśnienia wewnętrznego w zbiorniku.
- ✓ Wyróżnia się nisko-, średnio- i wysokociśnieniowe zbiorniki magazynowe.

<http://www.sattler-ag.com/sattler-web/en/>.

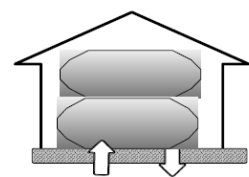
Zródło: Institut für Energetik und Umwelt gGmbH, Biogaz, Produkcja, Wykorzystywanie, <http://www.ie-leipzig.de>



KOORDYNATOR PROJEKTU

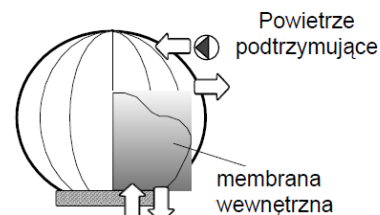
## Niskociśnieniowe zbiorniki magazynowe

- ✓ Najczęściej używanymi są zbiorniki niskociśnieniowe o zakresie nadciśnienia od 0,05 do 0,5 mbar.
- ✓ Zbiorniki niskociśnieniowe składają się z folii, które muszą sprostać wymaganiom bezpieczeństwa. Magazyny foliowe instaluje się na fermentorze jako zewnętrzne magazyny gazu albo jako kopuły gazowe.
- ✓ Zewnętrzne zbiorniki niskociśnieniowe mogą być wykonywane w formie poduszek foliowych. Te poduszki foliowe do ochrony przed warunkami pogodowymi lokuje się w odpowiednich budynkach albo przykrywa drugą powłoką foliową.



biogaz

magazyn z poduszką gazową



biogaz

magazyn dwumembranowy

KOORDYNATOR PROJEKTU

Zródło: *Institut für Energetik und Umwelt gGmbH, Biogaz,Produkcja, Wykorzystywanie, <http://www.ie-leipzig.de>*

## Niskociśnieniowe zbiorniki magazynowe

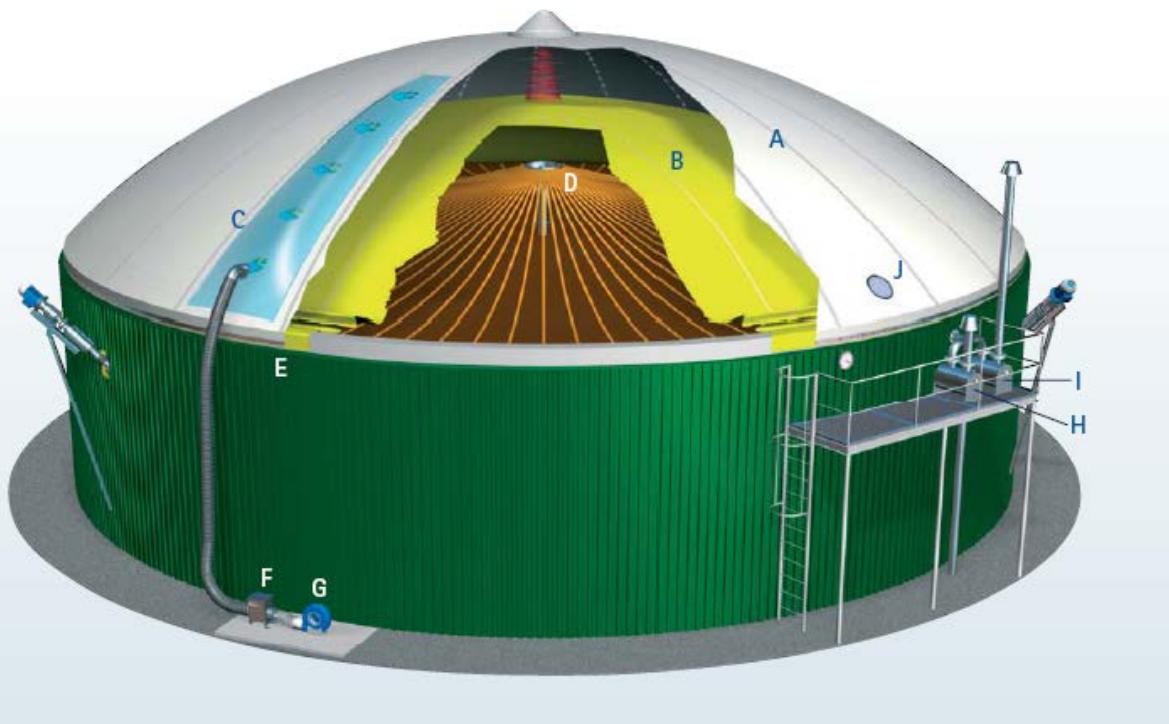
- ✓ Najczęściej używanymi są zbiorniki niskociśnieniowe o zakresie nadciśnienia od 0,05 do 0,5 mbar.
- ✓ Zbiorniki niskociśnieniowe składają się z folii, które muszą sprostać wymaganiom bezpieczeństwa. Magazyny foliowe instaluje się na fermentorze jako zewnętrzne magazyny gazu albo jako kopuły gazowe.

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

KOORDYNATOR PROJEKTU



## Niskociśnieniowe zbiorniki magazynowe



- 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- Zawód nadciśnienia,
- J- Okienko kontrolne

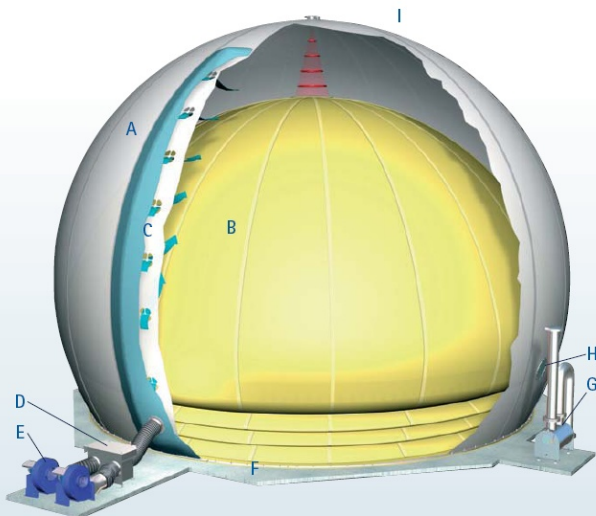


Zródło: <http://biogas-nord.com>. [Catalogue "Biogas storage tanks for each Plan Design" , <http://ceno-tec.de>.

KOORDYNATOR PROJEKTU

## Membranowe zbiorniki magazynowe

- ✓ 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 na właściwą powłokę magazynu gazu. Do przestrzeni pomiędzy dwoma kopułami wdmuchuje się powietrzne nośne. Dzięki takiemu rozwiązaniu kopuła zewnętrzna jest zawsze w stanie napiętym.



- 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



Zródło: <http://biogas-nord.com>. Catalogue "Biogas storage tanks for each Plan Design", <http://ceno-tec.de>.

KOORDYNATOR PROJEKTU

## Pochodnia awaryjna

- ✓ Na wypadek gdyby zbiorniki magazynowe gazu nie zdołały przyjąć dodatkowych ilości biogazu i/albo sam gaz nie mógłby zostać wykorzystany np. z powodu prac konserwacyjnych albo z powodu swojej ekstremalnie złej jakości, to wtedy taka nieużyteczna część biogazu musi zostać neutralnie zutylizowana – spalona w instalacji awaryjnej.
- ✓ W tym celu instaluje się pochodnię lub świecę awaryjną.



Zródło: *Institut für Energetik und Umwelt gGmbH, Biogaz, Produkcja, Wykorzystywanie*, <http://www.ie-leipzig.de>  
<http://www.pnec.org.pl/fio/page/gliwice.html>

KOORDYNATOR PROJEKTU

## Przykłady biogazowni



Skrzatusz



Konopnica



Boleszyn



Cieszowa

KOORDYNATOR PROJEKTU

## Biogazownia w Skrzatuszu k. Piły

Biogazownia o mocy nominalnej 526 kWe oraz 500 kWt.

**Substraty:** produkty uboczne uzyskane w produkcji spożywczej, kiszonka kukurydzy i traw, wywar gorzelniany i odpady poubojowe.



Silnik sprzężony z generatorem wytwarza energię elektryczną o napięciu 400 V.

KOORDYNATOR PROJEKTU

- ✓ Substraty potrzebne do produkcji biogazu gromadzone są w zasobniku i zbiornikach wstępnych.
- ✓ Odpady wymagające higienizacji trafiają do zbiornika w wydzielonej, zamkniętej stacji przyjęć, gdzie następuje ich rozdrobnienie i przetrzymanie w 70°C przez min. 1 h.
- ✓ Wszystkie kosubstraty są podawane w odpowiednich proporcjach pulsacyjnie do zamkniętego zbiornika mieszalnikowego, gdzie następuje wymieszanie i ujednoczenie wsadu oraz ostateczna homogenizacja za pomocą maceratora, przed przetłoczeniem do reaktorów.
- ✓ Dwa reaktory o łącznej pojemności 3795 m<sup>3</sup>.

„Elektrociepłownia biogazowa – pierwsza w Wielkopolsce”, Czysta Energia 5/2011



KOORDYNATOR PROJEKTU



## Biogazownia w Skrzatuszu k. Piły

- ✓ Biogaz powstający w komorach przed spalaniem w zespole kogeneracyjnym, produkującym energię elektryczną i ciepłą, jest oczyszczony z siarkowodoru oraz nadmiaru wilgoci.
- ✓ Pierwszy etap odsiarczania następuje już w komorze fermentacyjnej. Poprzez kontrolowane dozowanie powietrza atmosferycznego podnosi się ilość tlenu w biogazie do wartości wystarczających do wzrostu bakterii z grupy Thiobacillus, które utleniają siarkowodór w ~25% do siarczanów i w ~75% do siarki elementarnej.
- ✓ Technologia zastosowana w biogazowni Skrzatusz przewiduje drugi stopień odsiarczania – poprzez filtrację na sorbentach.
- ✓ Oczyszczony biogaz przetłaczany jest do modułu kogeneracyjnego silnika gazowego o zainstalowanej mocy elektrycznej 526 kWe.

„Elektrociepłownia biogazowa – pierwsza w Wielkopolsce”, Czysta Energia 5/2011

KOORDYNATOR PROJEKTU



## Biogazownia w Skrzatuszu k. Piły

- ✓ Energia cieplna z chłodzenia silnika pozwala uzyskać moc 300 kWt i jest wykorzystana do pokrycia potrzeb technologicznych produkcji biogazu, potrzeb grzewczych budynku technicznego i stacji przyjęć odpadów wymagających higienizacji, oraz do podgrzewania wody do produkcji pary technologicznej.
- ✓ Gorące spaliny z silnika kierowane są do odzyskowego kotła parowego o zainstalowanej mocy termicznej 205 kWt.
- ✓ Wyprodukowaną parę w ilości 300 kg/h wykorzystuje się na potrzeby technologiczne gorzelni, która jednocześnie dostarcza podstawowy substrat do procesu biologicznego.
- ✓ Przefermentowana ciecz, która pozostaje po procesie fermentacji beztlenowej, jest magazynowana w lagunie i wywożona jako „polepszacz gleby” o wysokich wartościach nawozowych na pola okolicznych rolników.

„Elektrociepłownia biogazowa – pierwsza w Wielkopolsce”, Czysta Energia 5/2011

KOORDYNATOR PROJEKTU



Biogazownia o mocy 1MW.

**Substraty:** Kiszonka, gnojowica, serwatka oraz obierki z ziemniaków, które przyjmują jako odpad poprodukcyjny do utylizacji z mleczarni i z fabryki chipsów i frytek.



Produkcja 28 MWh energii elektrycznej na dobę

<http://www.chronmyklimat.pl/biogazownia/dobre-praktyki>

## Biogazownia w Boleszynie



- ✓ Biogazownia w Boleszynie położona jest na uboczu wsi.
- ✓ Uzyskiwany gaz – metan spalany jest w dwóch jednostkach pogeneracyjnych-silnikach o mocy 500 kW. Są one chłodzone cieczą, co pozwala na uzyskanie energii cieplnej, która w postaci ciepłej wody dostarczana jest m.in. do budynków mieszkalnych w Bolesławcu.
- ✓ Sieć ciepła ma ok. 3 kilometrów długości.
- ✓ Dodatkowym przychodem biogazowni jest sprzedaż energii dla operatora w Płocku.

KOORDYNATOR PROJEKTU

## Biogazownia w Boleszynie



- ✓ W 2012r. do ciepłociągu z biogazowni podłączyło się 7 domów w Boleszynie, tamtejsza szkoła, świetlica wiejska, kościół i plebania.
- ✓ W 2013 r. ma podłączyć się kolejnych 15 domów, a wtedy biogazownia będzie ogrzewać już niemal całą wieś.
- ✓ To jednak nie wszystko, bo tamtejsze władze samorządowe chcą do niej podłączyć także gimnazjum z salą gimnastyczną i ośrodek zdrowia w sąsiedniej wsi Mroczo. Teraz te obiekty ogrzewane są olejem opałowym (w Mroczo również nie ma sieci gazowej), co pociąga za sobą ogromne koszty.

KOORDYNATOR PROJEKTU

## Biogazownia w Boleszynie



- ✓ Ta inwestycja, która pochłonęła 16 mln zł, ma zwrócić im się w zaledwie cztery lata. Instalacja pracuje niemal bez przerwy, wykorzystując całą swoją moc (1,2 MW).
- ✓ Produkuje 28 MWh energii elektrycznej na dobę, a to tyle prądu, ile zużywa dziennie kilka tysięcy gospodarstw domowych.
- ✓ Niebawem będzie jej produkować jeszcze więcej, bo w najbliższych miesiącach boleszyńska biogazownia zostanie rozbudowana. Jej moc wzrośnie z 1,2 MW do 2 MW.
- ✓ Ponadto w ramach rozbudowy biogazowni planowana jest budowa tzw. lagun, co pozwoli na zagospodarowanie większej ilości masy pofermentacyjnej.

KOORDYNATOR PROJEKTU

## Biogazownia w Konopnicy

- ✓ Biogazownia o mocy blisko 2 MW.
- ✓ Substratem dla biogazowni jest kiszonka z kukurydzy. Instalacja przetwarza 95 t kiszonki na dobę.
- ✓ Produkcja 16 800 MWh elektryczności i 17 024 MWh ciepła.



Oznacza to, że biogazownia może wyprodukować energię odpowiadającą średniemu zapotrzebowaniu miejscowości liczącej 7 tys. rodzin lub niezbędną by ogrzać 500 domów.

KOORDYNATOR PROJEKTU

## Biogazownia w Konopnicy



W skład instalacji wchodzi między innymi:

- ✓ hala przyjęć (powierzchnia blisko 900 m<sup>2</sup>) z systemem podawania substratu oraz zbiornikami wstępnymi,
- ✓ dwa fermentatory główne (3 300 m<sup>3</sup>),
- ✓ 2 zbiorniki fermentacji wtórnej (5 000 m<sup>3</sup>) wyposażone w podwójną membranę, stanowiącą zbiornik biogazu.
- ✓ Produkcję energii elektrycznej i ciepłej zapewnią dwa silniki GE Jenbacher.

KOORDYNATOR PROJEKTU

- ✓ W hali magazynowej składowany jest dobowy zapas kiszonki. Ładowarki napełniają kiszonką takie zbiorniki. Z nich, za pomocą podajników, substrat transportowany jest do zbiornika fermentacyjnego.
- ✓ Każdy zbiornik wyposażony jest w cztery mieszadła, w tym dwa z zaworami bezpieczeństwa.
- ✓ Zawór bezpieczeństwa wyposażony w pochodnię, która jest uruchamiana w przypadku nadmiaru gazu.
- ✓ Biogazownia w Konopnicy jest przyjazna środowisku. Tylko przy produkcji energii może ograniczyć emisję CO<sub>2</sub> o ok. 20 000 t w skali roku.



KOORDYNATOR PROJEKTU

## Biogazownia w Chodzieży



- ✓ Okręgowa Spółdzielnia Mleczarska w Czarnkowie w swoim zakładzie produkcyjnym w Chodzieży otworzyła pierwszą w kraju biogazownię, pozwalającą na ekologiczne pozbywanie się odpadów produkcyjnych. Inwestycji kosztowała 8 000 000 złotych.
- ✓ Substrat: pozostałości poprodukcyjne i ścieki
- ✓ Zakłady spółdzielni zużywają około 6 tys. m<sup>3</sup> gazu na dobę, z tego gazownia może dostarczyć prawie połowę - 3 tys. m<sup>3</sup>. Biogazownia dziennie może przerobić do 500 m<sup>3</sup> ścieków oraz dodatkowo do 100 m<sup>3</sup> kwaśnej serwatki.



KOORDYNATOR PROJEKTU



## Biogazownia w gminie Koszęcin (Śląskie)

- ✓ W gminie Koszęcin (Śląskie) stanęła jedna z pierwszych w Polsce biogazowni kontenerowych, zdolna do produkcji ok. 20 kW prądu na godzinę.
- ✓ Z uruchomieniem instalacji inwestor czeka na wejście w życie nowych zasad wsparcia odnawialnych źródeł energii.

*"Przy obecnych cenach tzw. zielonych certyfikatów uruchomienie mikrobiogazowni takiej jak nasza jest nieopłacalne. Czekamy na wejście w życie nowych regulacji zawartych w ustawie o OZE, zgodnie z którymi dla mikrobiogazowni do 40 kW zastosowany będzie system taryf stałych"* - powiedział pracownik firmy EkoInnowacje, która zrealizowała projekt na zlecenie prywatnego inwestora - rolnika z Cieszowej k. Koszęcina.



KOORDYNATOR PROJEKTU



## Biogazownia w gminie Koszęcin (Śląskie)

- ✓ Biogazownia składa się z trzech kontenerów do fermentacji (maksymalnie może ich być dziewięć) oraz kontenera technicznego, gdzie znajduje się m.in. sterownia oraz zbiornik na biogaz, służący do produkcji prądu i ciepła.
- ✓ Zgodnie z założeniami instalacja ma pracować ok. 8 tys. godzin w ciągu roku, dając na godzinę ok. 20 kW prądu i prawie dwukrotnie więcej ciepła. Rocznie zużyje ok. tysiąc ton biomasy - trawy, słomy, kiszzonek, odpadów zielonych oraz słomy zmieszanej z obornikiem. Fermentacja będzie odbywać się metodą suchą.
- ✓ Koszt sprowadzonego z Austrii urządzenia to ok. 330 tys. euro. Po doliczeniu kosztów związanych z transportem, projektem budowlanym, przygotowaniem terenu oraz przyłączeniem energetycznym daje to koszt - dla tej konkretnej instalacji - poniżej 1,5 mln zł.
- ✓ Szacuje się, że biogazownia będzie pracować co najmniej 15 lat. W razie potrzeby zwiększenia mocy może być rozbudowana o kolejne kontenery.

<http://lubliniec.naszemiasto.pl/artykul/1749127,w-cieszowej-stanela-nowoczesna-biogazownia-kontenerowa,id,t.html>

[http://energetyka.wnp.pl/slaskie-pierwsza-biogazownia-kontenerowa-czeka-na-nowe-przepisy-o-oze,189082\\_1\\_0\\_0.html](http://energetyka.wnp.pl/slaskie-pierwsza-biogazownia-kontenerowa-czeka-na-nowe-przepisy-o-oze,189082_1_0_0.html)

### KOORDYNATOR PROJEKTU

## Biogazownia w gminie Koszęcin (Śląskie)

- ✓ Jedną z zalet biogazowni kontenerowych jest krótki czas realizacji - inwestycję w Cieszowej zrealizowano od zera w ciągu siedmiu miesięcy.
- ✓ Ważna jest także możliwość rozbudowy lub zmniejszenia mocy, stabilność wytwarzania biogazu (w każdym z kontenerów fermentacja jest na innym etapie), a także możliwość przeniesienia biogazowni w zupełnie inne, odległe, miejsce, gdy np. będą kłopoty z zaopatrzeniem w biomasę albo właściciel zechce po prostu sprzedać instalację, jeśli np. zmieni profil swojej rolniczej działalności.
- ✓ Przedsięwzięcie ma być także instalacją pokazową dla innych potencjalnych chętnych na skorzystanie z takich rozwiązań.



KOORDYNATOR PROJEKTU

Centrum Badań i Innowacji  
PRO-AKADEMIA 

<http://lubliniec.naszemiasto.pl/artukul/1749127,w-cieszowej-stanela-nowoczesna-biogazownia-kontenerowa,id,t.html>  
[http://energetyka.wnp.pl/slaskie-pierwsza-biogazownia-kontenerowa-czeka-na-nowe-przepisy-o-oze,189082\\_1\\_0\\_0.html](http://energetyka.wnp.pl/slaskie-pierwsza-biogazownia-kontenerowa-czeka-na-nowe-przepisy-o-oze,189082_1_0_0.html)

 **KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

 **Łódzkie**

**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY 

**Dziękujemy za uwagę !**



mgr inż. Karina Michalska  
[kar.michalska@gmail.com](mailto:kar.michalska@gmail.com)

mgr inż. Anna Kacprzak  
[ann.kacprzak@gmail.com](mailto:ann.kacprzak@gmail.com)

KOORDYNATOR PROJEKTU