

Aspekty ekonomiczne i środowiskowe przekształcania odpadów w energię

mgr inż. Karina Michalska

mgr inż. Anna Kacprzak

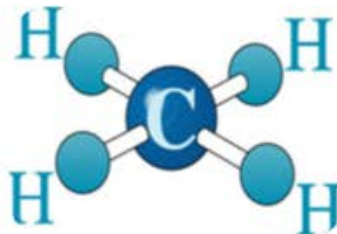
KOORDYNATOR PROJEKTU



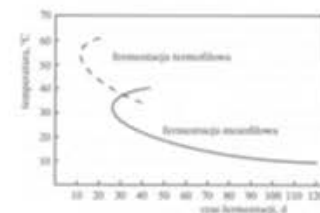
WPROWADZENIE



FERMENTACJA
METANOWA



BIOGAZ



WARUNKI
PROWADZENIA
PROCESU



PARAMETRY
PROCESU



KORZYŚCI Z
ZASTOSOWANIA
TECHNOLOGII
BIOGAZOWYCH



SUBSTRATY



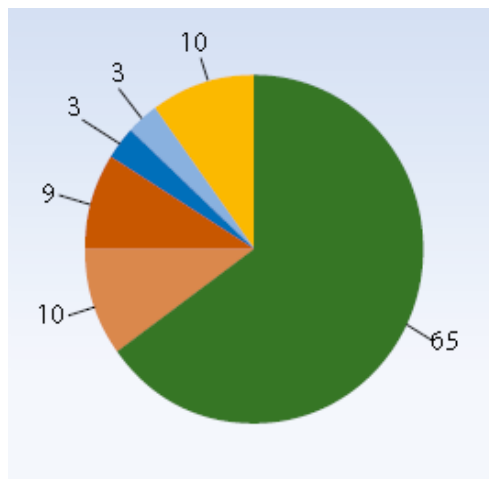
UWARUNKOWANIA
BUDOWY
INSTALACJI
BIOGAZOWEJ

KOORDYNATOR PROJEKTU

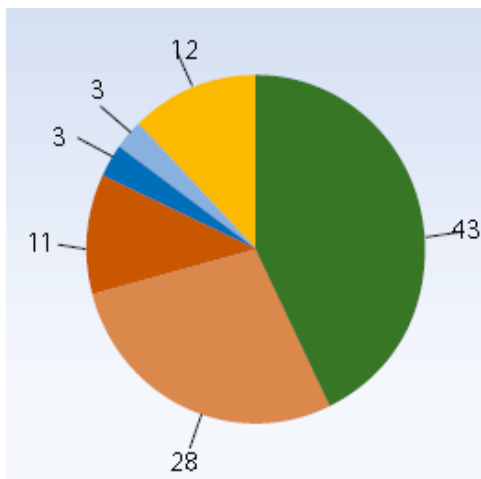
WPROWADZENIE

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

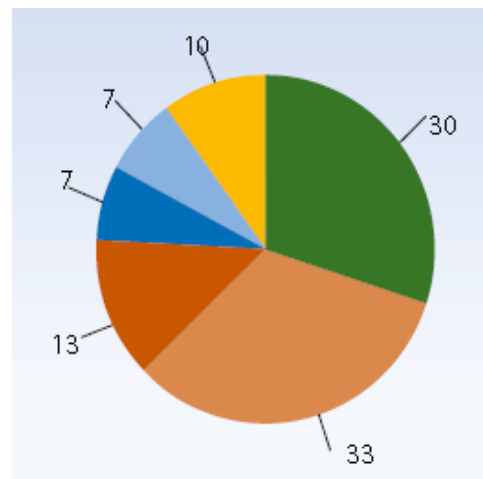
Kraje słabo rozwinięte





Kraje średnio rozwinięte



Kraje wysokorozwinięte




 Odpady organiczne/biomasa

 Papier i karton

 Plastik

 Metale

 Szkło

E. Kochańska, A. Kacprzak, K. Michalska, M. Staniszevska, M. Łysek, P. Grabowski, 2012. *Mikrotechnologie biogazowe jako innowacyjne narzędzie stymulowania rynku lokalnego. Perspektywy aplikacyjne w województwie łódzkim*. Łódź, 2012.

KOORDYNATOR PROJEKTU

- ✓ zwiększenie udziału energii ze źródeł innych niż kopalne w bilansie energetycznym państw członkowskich;
- ✓ zmniejszenie ilości odpadów ulegających biodegradacji wywożonych na składowiska;

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

E. Kochańska, A. Kacprzak, K. Michalska, M. Staniszevska, M. Łysek, P. Grabowski, 2012. *Mikrotechnologie biogazowe jako innowacyjne narzędzie stymulowania rynku lokalnego. Perspektywy aplikacyjne w województwie łódzkim*. Łódź, 2012.

KOORDYNATOR PROJEKTU

ZALETY BIOGAZOWNI „UTYLIZACYJNYCH”

- ✓ stały dostęp do niezbędnych, wybranych substratów;
- ✓ możliwość dodatkowego zysku w przypadku odbioru surowców od okolicznych producentów;
- ✓ racjonalizacja lokalnej gospodarki odpadami;
- ✓ budowa konkurencyjnych i ekologicznych lokalnych rynków paliw i energii.

KOORDYNATOR PROJEKTU

- ✓ Ustanowienie opłat za składowanie odpadów organicznych;

- ✓ Obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 4 października 2010 r., w sprawie wysokości stawek opłat za korzystanie ze środowiska na rok 2011 (M.P. z 2010 r. Nr 74, poz. 945) podaje jednostkowe stawki i opłaty za umieszczenie odpadów na składowisku, których może uniknąć wytwórca, wykorzystując odpady jako wsad do biogazowni:
 - odchody zwierzęce: 56,30zł/t.
 - odpadowa tkanka zwierzęca, zwierzęta padłe i ubite: 147,85 zł/t.
 - odpadowa masa roślinna: 107,85 zł/t.
 - odpady z przygotowania, przetwórstwa produktów i używek spożywczych oraz odpady pochodzenia roślinnego w tym m.in. odpady z owoców, warzyw, produktów zbożowych, olejów jadalnych, produkcji ekstraktów drożdżowych przygotowania i fermentacji melasy: 11,32-17,54 zł/t.
 - odpady z przemysłu piekarniczego i cukrowniczego: 17,54 zł/t.
 - odpady z przemysłu cukrowniczego: 11,32 zł/t.
 - odpady z przemysłu mleczarskiego: 17,54 zł/t.
 - odpady z produkcji napojów: 11,32-56,30 zł/t.

BIOGAZ W POLSCE

- ✓ Całkowita produkcja energii pierwotnej z biogazu w Polsce w 2009 r. wynosiła 188 TJ.
- ✓ W Polsce działa obecnie /stan na dzień 15.05.2012/ około 160 biogazowni.
- ✓ Całkowity potencjał / teoretyczny, techniczny, ekonomiczny / biogazu w Polsce na 2020 rok prognozują dokumenty:
 - „Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce w latach 2010-2020” . Potencjał teoretyczny oszacowano na 5mld m³ biogazu rocznie.
 - „Polityka energetyczna Polski do 2030 roku” , wg której zapotrzebowanie na energię finalną z biogazu w Polsce do 2020 r. określono sumarycznie dla energii elektrycznej i ciepła na 847,6 ktoe (35,5 PJ) .

E. Kochańska, A. Kacprzak, K. Michalska, M. Staniszevska, M. Lysek, P. Grabowski, 2012. *Mikrotechnologie biogazowe jako innowacyjne narzędzie stymulowania rynku lokalnego. Perspektywy aplikacyjne w województwie łódzkim*. Łódź, 2012.

KOORDYNATOR PROJEKTU

BIOGAZ W WOJEWÓDZTWIE ŁÓDZKIM

- ✓ 10 instalacji biogazowych o łącznej mocy 5,85 MW;
- ✓ 6 instalacji działających w oparciu o biogaz składowiskowy;
- ✓ 3 instalacje dla biogazu wytwarzanego w skojarzeniu z oczyszczaniem ścieków;
- ✓ pierwsza w województwie biogazownia rolnicza w Konopnicy o mocy 1,99 MW;
- ✓ brak choćby jednej mikrobiogazowni wykorzystującej odpady organiczne jako materiał wsadowy.

KOORDYNATOR PROJEKTU

Powiat	Przedsiębiorstwa rolno-spożywcze ogółem	Mleczarnie	Ubojnie	Chlewnie	Gorzelnie
Łódź	7	3	1		2
bełchatowski	2	3	2		1
brzeziński	1				1
kutnowski	1	1		1	
łaski	1	1			1
łęczycki		1			1
łowicki	1	2		1	
łódzki wschodni	4	2			1
opoczyński	1		1		
pabianicki	2	1	1		1
pajęczański	1	1	1		1
piotrkowski		2	6	1	2
poddębicki	1	1			
radomszczański	3	1	1		1
rawski	4	1	2		
sieradzki	3	2		1	1
skierniewicki					
tomaszowski	5		1		1
wieluński	1	2			
wieruszowski	1	1			4
zduńskowolski		1			
zgierski	3	1	5	1	1
RAZEM	42	28	21	5	18

Legenda:

- Mleczarnie
- Chlewnie
- Ubojnie
- Gorzelnie
- Zakłady przetwórstwa spożywczego

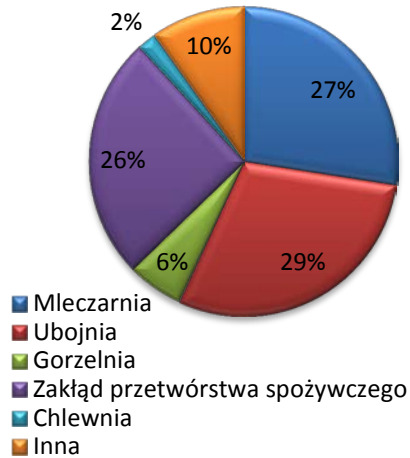


E. Kochańska, A. Kacprzak, K. Michalska, M. Staniszevska, M. Łysek, P. Grabowski, 2012. *Mikrotechnologie biogazowe jako innowacyjne narzędzie stymulowania rynku lokalnego. Perspektywy aplikacyjne w województwie łódzkim*. Łódź, 2012.

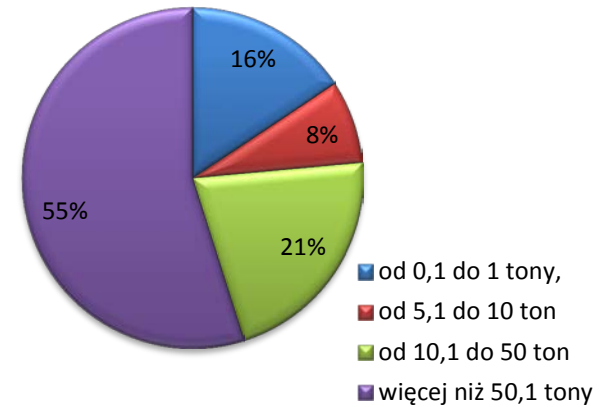
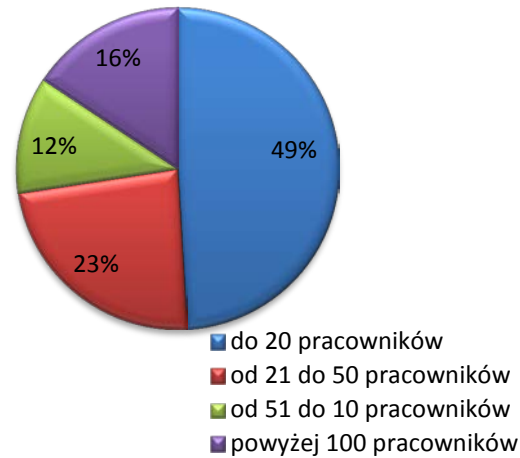
KOORDYNATOR PROJEKTU

Ilość generowanych odpadów

Profil gospodarczy badanych przedsiębiorstw



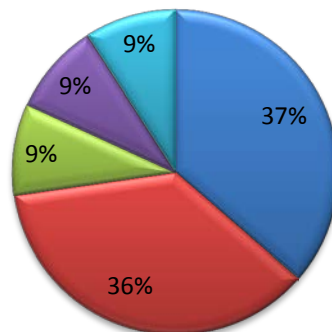
Struktura zatrudnienia w badanych przedsiębiorstwach



E. Kochańska, A. Kacprzak, K. Michalska, M. Staniszevska, M. Łysek, P. Grabowski, 2012. *Mikrotechnologie biogazowe jako innowacyjne narzędzie stymulowania rynku lokalnego. Perspektywy aplikacyjne w województwie łódzkim*. Łódź, 2012.

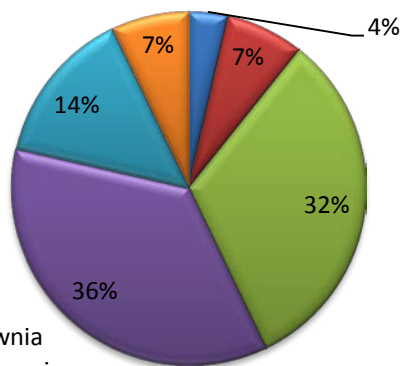
KOORDYNATOR PROJEKTU

Przedsiębiorstwa generujące od 10,1 do 50 t odpadów rocznie.



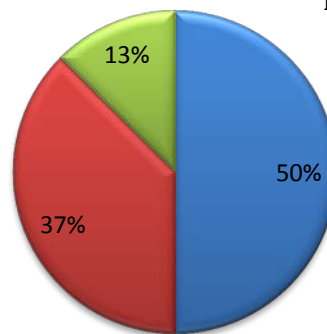
- Zakład przetwórstwa spożywczego
- Ubojnia
- Mleczarnia
- Oczyszczalnia ścieków mleczarskich
- Przetwórstwo mięsne

Przedsiębiorstwa generujące powyżej 50 t odpadów rocznie.



- Chlewnia
- Mleczarnia
- Zakład przetwórstwa spożywczego
- Gorzelnia
- Ubojnia
- Gospodarstwo rolne

Przedsiębiorstwa generujące od 0,1 do 1 t odpadów rocznie.



- Zakład przetwórstwa spożywczego
- Mleczarnia
- Ubojnia

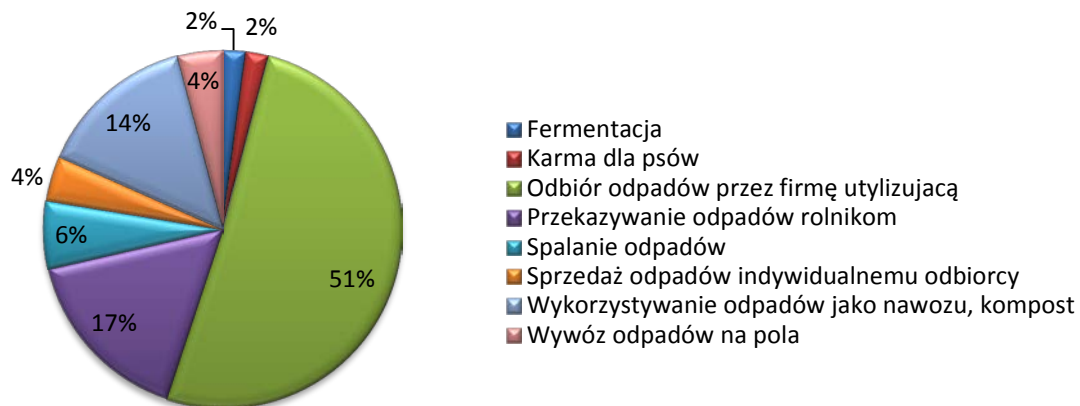
E. Kochańska, A. Kacprzak, K. Michalska, M. Staniszevska, M. Łysek, P. Grabowski, 2012. *Mikrotechnologie biogazowe jako innowacyjne narzędzie stymulowania rynku lokalnego. Perspektywy aplikacyjne w województwie łódzkim*. Łódź, 2012.

KOORDYNATOR PROJEKTU

Miesięczne koszty unieszkodliwiania odpadów w przedsiębiorstwach.



Sposoby unieszkodliwiania odpadów w przedsiębiorstwach.



E. Kochańska, A. Kacprzak, K. Michalska, M. Staniszevska, M. Łysek, P. Grabowski, 2012. *Mikrotechnologie biogazowe jako innowacyjne narzędzie stymulowania rynku lokalnego. Perspektywy aplikacyjne w województwie łódzkim*. Łódź, 2012.

KOORDYNATOR PROJEKTU

- ✓ producenci odpadów organicznych to w większości małe i średnie przedsiębiorstwa, generujące rocznie ponad 50 ton odpadów;
- ✓ unieszkodliwianie odpadów organicznych przysparza przedsiębiorcom dodatkowych kosztów;
- ✓ 65% ankietowanych firm uznaje oddawanie odpadów do biogazowni za korzystne;
- ✓ większość przedsiębiorstw zadeklarowała chęć współpracy na tym polu;
- ✓ dostrzegają one finansowe korzyści z własnej instalacji biogazowej.

Liczba respondentów – 51 przedsiębiorstw. W rzeczywistości w województwie łódzkim funkcjonują 1 603 przedsiębiorstwa rolno-spożywcze.

$55\% * 1\ 603 = 882$ przedsiębiorstwa wytwarzające ponad 50 ton odpadów rocznie, czyli w sumie ponad **44 100** ton odpadów w ciągu roku.

$8\% * 1\ 603 = 128$ przedsiębiorstw ponoszących miesięcznie ponad 5000 zł kosztów z tytułu unieszkodliwiania odpadów, czyli w sumie **7 680 000** zł rocznie.

Tymczasem już z **1t serwatki** można wyprodukować około $30\ m^3$ biogazu rocznie, czyli **0,16 MWh** energii rocznie.

8 na 14 ankietowanych przedsiębiorstw mleczarskich generuje rocznie ponad 50t odpadów, głównie serwatki, a więc $8 * 50t = 400\ t$ serwatki rocznie, czyli $11\ 868\ m^3$ biogazu rocznie, co odpowiada **65,30 MWh** energii rocznie.



Co to jest biogaz ?

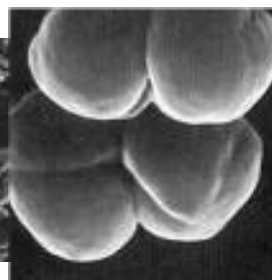
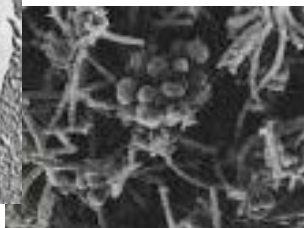
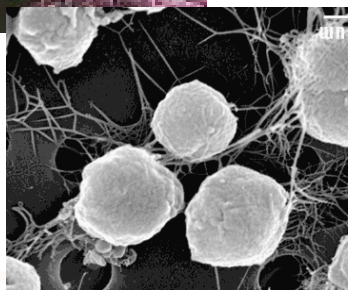
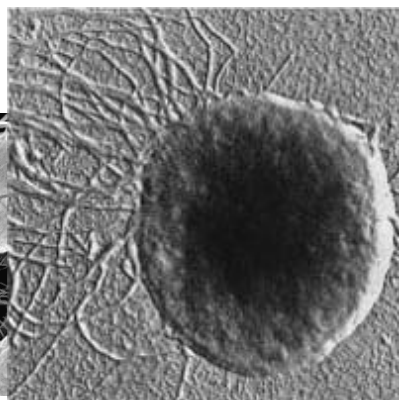
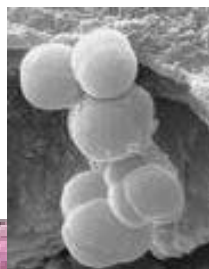
Jest to mieszanina składająca się głównie z metanu i dwutlenku węgla



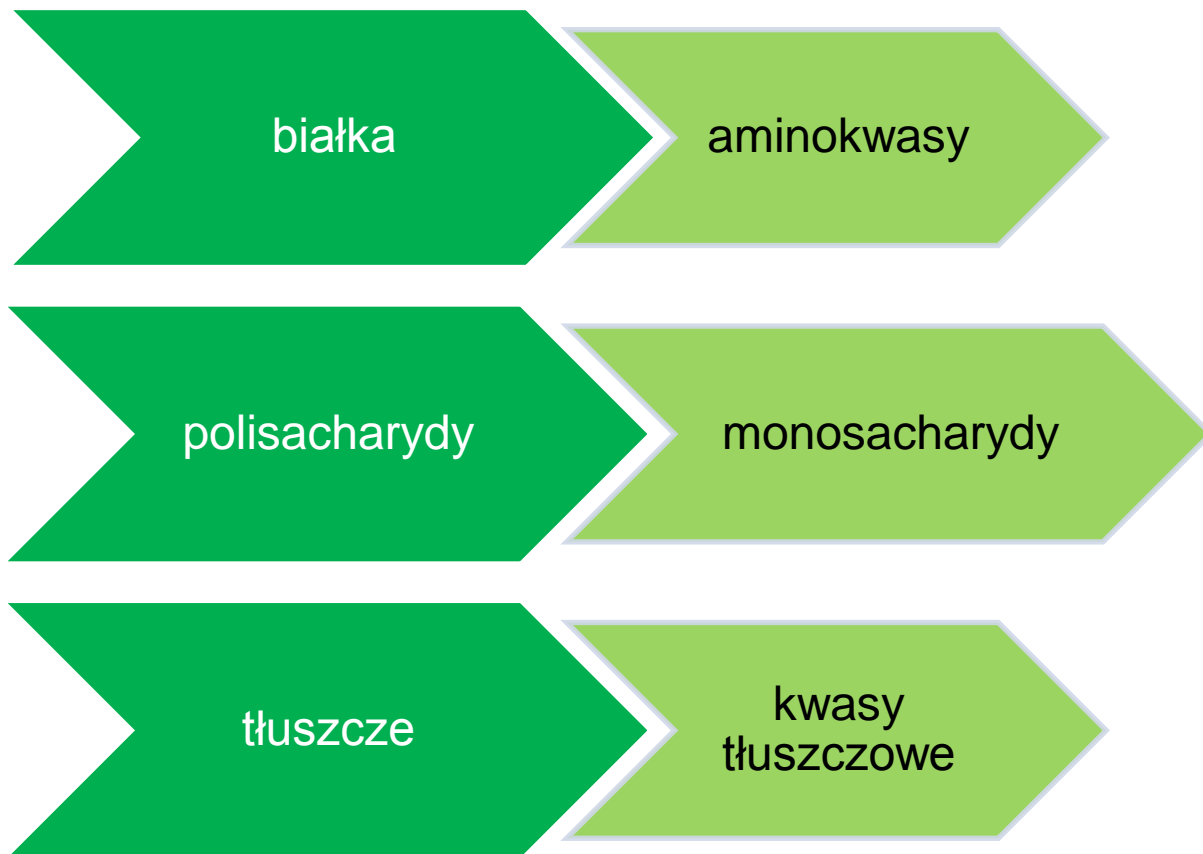
Biogaz powstaje w procesie beztlenowej degradacji odpadów organicznych, podczas której substancje organiczne rozkładane są przez mikroorganizmy do związków prostych.

KOORDYNATOR PROJEKTU

FERMENTACJA METANOWA = proces mikrobiologiczny polegający na rozkładzie substancji organicznych przez mikroorganizmy w warunkach beztlenowych z wydzieleniem metanu.

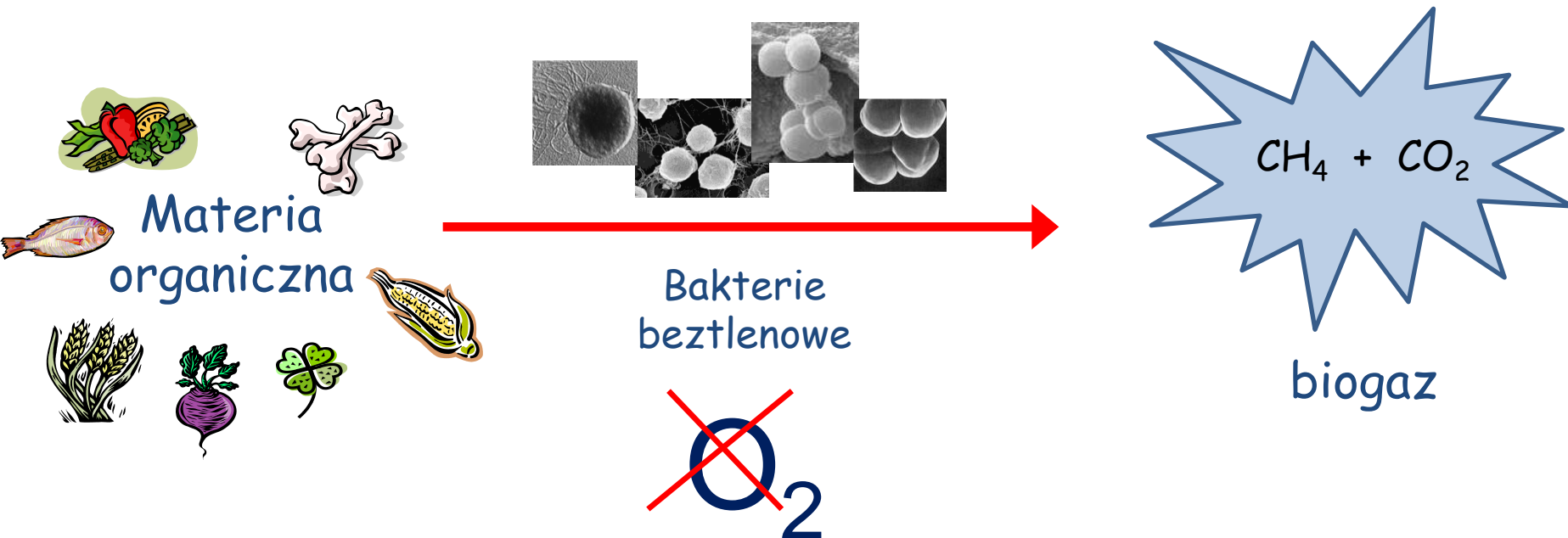


KOORDYNATOR PROJEKTU

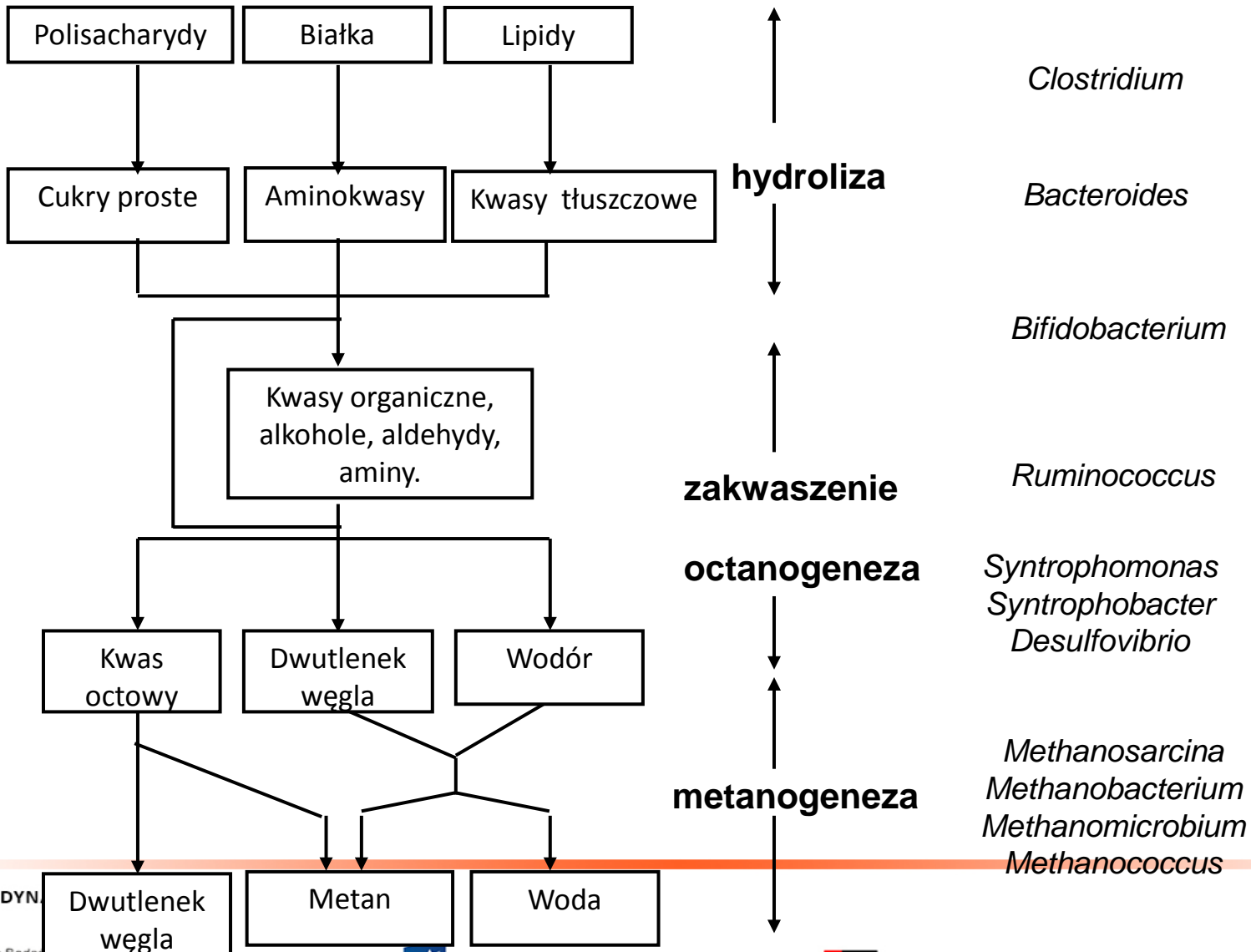


KOORDYNATOR PROJEKTU

Schemat blokowy procesu



KOORDYNATOR PROJEKTU



KOORDYN

Warunki prowadzenia procesu

- ✓ mikroorganizmy;
- ✓ temperatura;
- ✓ odczyn środowiska (pH);
- ✓ wymiar cząsteczek;
- ✓ substancje pokarmowe;
- ✓ Intensywność mieszania;
- ✓ wilgotność substratów
- ✓ skład chemiczny doprowadzonego substratu
- ✓ zawartość substancji toksycznych

KOORDYNATOR PROJEKTU

MIKROORGANIZMY

Kwasotwórcze

- *Bacillus*;
 - *Pseudomonas*;
 - *Clostridium*;
 - *Bifidobacterium*;
 - *Streptococcus*;
 - *Enterobacterium*;
 - *Aerobacter*;
 - *Alkaligenes*;
 - *Escherichia*;
 - *Lactobacillus*
- ...etc.

Octanowe

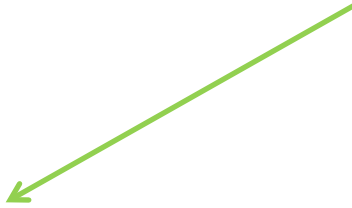
- *Syntrophomonas sp.*
- *Syntrophobacter sp.*

Metanogenne

- *Archaeobacteriales*;
 - *Methanosaeta*;
 - *Methanobacterium*;
 - *Methanospirillum*;
 - *Methanococcus*;
 - *Methanosarcina*
- ... etc.

KOORDYNATOR PROJEKTU

MIKROORGANIZMY



Kwasotwórcze

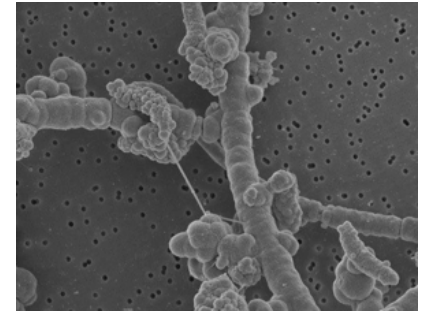
- ✓ Bakterie hydrolizujące i kwasotwórcze są mikroorganizmami dwóch pierwszych faz fermentacji beztlenowej. Są one zarówno obligatoryjnymi jak i również fakultatywnymi beztlenowcami.
- ✓ Szybkość wzrostu tych bakterii waha się mniej więcej od ok. 5 godzin przy rozkładzie węglowodorów, do ok. 72 godzin podczas rozkładu tłuszczu.
- ✓ Bakterie fakultatywne podczas metabolizmu mogą zużywać tlen, który podczas dodawania substratu zostaje przypadkowo wprowadzono do systemu, dzięki temu stwarzają odpowiednie środowisko beztlenowcom.
- ✓ Warunki optymalne dla mikroorganizmów kwasotwórczych to: temperatura 30°C i pH bliskie 6.

KOORDYNATOR PROJEKTU

MIKROORGANIZMY



Octanowe

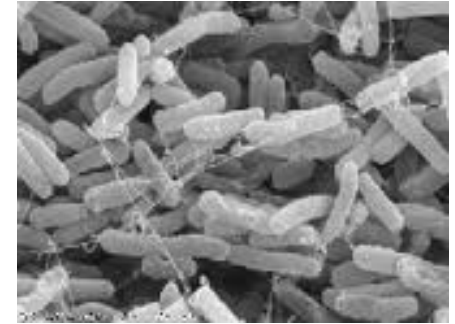


- ✓ Bakterie octanowe (*Syntrophomonas* sp. i *Syntrophobacter* sp.) przetwarzają produkty fazy kwaśnej w octany i wodór, które mogą być wykorzystane przez bakterie metanogenne.
- ✓ Bakterie fazy octanogennej, podobnie jak bakterie fazy zakwaszania, charakteryzują się bardzo długim czasem generacji, np. czas wzrostu bakterii *Syntrophomonas wolfei* wykorzystujących kwas masłowy wynosi ok. 3 dni, a bakterii *Syntrophobacter wolinii*, wykorzystujących kwas propionowy, aż ok. 7 dni.
- ✓ Octanogeny są bardzo wrażliwe na zmiany środowiska i wymagają długich okresów dostosowania się do nowych warunków.

KOORDYNATOR PROJEKTU

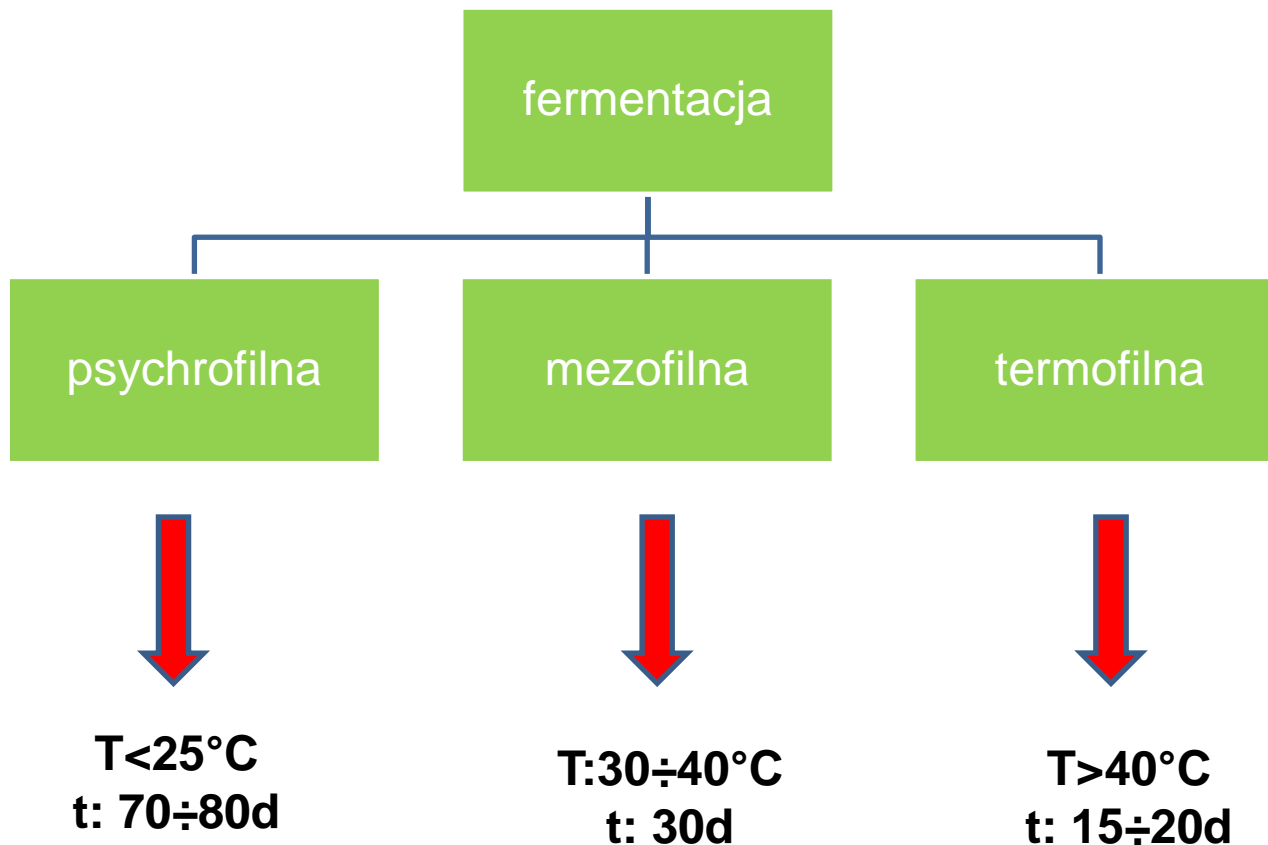
MIKROORGANIZMY

↓
Metanogenne

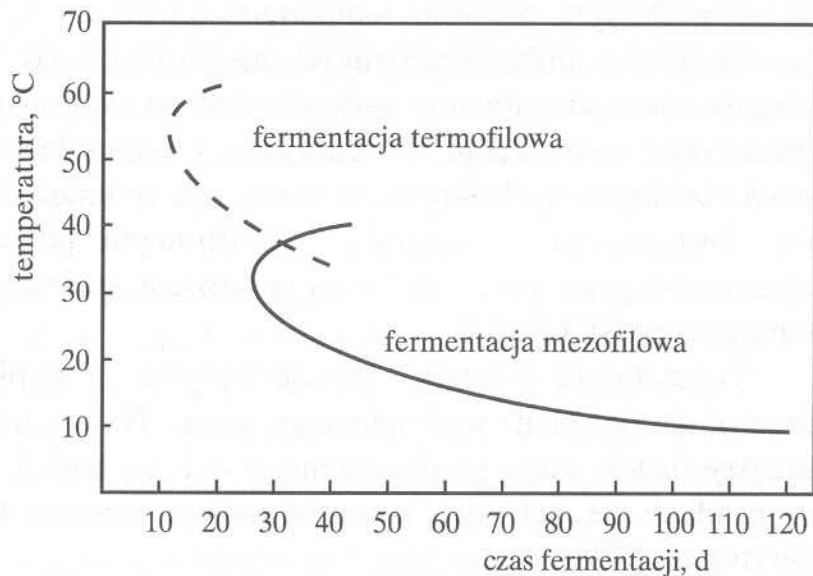


- ✓ Bakterie metanogenne należą do bezwzględnych beztlenowców. W przypadku pojawienia się tlenu (już w ilości 0,01 mg/dm³) metanobakterie są natychmiast inhibitowane, co prowadzi do wzrostu stężenia kwasów organicznych i obniżenia pH środowiska.
- ✓ Bakterie metanogenne są morfologicznie bardzo zróżnicowane, a zarazem wyspecjalizowane do przyswajania i przetwarzania określonych rodzajów substratów.
- ✓ Wyizolowano ponad 40 szczepów metanogenów.
- ✓ Czas generacji bakterii metanogennych mieści się w granicach 15-85 godzin. Bakterie metanogenne są bardzo wrażliwe na wahania temperatury i pH środowiska.

TEMPERATURA



KOORDYNATOR PROJEKTU

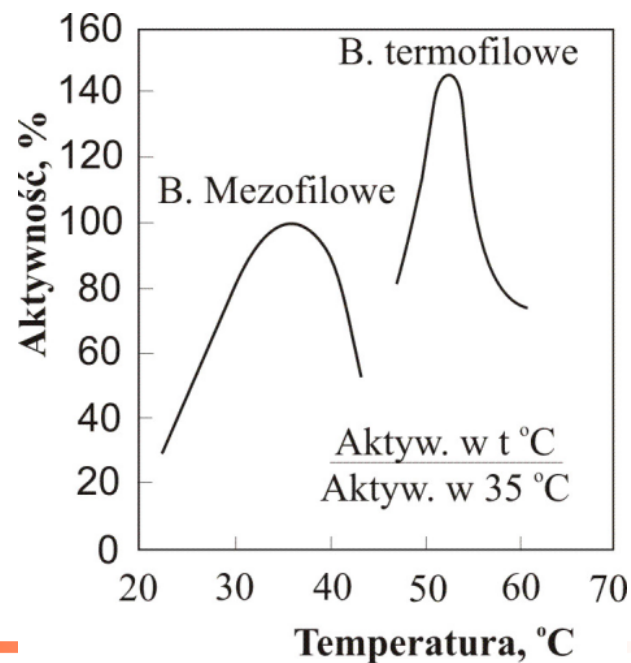


Dopuszczalne wahania temperatur w bioreaktorze:

- ✓ zakres psychrofilowy: $\pm 2^{\circ}\text{C}/\text{h}$
- ✓ zakres mezofilowy: $\pm 1^{\circ}\text{C}/\text{h}$
- ✓ zakres termofilowy: $\pm 0,5^{\circ}\text{C}/\text{h}$

Wysoka temperatura prowadzi do:

- ✓ wyższej zawartości CO_2 w biogazie;
- ✓ niższej zawartości CH_4 w biogazie;
- ✓ wyższej zawartości N_2 w biogazie.



KOORDYNATOR PROJEKTU

ODCZYN ŚRODOWISKA (pH)

pH wpływa na:

- ✓ rozpuszczalność związków;
- ✓ formy występowania związków;
- ✓ prawidłowy rozwój
- ✓ mikroorganizmów

W prawidłowo przebiegającym jednostopniowym procesie fermentacji odczyn pH cieczy nadosadowej powinien być **lekko zasadowy (7,0-7,5)**.

Optymalna produkcja biogazu występuje przy **pH od 7,0 do 7,2**.

Zadowolająca produkcja biogazu występuje w zakresach **pH od 6,6 do 7,0 i od 7,2 do 7,6**.

KOORDYNATOR PROJEKTU

ODCZYŃ ŚRODOWISKA (pH)

pH wpływa na:

- ✓ rozpuszczalność związków;
- ✓ formy występowania związków;
- ✓ prawidłowy rozwój
- ✓ mikroorganizmów

Podwyższenie pH:

- ✓ wapno palone;
- ✓ węglan wapnia;
- ✓ węglan sodu;
- ✓ soda kaustyczna;
- ✓ recykulacja filtratu z odwadniania osadu;
- ✓ unikanie akumulacji LKT.

KOORDYNATOR PROJEKTU

WYMIAR CZĄSTEK

- ✓ Zmniejszenie rozmiarów cząstek odpadów i zwiększenie ich powierzchni właściwej powoduje wzrost szybkości fazy hydrolizy.
- ✓ To z kolei pozytywnie wpływa na produkcję biogazu, zwłaszcza w przypadku fermentacji substratów o dużej zawartości materiałów włóknistych i małej podatności na biodegradację.
- ✓ Wzrost szybkości produkcji biogazu prowadzi do skrócenia czasu procesu fermentacji.



KOORDYNATOR PROJEKTU

SUBSTANCJE POKARMOWE

związki węgla, azot, fosfor, siarka i pierwiastki śladowe

Stosunek C/N

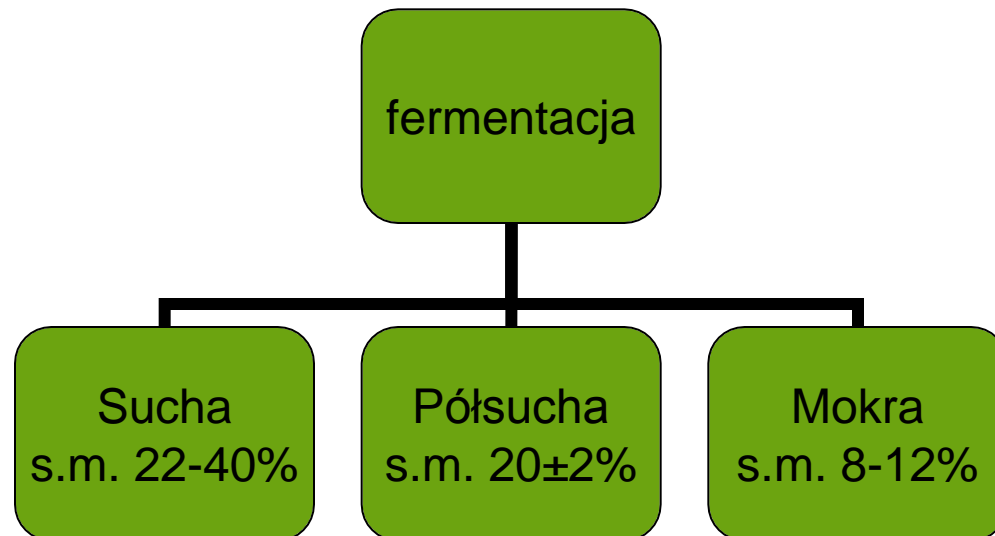
- ✓ W procesie fermentacji istotne jest zachowanie odpowiedniej proporcji pomiędzy zawartością węgla i azotu C/N. Jeśli relacja ta jest zbyt wysoka (za dużo C i mało N), może nie dojść do całkowitej przemiany węgla, przez co nie można uzyskać możliwego potencjału metanu.
- ✓ Przy nadmiarze azotu, może dojść do powstania amoniaku, który już w niewielkich stężeniach prowadzi do zahamowania wzrostu bakterii.
- ✓ Proces fermentacji przebiega prawidłowo, jeśli stosunek **C:N** mieści się w zakresie **10-30**

KOORDYNATOR PROJEKTU

WILGOTNOŚĆ SUBSTRATÓW

Zawartość wody wpływa na strukturę i właściwości biomasy oraz jest środowiskiem do transportu produktów przemiany materii. Ponadto ma istotny wpływ na rozwój mikroorganizmów.

Bakterie kwasowe szybciej namnażają się przy niższej wilgotności, natomiast metanogenne - przy wyższej.



KOORDYNATOR PROJEKTU

MIESZANIE



Mieszanie zawartości komór fermentacyjnych jest konieczne do utrzymania stabilnego przebiegu procesu fermentacji, ponieważ:

- ✓ zapewnia jednorodny przebieg procesów w całej objętości komory,
- ✓ utrzymuje w całej komorze jednakową temperaturę,
- ✓ pozwala utrzymać jednorodną konsystencję,
- ✓ pozwala na łatwiejsze odgazowanie i spadek stężenia rozpuszczonego dwutlenku węgla,
- ✓ przyspiesza procesy biologicznego rozkładu.

http://schmackbiogas.viessmann.com/etc/medialib/Internet_schmack/komponenten.Par_30915.Image.ImagesrCM_L_komponenten.jpg/komponenten.jpg

KOORDYNATOR PROJEKTU

MIESZANIE



Mieszanie niedokładne lub jego całkowity brak powoduje wystąpienie miejsc przegrzanych i niedogrzanych, co utrudnia utrzymanie optymalnych temperatur dla bakterii beztlenowych.

Intensywność mieszania jest zależna od temperatury procesu fermentacji (zasadniczo powinna być większa przy wyższej temperaturze procesu).

<http://schmackbiogas.viessmann.com/etc/medialib/internet-schmack/komponenten.Par.30915.Image.ImagesrcML.komponenten.jpg/komponenten.jpg>

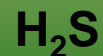
KOORDYNATOR PROJEKTU

BIOGAZ



Podobnie jak gaz ziemny, biogaz jest
palną mieszaniną gazów, której
głównym składnikiem jest

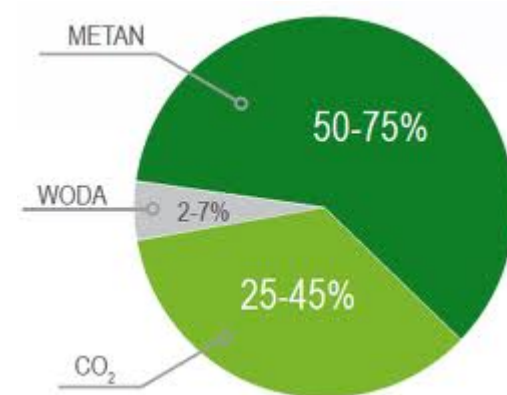
metan.



KOORDYNATOR PROJEKTU

Skład biogazu

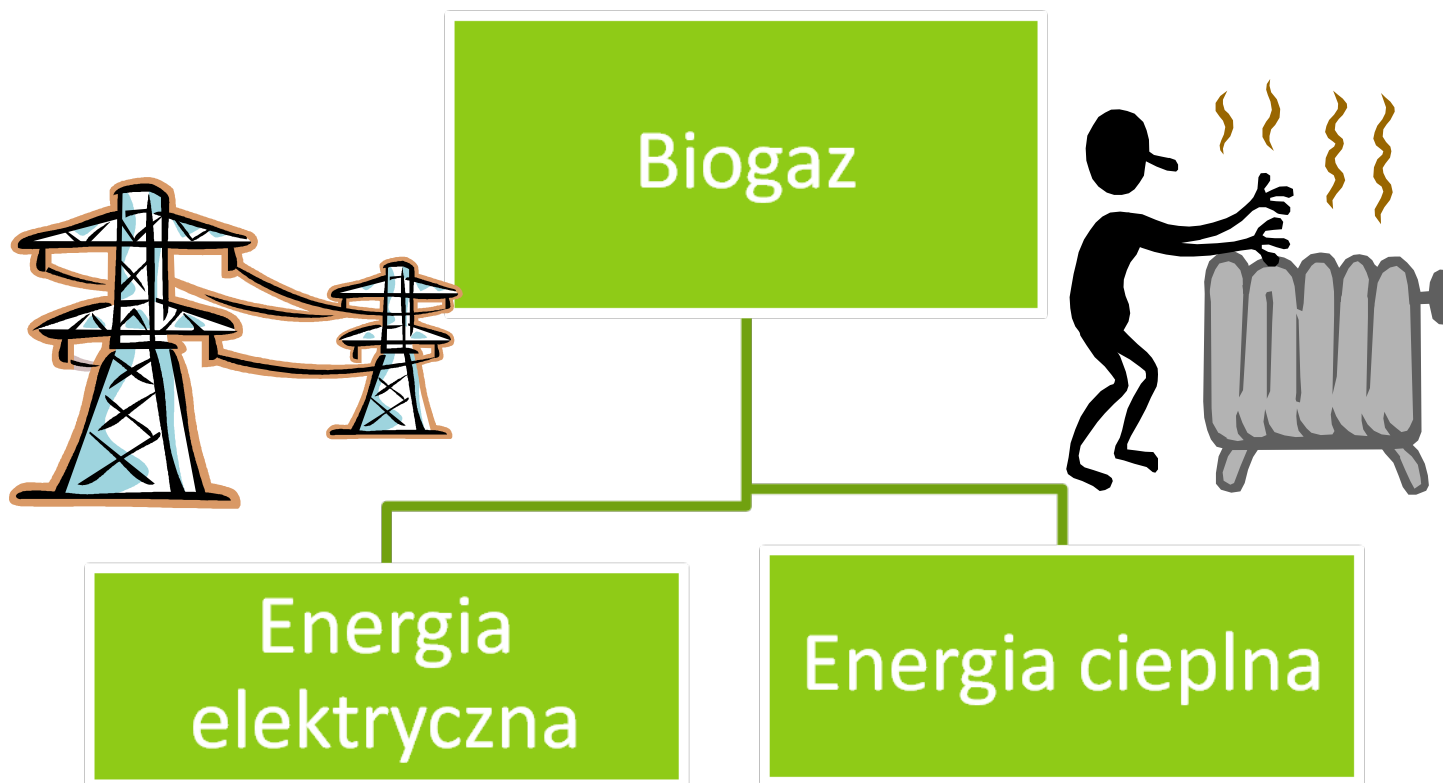
Składnik	Symbol	Zawartość [%]
Metan	CH ₄	40-70
Ditlenek węgla	CO ₂	30-60
Wodór	H ₂	1,0
Azot	N ₂	0,5
Tlenek węgla	CO	0,1
Tlen	O ₂	0,1
Siarkowodór	H ₂ S	0,1



KOORDYNATOR PROJEKTU

Rodzaj paliwa	Wartość opałowa	Przelicznik w stosunku do 1 m ³ biogazu o wartości opałowej 26 MJ/m ³
Biogaz	20-26 MJ/ m³	1 m³
Gaz ziemny	33,5 MJ/ m ³	0,77 m ³
Olej napędowy	41,9 MJ/l	0,62 m ³
Węgiel kamienny	23,4 MJ/kg	1,1 kg
Biopaliwo z rzepaku	36,5 MJ/kg	0,70 kg
Etanol	29,6 MJ/kg	0,85 kg
Drewno opałowe	13,3* MJ/kg	2 kg

KOORDYNATOR PROJEKTU



KOORDYNATOR PROJEKTU



biogaz

Paliwo
napędowe

Sieć gazowa

Substrat w procesach
technologicznych

KOORDYNATOR PROJEKTU

- ✓ Hydrauliczny czas zatrzymania $HRT = \frac{V_K}{V_D} [d]$

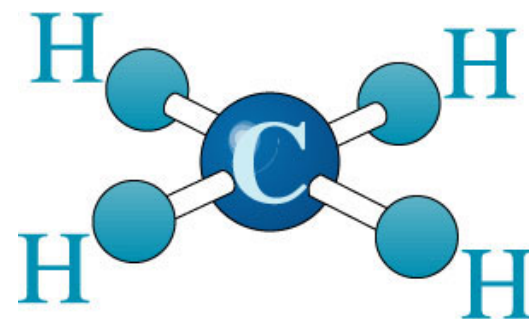
gdzie:
 V_K - robocza objętość komory [m^3]
 V_D - objętość dobowy dopływu (surowca) [m^3/d]
- ✓ Ładunek dobowy $\text{ŁD} = V_D \cdot C_D \left[\frac{kg}{d}\right]$

gdzie:
 C_D - stężenie ciał stałych w dopływie [$kg \text{ s.m. } /m^3$], [$kg \text{ s.m.o.}/m^3$], [$kg/ChZT/m^3$]
- ✓ Obciążenie objętości komory ładunkiem $OK\text{Ł} = \frac{V_D \cdot C_D}{V_K} = \frac{\text{ŁD}}{V_K}$
- ✓ Wydajność fermentacji $JPB = \frac{G}{\text{ŁD}} [m^3/kg \text{ s.m.o.}]$

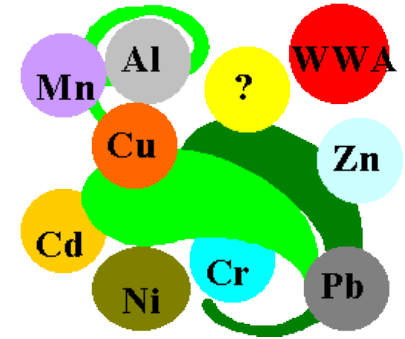
gdzie:
 G - dobowy produkcja biogazu [m^3/d]
- ✓ Zawartość metanu w biogazie

Zawartość metanu w biogazie

- ✓ Zawartość metanu w gazie jest dobrym wskaźnikiem stabilności procesu.
- ✓ Dla biofrakcji z odpadów komunalnych udział metanu w biogazie waha się w zakresie od 50 do 60 %
- ✓ Spadek zawartości metanu w gazie wskazuje na zakłócenie równowagi w układzie i mniejszą aktywność metanogenów
- ✓ Jest to parametr łatwo mierzalny i często wykorzystywany do sterowania pracą układu



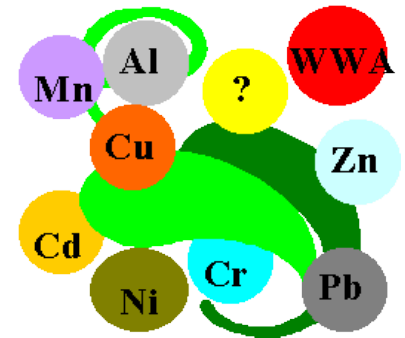
KOORDYNATOR PROJEKTU



SUBSTANCJE TOKSYCZNE

- ✓ Mikroorganizmy odpowiedzialne za przebieg procesu fermentacji są bardzo wrażliwe na substancje chemiczne, które mogą być dostarczone w surowcach poddawanych fermentacji lub mogą powstawać jako produkty pośrednie w procesie ich rozkładu. Substancje te nazywamy inhibitorami procesu.
- ✓ Efektem ich obecności może być wyraźne zmniejszenie dobowej produkcji gazu, w skrajnych zaś przypadkach nawet całkowite zahamowanie przemian.

KOORDYNATOR PROJEKTU



Tlen jest toksyczny dla metanogenów

Siarczany przy stężeniu $> 5 \text{ g/dm}^3$

Kationy metali przy stężeniu od $3,5 \text{ g/dm}^3$ do $5,5 \text{ g/dm}^3$.

Kwasy lotne stężenie $< 2000 \text{ mg CH}_3\text{COOH/dm}^3$

Amoniak $> 3.000 \text{ g/m}^3$ toksycznie wpływa na bakterie metanowe, a w przedziale $1.500\text{-}3.000 \text{ g/m}^3$ jest inhibitorem procesu.

Siarkowódór przy stężeniu wynoszącym 50 mg/l może zahamować proces

Podstawowe analizy substratu

Analiza wskaźników:

- ✓ sucha masa,
- ✓ sucha masa organiczna,
- ✓ ChZT,
- ✓ zawartość lotnych kwasów tłuszczowych,
- ✓ zawartość węgla, azotu,
- ✓ pH,
- ✓ temperatura,
- ✓ zasadowość,



KOORDYNATOR PROJEKTU

Sposoby szacowania ilości i jakości biogazu z poszczególnych substratów

1. Obliczenia na podstawie zawartości białek, tłuszczu i węglowodanów w substracie
2. Badania biogazodochodowości - Analiza BMP (Biochemical Methane Potential)
3. Badania symulacyjne w bioreaktorach laboratoryjnych



KOORDYNATOR PROJEKTU

Badanie biogazodochodowości

- ✓ Odważoną porcję odpadu wraz z osadem beztlenowym umieszcza się w szczelnie zamkniętym naczyniu fermentacyjnym o pojemności roboczej np. 500 ml.
- ✓ Następnie fermentory umieszcza się w łaźni wodnej o temperaturze 37°C.
- ✓ Powstający biogaz odprowadzany jest do cylindrycznego, wykalibrowanego kolektora gazu wypełnionego zakwaszoną wodą. Gromadzący się gaz wypiera wodę z kolektora do zbiornika przelewowego. Co 24h odczytuje się poziom gazu w kolektorze.
- ✓ Fermentację prowadzi się do momentu, w którym nie stwierdza się istotnych przyrostów objętości biogazu.
- ✓ Na początku i po zakończeniu fermentacji okresowej zawartość bioreaktora, analizuje się pod kątem: pH, suchej masy, suchej masy organicznej, ChZT i zawartości pierwiastków.

KOORDYNATOR PROJEKTU



Badania symulacyjne w bioreaktorach laboratoryjnych

- ✓ Mieszaninę substratów w odpowiednich proporcjach dodaje się raz dziennie do bioreaktora po uprzednim odebraniu takiej samej ilości biomasy z bioreaktora
- ✓ Ilość powstającego biogazu mierzona jest za pomocą przepływomierza podłączonego do komputera zbierającego wyniki.
- ✓ Raz dziennie biogaz jest analizowany za pomocą przenośnego analizatora gazu.
- ✓ Codziennie biomasa z bioreaktora analizowana jest pod kątem: pH, suchej masy, suchej masy organicznej, ChZT i zawartości pierwiastków.

KOORDYNATOR PROJEKTU

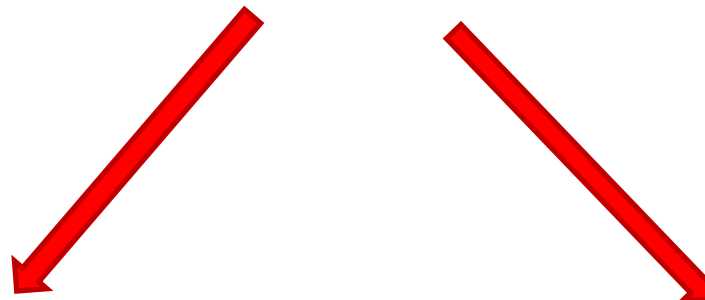


KORZYŚCI Z ZASTOSOWANIA TECHNOLOGII BIOGAZOWYCH



KOORDYNATOR PROJEKTU

KORZYŚCI

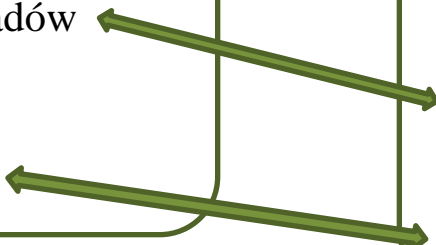


FINANSOWE

- ✓ zagospodarowanie odpadów poprodukcyjnych;
- ✓ zysk energetyczny;
- ✓ masa pofermentacyjna.

ŚRODOWISKOWE

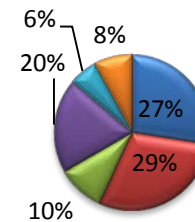
- ✓ redukcja emisji gazów cieplarnianych;
- ✓ redukcja ilości składowanych odpadów;
- ✓ redukcja emisji odorów;
- ✓ nawóz organiczny.



KOORDYNATOR PROJEKTU

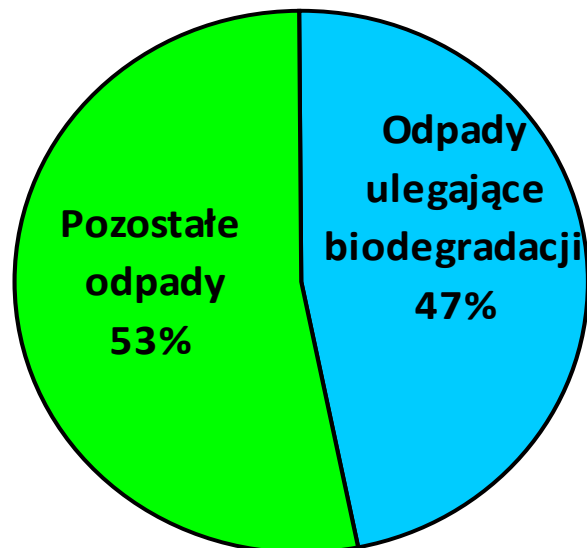
ZAGOSPODAROWANIE ODPADÓW POPRODUKCYJNYCH

- ✓ zwalnia przedsiębiorcę z obowiązku odpłatnego przekazywania własnych odpadów poprodukcyjnych wyspecjalizowanym firmom, zawodowo zajmującym się unieszkodliwianiem odpadów;
- ✓ **ZAWSZE** jest to pozycja „**zysk**” w bilansie przedsiębiorcy;
- ✓ zysk generowany na kilka sposobów:
 - brak opłat za unieszkodliwianie odpadów;
 - odbiór bez i /lub płatny odpadów poprodukcyjnych z ościennych przedsiębiorstw;
 - zaniechanie bezpłatnego oddawania własnych odpadów poprodukcyjnych na cele rolnicze ze względu na możliwość ich zagospodarowania „u źródła” z korzyścią energetyczną.



- Brak kosztów z tytułu utylizacji odpadów organicznych
- od 10 do 500 zł
- od 501 do 1 000 zł
- od 1 001 do 3 000 zł
- od 3 001 do 5 000 zł
- więcej niż 5 000 zł

REDUKCJA ILOŚCI SKŁADOWANYCH ODPADÓW



Dyrektywa Rady Europejskiej 99/31 z dnia 26 kwietnia 1999 roku w sprawie składowania odpadów:

2010 – składowane jedynie **75%**

2013 – składowane jedynie **50%**

2020 – składowane jedynie **35%**

odpadów biodegradowalnych w stosunku do masy tych odpadów wytworzonych w 1995 r.

KPGO, 2010 i Hokes, 1983

KOORDYNATOR PROJEKTU

ZYSK ENERGETYCZNY

Zyskiem energetycznym dla przedsiębiorcy posiadającego własną, przykładową mikroinstalację biogazową jest:

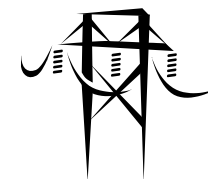
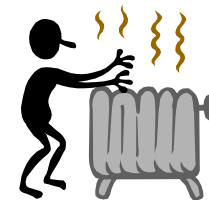
✓ pozyskiwanie czystej, odnawialnej energii na potrzeby własne przedsiębiorstwa – **samowystarczalność i niezależność energetyczna**,

ewentualnie dywersyfikacja dostaw energii;

✓ sprzedaż uzyskanej nadwyżki ciepła procesowego;

✓ sprzedaż nadwyżki wytworzonej energii elektrycznej;

✓ sprzedaż uzyskanych świadectw pochodzenia / zielone, żółte, fioletowe oraz brązowe certyfikaty /.



KOORDYNATOR PROJEKTU

MASA POFERMENTACYJNA



<http://zorg-biogas.com/biogas-plants?lang=en>

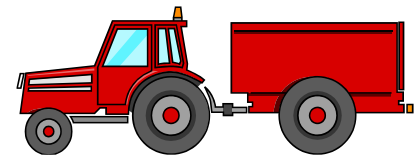
Zawarta w komorze fermentacyjnej materia organiczna nie ulega całkowitemu rozkładowi do biogazu. Pozostające osady pofermentacyjne mogą być wykorzystywane jako wysokiej jakości zamiennik dla powszechnie stosowanych nawozów mineralnych.

KOORDYNATOR PROJEKTU

Osad przefermentowany / poferment / jest znacznie lepszym nawozem, aniżeli np. gnojowica.

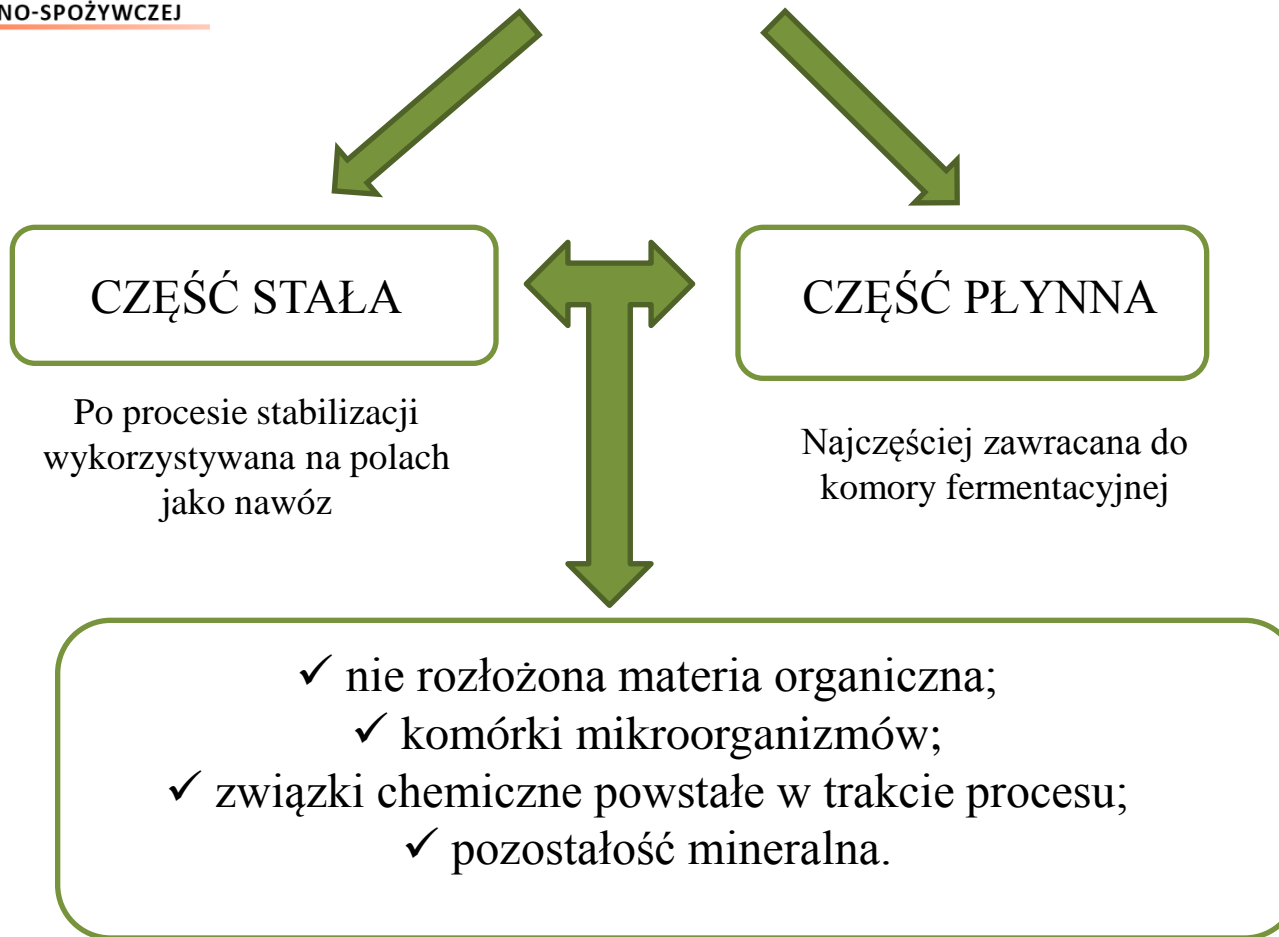
Cechy charakterystyczne pofermentu:

- ✓ płynna konsystencja;
- ✓ znaczna zawartość dobrze przyswajalnego przez rośliny azotu amonowego;
- ✓ brak nasion chwastów;
- ✓ stosunkowo niewielkie ryzyko występowania organizmów patogennych;
 - ✓ eliminacja uciążliwości zapachowej;
- ✓ niewielkie prawdopodobieństwo obecności środków ochrony roślin.



KOORDYNATOR PROJEKTU

POFERMENT



Zupančič G.D., Grile V., 2012. *Anaerobic Treatment and Biogas Production from Organic Waste*, Management of Organic Waste

KOORDYNATOR PROJEKTU

OPERACJE JEDNOSTKOWE OBRÓBKI KOŃCOWEJ FERMENTATU:

- ✓ odwadnianie;
- ✓ stabilizacja tlenowa / kompostowanie /;
- ✓ konfekcjonowanie.

Osad pofermentacyjny magazynowany jest zazwyczaj w różnego rodzaju zbiornikach zamkniętych lub otwartych, a po odwodnieniu wywożony i składowany na lagunach. Związane jest to ściśle z sezonową możliwością rozprowadzania nawozów na polach. Wielkość zbiornika bądź też laguny zależy od ilości substratów wprowadzanych do komory fermentacyjnej. Warunki rozprowadzania odpadów pofermentacyjnych w celu nawożenia określa bezpośrednio Rozporządzenie Ministra Środowiska oraz Ustawa o nawozach i nawożeniu.

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 16 kwietnia 2008 r. w sprawie szczegółowego sposobu stosowania nawozów oraz prowadzenia szkoleń z zakresu ich stosowania (Dz. U. Nr 80, poz. 479).

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 listopada 2007 r. w sprawie procesu odzysku R10 (Dz. U. Nr 228, poz. 1685).

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

KOORDYNATOR PROJEKTU

Przed zastosowaniem osadu pofermentacyjnego jako nawozu należy wykonać analizę jego składu chemicznego i badanie sanitarne oraz zbadać właściwości gleby, na której planuje się stosowanie osadu. Należy również określić dawkę nawozu.

Analiza składu chemicznego obejmuje:

- ✓ zawartość suchej masy;
- ✓ odczyn pH;
- ✓ zawartość substancji organicznej;
- ✓ zawartość fosforu i azotu ogółem;
- ✓ zawartość wapnia i magnezu;
- ✓ zawartość metali ciężkich.



Badanie sanitarne obejmuje: obecność bakterii chorobotwórczych oraz liczebność żywych jaj pasożytów jelitowych. Badania wykonuje się dla każdej partii przeznaczonych do wykorzystania w rolnictwie.

Przewodnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych. IEO, Warszawa, 2011.

KOORDYNATOR PROJEKTU

Stosowanie osadu pofermentacyjnego jako nawozu nie jest jedynym rozwiązaniem. Alternatywą może być produkcja brykietów opałowych lub kompostu z przefermentowanych osadów

TECHNOLOGIA	SYSTEM	WYKORZYSTANIE POFERMENTU
BORA	-	Rozprowadzany na rynku jako BORASKOMPOST
WABIO	mokry	Płynny, nie odwodniony fermentat wykorzystywany jako nawóz w rolnictwie
VALORGA	suchy	Paczkowany i wprowadzany na rynek jako nawóz pod winorośl
BTA	mokry	Wykorzystywany przyrodniczo po lub bez kompostowania
DRANCO	suchy	Rozprowadzany na rynku jako nawóz HUMOTEX
JYSK	mokry	Uwodniony fermentat wykorzystywany w rolnictwie
KOMPOGAS	suchy	Rozprowadzany jako kompost



<http://kolorowanki.joe.pl/malowanki-farmer-przerzuca-nawoz-widlami,ludzie-i-zawody>

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

KOORDYNATOR PROJEKTU

KORZYŚCI Z WYKORZYSTANIA PROCESU FERMENTACJI METANOWEJ DO PRODUKCJI NAWOZU

- ✓ wyeliminowanie z nawozu substancji rolniczo szkodliwych powodujących porażanie roślin oraz przykry efekt zapachowy;
- ✓ zwiększenie wartości nawozowych substancji i ich lepszą przyswajalność;
 - ✓ zapobieganie skażeniu wody gruntowej bakteriami;
- ✓ zapobieganie spływowi nawozu do wód gruntowych i ich eutrofizacji;
 - ✓ odzysk i wykorzystanie biogazu.

KOORDYNATOR PROJEKTU

- ✓ pozyskiwanie metanu na drodze fermentacji metanowej w instalacjach biogazowych oraz jego wykorzystanie do produkcji energii, pozwala na uniknięcie części emisji metanu i innych gazów cieplarnianych, pochodzącej z rozkładu odchodów zwierzęcych;
- ✓ spalanie biogazu stukrotnie obniża emisję dwutlenku siarki w porównaniu do spalania paliw kopalnych;
- ✓ spalanie biogazu prowadzi do trzykrotnej redukcji emisji tlenków azotu w porównaniu do spalania paliw kopalnych;

Przewodnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych. IEO, Warszawa, 2011.

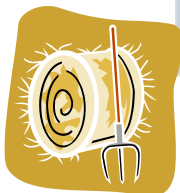
KOORDYNATOR PROJEKTU

POTENCJALNE SUBSTRATY W PRZEDSIĘBIORSTWIE DLA PROCESU FERMENTACJI METANOWEJ



Surowce odpadowe

- z hodowli zwierząt (gnojowica)
- z przetwórstwa żywności (ryb) i rzeźni,
- z zakładów gastronomicznych
- z zakładów przemysłu rolno-spożywczego (serwatka, owoce, warzywa)
- z produkcji rolnej (słoma, zboża, liście buraków, koniczyna, tęty ziemniaczane, kiszonki traw, kukurydzy)
- z gospodarstw domowych



Osady ściekowe



Uprawy roślin energetycznych

- wierzba
- miskant
- ślazier
- topinambur
- mozga



KOORDYNATOR PROJEKTU

WŁAŚCIWY DOBÓR SUBSTRATU DLA BIOGAZOWNI ZAPEWNIĄ:

- ✓ maksymalizację produkcji biogazu;
- ✓ stabilność procesu fermentacji metanowej;
- ✓ bezpieczeństwo dostaw substratów / ciągłości procesu;
- ✓ możliwość zagospodarowania pofermentu.

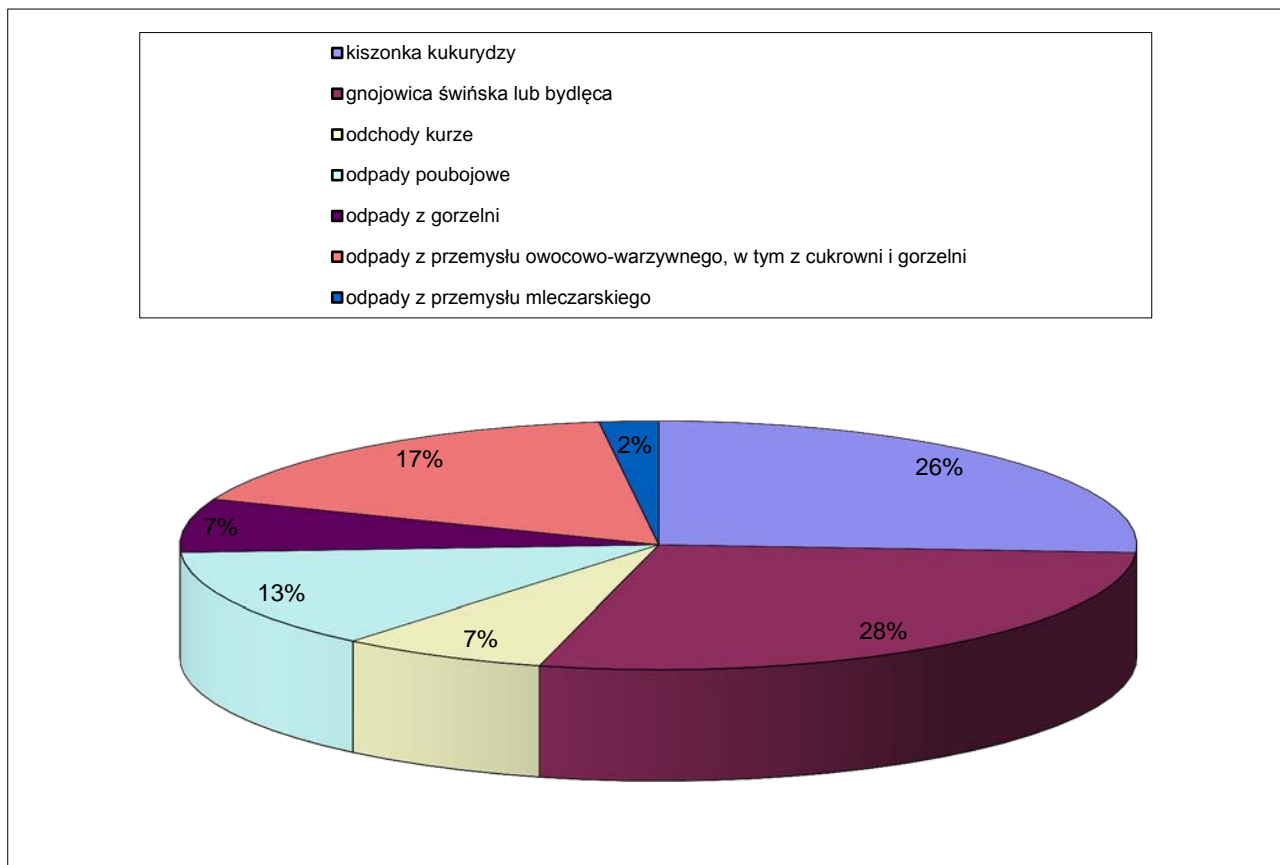
KOORDYNATOR PROJEKTU

ILOŚĆ I JAKOŚĆ DOSTĘPNYCH SUBSTRATÓW DETERMINUJE:

- ✓ wybór wyposażenia procesowo – technicznego instalacji;
- ✓ objętości zbiorników i rozmiary agregatów;
- ✓ plan techniki procesowej;
- ✓ dobór odpowiedniej technologii;
- ✓ ewentualne, dodatkowe, stopnie technologiczne:
 - separację substancji obojętnych / niebezpiecznych;
 - wstępną obróbkę;
 - higienizację.

KOORDYNATOR PROJEKTU

PREFEROWANE SUBSTRATY



Przewodnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych. IEO, Warszawa, 2011.

KOORDYNATOR PROJEKTU

ODPADY GENEROWANE NA TERENIE PRZEDSIĘBIORSTWA

Odpady towarzyszące przemysłowi rolno - spożywczemu	Odpady z produkcji przemysłu rolno - spożywczego
Odchody zwierząt	Mleczarskie
Odpady z hodowli roślin	Piekarnicze
Ścinki trawy i odpady ogrodnicze	Mięsne
Pozostałości produktów żywnościowych / tzw. food waste /	Gorzelniane / browarnicze
Makulatura / tektura	Owocowo - warzywne
Ścieki komunalne	Ścieki poprocesowe

KOORDYNATOR PROJEKTU

Substraty	Ilość biogazu [m ³ biogazu/t substratu]
gnojowica bydłęca	25
gnojowica świńska	36
serwatka	55
krajanka buraczana	75
wysłodki browarniane	75
wywar gorzelniczy	80
odpady zielone	110
kiszonka kukurydzy	200
tłuszcz	800

Substraty	Energia
kiszonka kukurydzy	402 kWh/t
odpady warzywno-owocowe	122 kWh/t
kiszonki traw	256 kWh/t
osady/gnojowica	47 kWh/t

KOORDYNATOR PROJEKTU

Uzysk biogazu z różnych surowców z zakładów komunalnych

Rodzaj surowca	Ilość biogazu [dm ³ /kg s.m.o.]	Zawartość metanu [%]
Osady ściekowe	607	78
Odpady miejskie bez popiołu w tym:	355	66
- papier	259	63
- odpadki jarzyn	643	62
Odpadki z rzeźni:		
- treść jelit	524	74
- część wnętrzości	89	42
- krew bydłęca	159	51

KOORDYNATOR PROJEKTU

Uzysk biogazu z różnych surowców z zakładów przemysłowych

Rodzaj surowca	Ilość biogazu [dm ³ /kg s.m.o.]	Zawartość metanu [%]
ścieki z mleczarni	1025	75
serwatka	-	50
ścieki z drożdżowni	769	85
ścieki z papierni	-	60
odpady buraczane	423	75
wytłoczyny jabłczane	322	75
odpady z browarów (chmiel)	445	76

KOORDYNATOR PROJEKTU

Uzysk biogazu z różnych surowców z rolnictwa

Rodzaj surowca	Ilość biogazu [dm ³ /kg s.m.o.]	Zawartość metanu [%]
nawóz stajenny ze słomą	342	75
kał koński	430	76
kał bydłocy	315	80
nać kartoflana	606	75
liście buraków cukrowych	501	85
plewy pszenne	386	73
trzcina	314	79

KOORDYNATOR PROJEKTU

Charakterystyka odchodów zwierzęcych

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

KOORDYNATOR PROJEKTU

Charakterystyka odpadów poubojowych

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

KOORDYNATOR PROJEKTU

Charakterystyka odpadów gorzelnianych

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

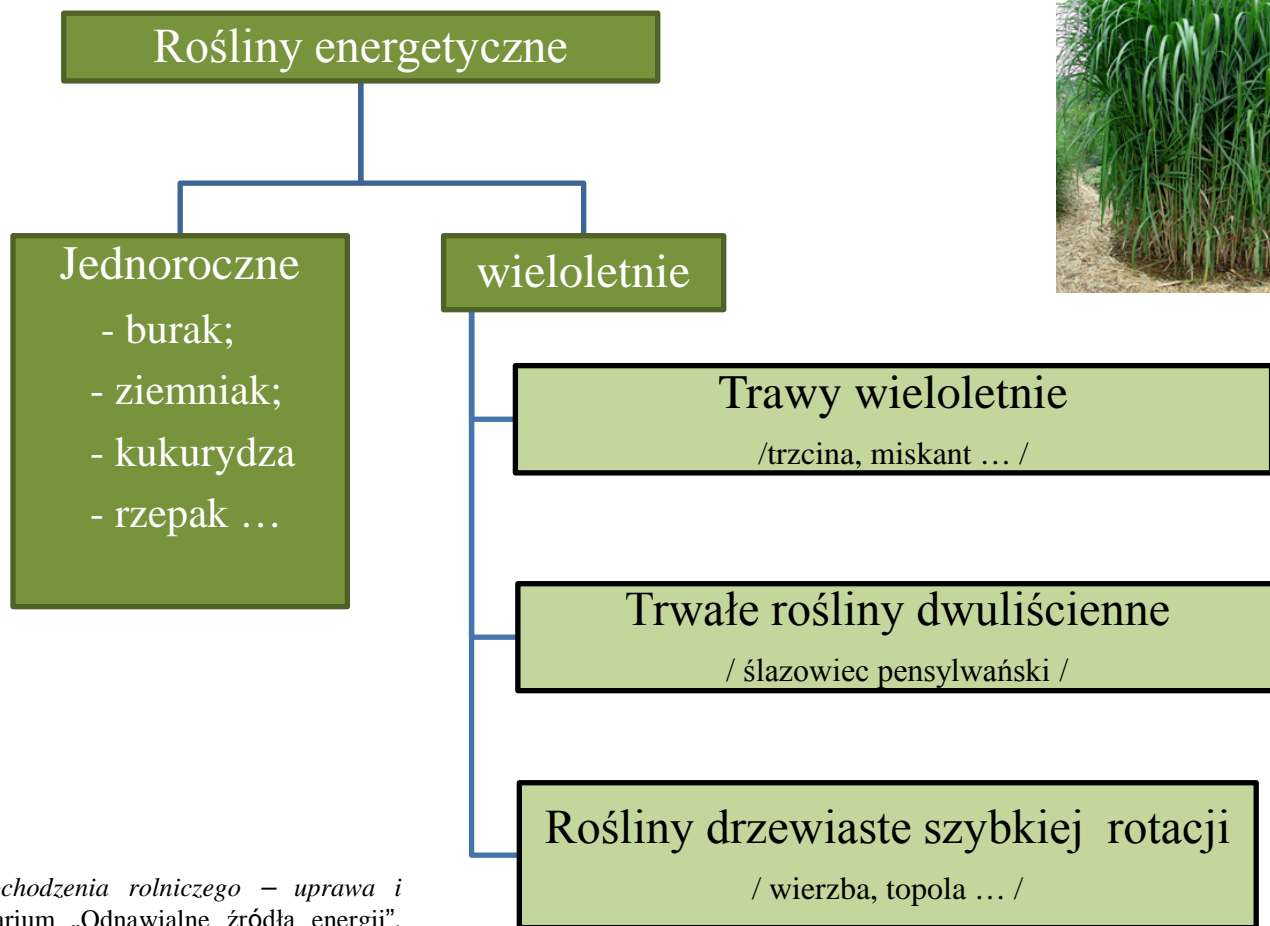
KOORDYNATOR PROJEKTU

Charakterystyka odpadów roślinnych pochodzących z przetwórstwa rolno - spożywczego

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

KOORDYNATOR PROJEKTU

ROŚLINY ENERGETYCZNE



<http://www.bazarek.pl/produkt/609513/miscanthus-#igantentus-sadzonki.html>

Krawczyk A., 2011. *Biomasa pochodzenia rolniczego – uprawa i wykorzystanie*. Materiały z Seminarium „Odnawialne źródła energii”, Piechowice 20-21.09.2011.

KOORDYNATOR PROJEKTU

WYMAGANIA STAWIANE ROŚLINOM ENERGETYCZNYM

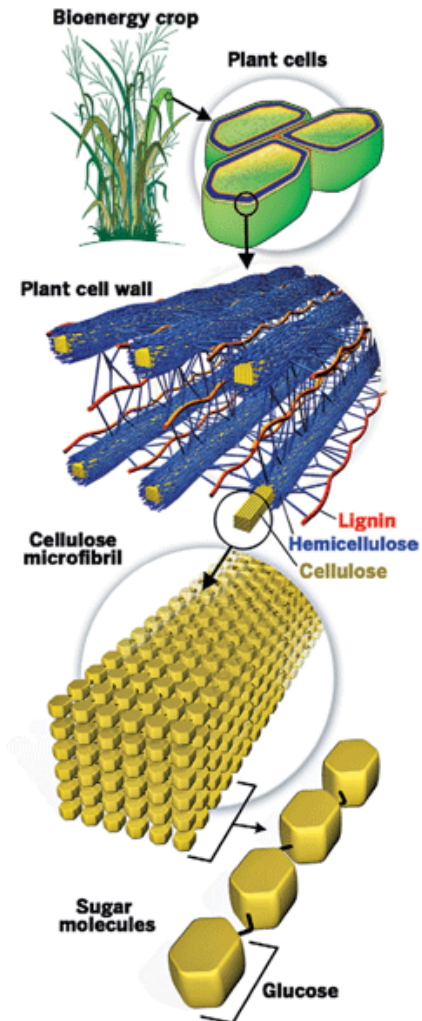
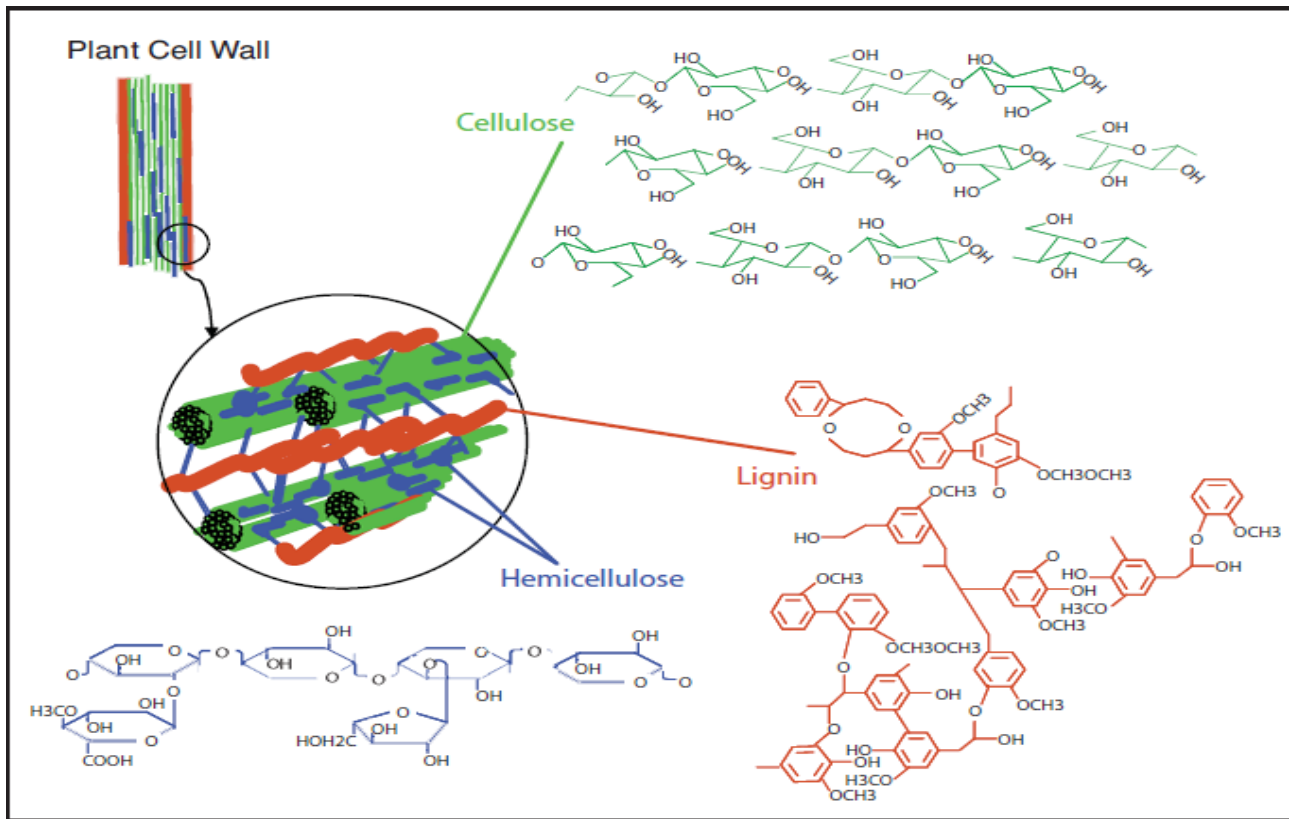


- ✓ duży przyrost roczny;
- ✓ wysoka wartość opałowa;
- ✓ znaczna odporność na choroby i szkodniki;
- ✓ niewielkie wymagania glebowe;
- ✓ niskie koszty uprawy;
- ✓ mała wrażliwość na zanieczyszczenia środowiska.

Budzyński W., Bielski S., 2004. *Surowce energetyczne pochodzenia rolniczego. Cz. II. Biomasa jako paliwo stałe*. Acta Scientiarum Polonorum 3(2), 15-26
Pogrzeba M., 2011. *Możliwości uprawy roślin energetycznych na terenie zanieczyszczonym metalami ciężkimi*. Seminarium IETU, Katowice.
Tsai W.-T., 2009. *Coupling of energy and agricultural policies on promoting the production of biomass energy from energy crops and grasses in Taiwan*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 13, 1495-1503.

KOORDYNATOR PROJEKTU

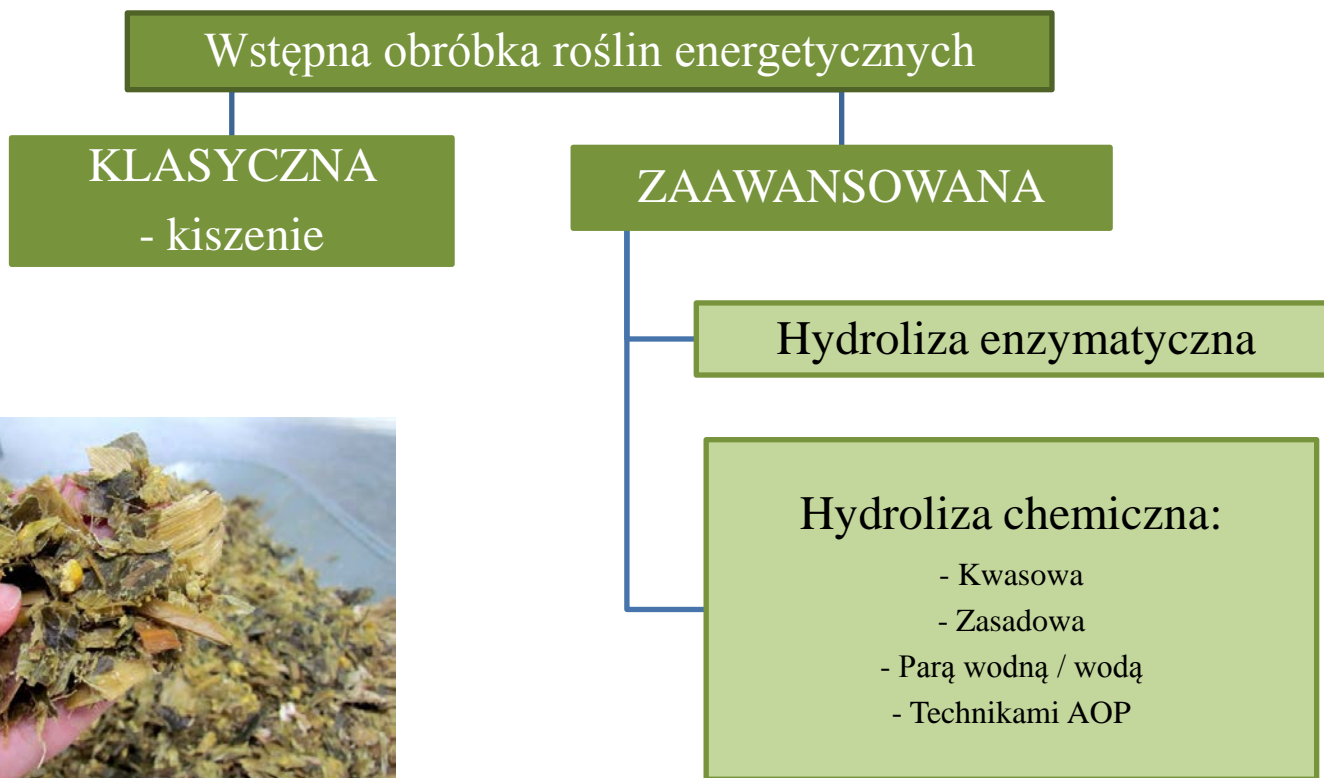
BUDOWA ROŚLIN ENERGETYCZNYCH



<http://biofuel.webgarden.com/>

<http://www.secondgenome.com/2010/08/li-gnocellulose-decomposition/>

KOORDYNATOR PROJEKTU



<http://www.farmer.pl/multimedia/galeria/15493,968.html>

KOORDYNATOR PROJEKTU

Roślina	s.m. [%]	Potencjał [Nm ³ /t]
mieszana mączka kukurydziana	32,7	269
mączka ryżowa	89,0	790
mieszana kiszonka kukurydzy	30,0	235
sorgo	20,0	150
słodka kukurydza	26,6	219
pszenica	45,0	317
słoma jęczmienna	36,0	190
słoma pszeniczna	80,2	535

Najczęściej spotykane uprawy na cele biogazowe:

- ✓ kukurydza / kiszonka /;
- ✓ trawa;
- ✓ koniczyna;
- ✓ ziemniaki;
- ✓ bób;
- ✓ żyto;
- ✓ buraki;
- ✓ pszenica;
- ✓ jęczmień;
- ✓ rzepak

Schievano A., D'Imporzano G., Adani F., 2009. *Substituting energy crops with organic wastes and agro-industrial residues for biogas production.* Journal of Environmental Management 90, 2537-2541.

KOORDYNATOR PROJEKTU

SELEKTYWNA ZBIÓRKA ODPADÓW – WPLYW NA WYDAJNOŚĆ PRODUKCJI BIOGAZU

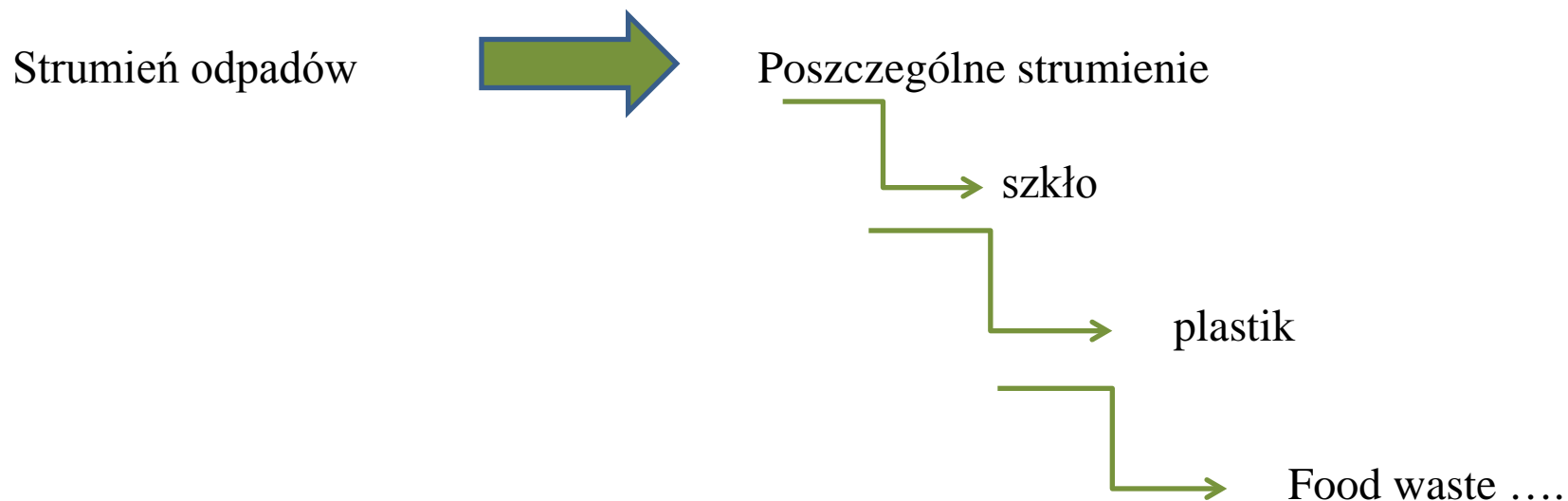
Odpady organiczne, zarówno przemysłowe jak i komunalne, mogą zawierać w swojej objętości także takie substancje, które negatywnie oddziałują na proces fermentacji metanowej. Substancje te nie podlegają biodegradacji lub też znacznie zakłócają jej przebieg. Mogą również prowadzić do uszkodzenia fermentora. Ważne jest zatem, aby z substratu zasilającego bioreaktor usunąć związki i przedmioty takie jak:

- ✓ kamienie, piasek, ziemię, szkło i pozostałe substancje mineralne;
- ✓ drewno, korę, tekturę, korek;
- ✓ łupiny, mieszki włosów, szczecinę, pióra;
- ✓ sznurki, przewody, nakrętki, gwoździe, baterie, plastik, tekstylia itp ...

KOORDYNATOR PROJEKTU

W Polsce selektywna zbiórka właściwie **NIE ISTNIEJE !!!**

Ale za przykładem Szwecji :



KOORDYNATOR PROJEKTU

OBRÓBKA MECHANICZNA ≠ SELEKTYWNA ZBIÓRKA ODPADÓW

Rozdrabnianie – proces przekształcenia odpadów w materiał o ustalonej ziarnistości. Polega na podziale brył i ziaren odpadów na mniejsze cząstki. Efektem jest wzrost podatności odpadów na biodegradację oraz poprawa własności transportowych odpadów.

Do rozdrabniania stosuje się:

- ✓ młyny / kruszarki młotkowe;
- ✓ młyny / kruszarki udarowe;
- ✓ rozdrabniarki nożowe;
- ✓ młyny kulowe.



Kruszarka młotkowa z walcami KDV 1137

<http://www.hard.com.pl/kruszarki/kruszarkimlotkowe.html>

Przesiewanie / homogenizacja – proces stosowany w celu rozdzielania odpadów na frakcje o różnych wielkościach ziarna, określonych wymiarem oczka sita. Najczęściej odpady rozdziela się na frakcję grubą / nadziarno, odsiew /, oraz drobną / podziarno, przesiew /. Podczas przesiewania odpadów może odbywać się również rozdrabnianie i ujednorodnianie materiału / homogenizacja /.



Do przesiewania stosuje się:

- ✓ sita obrotowe / bębnowe /;
- ✓ sita wibracyjne;
- ✓ przesiewacze przegubowo - wstrząsowe

http://www.ekobudex.pl/ekobudex_new/galeria.htm

KOORDYNATOR PROJEKTU

Separacja metali żelaznych – wydzielanie metali ferromagnetycznych. Stosuje się separatory podłużne i poprzeczne. Sprawność: 50-90%.



<http://wichary.eu/news-separatory-wiropadowe-nes-w-branzy-zlomowej-na-slasku>

Separacja metali nieżelaznych – wydzielenie ze strumienia odpadów miedzi, aluminium, ołowiu, cynku i innych metali paramagnetycznych. Stosuje się separatory indukcyjne, indukujące prądy wirowe.

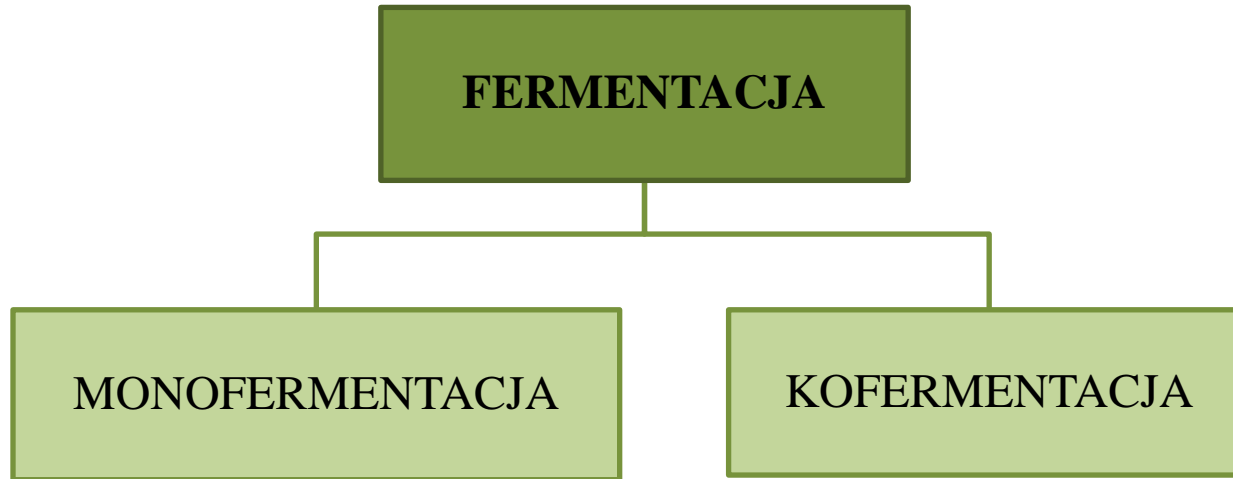
KOORDYNATOR PROJEKTU

Usuwanie składników niebezpiecznych i problemowych – usunięcie składników zanieczyszczających materiał przeznaczony do obróbki biologicznej lub produkcji paliwa alternatywnego.

Usuwanie składników inertnych – usunięcie składników obojętnych, nieprzydatnych w późniejszym etapie biologicznej obróbki odpadów.

Wydzielenie frakcji palnej – zastosowanie pewnych urządzeń pozwalające na produkcję paliwa alternatywnego z odpadów komunalnych.

KOORDYNATOR PROJEKTU



Fermentacja pojedynczego substratu.
Obecnie rzadko stosowana



Fermentacja jednorodnej mieszanki przynajmniej dwóch substratów, przy czym udział jednego z nich w mieszaninie stanowi co najmniej 50%.

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

KOORDYNATOR PROJEKTU

ZALETY	WADY
poprawa bilansu składników odżywczych we wsadzie	konieczność dodatkowego wstępnego przygotowania odpadów
lepsze wykorzystanie dostępnej pojemności komór fermentacyjnych	większe zapotrzebowanie na energię mieszania
przetwarzanie, wspólnie z osadami ściekowymi lub ciekłymi odchodami zwierzęcymi, odpadów o niewłaściwej strukturze, zawierających składniki hamujące proces fermentacji i wytwarzanych nierównomiernie w skali roku (np. sezonowo)	wymagana higienizacja wsadu
wyższy stopień rozkładu substancji organicznej	większe ilości ścieków, o wyższych wartościach ChZT, wymagających oczyszczania
wzrost produkcji biogazu,	
większa zawartość i lepsza przyswajalność substancji nawozowych.	

KOORDYNATOR PROJEKTU

kosubstraty / substraty	s.m. [%]	Potencjał [Nm ³ /t]
GŚ + RE	17,5	112
GŚ + RE + OPRS	24,0	149
GŚ + OFOK	19,2	111
GŚ + OFOK + gliceryna	26,3	144
GŚ + OPO	15,6	97
GŚ	4,2	10
RE	20-90	150-790
OPRS	27-83	301-522

GŚ – gnojowica świńska
 RE – rośliny energetyczne
 OPO – osad z produkcji oliwy

OPRS – odpady przemysłu rolno – spożywczego
 OFOK – organiczna frakcja odpadów komunalnych

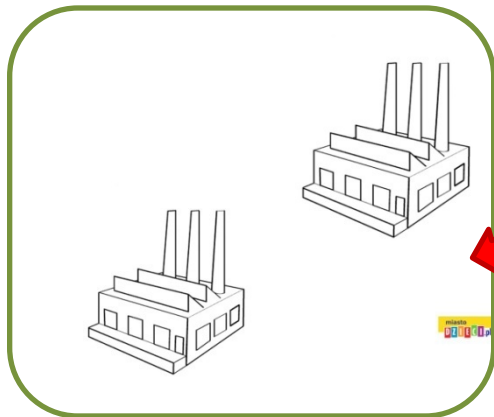
Schievano A., D'Imporzano G., Adani F., 2009. *Substituting energy crops with organic wastes and agro-industrial residues for biogas production*. Journal of Environmental Management 90, 2537-2541.

KOORDYNATOR PROJEKTU

Mikroinstalacja biogazowa może być użyteczna nie tylko dla przedsiębiorstwa, na terenie którego wybudowana zostanie instalacja. Z co najmniej kilku przyczyn warto rozważyć taki wariant.

- ✓ kofermentacja różnego typu odpadów organicznych jest procesem bardziej wydajnym;
- ✓ większa ilość dostawców substratów gwarantuje utrzymanie ciągłości procesu i teoretycznie stałą produkcję energii;
- ✓ obniżenie kosztów pozyskiwania dodatkowych substratów i/lub kosztów eksploatacyjnych;
- ✓ możliwe obniżenie kosztów inwestycyjnych;
- ✓ wzrost zaufania społecznego = wzrost sprzedaży produktów oferowanych przez przedsiębiorcę

KOORDYNATOR PROJEKTU



PRZEDSIĘBIORSTWO GŁÓWNE



<http://notatkuj.pl/konspekt-spolecznośc-lokalna>



<http://www.wprost.pl/ar/346620/Budżet-na-rolnictwo-wydamy-znacznie-wiecej/>



KOORDYNATOR PROJEKTU

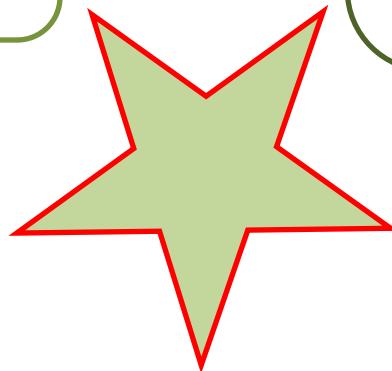


PRZEDSIĘBIORCA NR 2, 3...

- ✓ dostawca kosubstratu – odpady poprodukcyjne /;
- ✓ odbiorca energii.

LOKALNA SPOŁECZNOŚĆ

- ✓ dostawca komunalnych odpadów organicznych;
- ✓ odbiorca energii;
- ✓ klient.



PRZEDSIĘBIORCA GŁÓWNY

- ✓ inwestycja na jego terenie;
- ✓ dostawca głównego substratu;
- ✓ pozyskuje kosubstraty od partnerów;
- ✓ dzieli się z partnerami wytworzoną energią.

ROLNIK

- ✓ dostawca organicznych odpadów porolniczych;
- ✓ odbiorca energii;
- ✓ odbiorca nawozu;
- ✓ klient

OBIEKTY UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ

- ✓ dostawca organicznych odpadów żywnościowych;
- ✓ odbiorca energii;
- ✓ klient

KOORDYNATOR PROJEKTU

WARUNKI WSPÓŁPRACY TERYTORIALNEJ

- ✓ chęć inwestora głównego do podjęcia współpracy terytorialnej;
- ✓ bliska odległość między partnerami / maksimum 20 km /;
- ✓ możliwość wydajnej kofermentacji proponowanych substratów;
 - ✓ opłacalność transportu kosubstratu;
 - ✓ korzyści dla każdej ze stron współpracujących;
 - ✓ umowa długoterminowa;
- ✓ odpowiednia infrastruktura i dobrze zaplanowane logistycznie przedsięwzięcie.

KOORDYNATOR PROJEKTU

✓ dostępność surowców pierwotnych dla procesu fermentacji;

Dobór odpowiednich substratów dla inwestycji biogazowej zdeterminowany jest głównie przez koszt ich pozyskiwania. Głównym elementem wpływającym na ekonomię inwestycji jest koszt transportu materiału wsadowego od producenta do biogazowni. Najczęściej przyjmuje się, że optymalna i opłacalna inwestycja zlokalizowana jest w odległości do 30 km od dostawcy substratów. Ilość i jakość substratów musi być wystarczająca, by zapewnić efektywny przebieg procesu produkcji biogazu.

✓ dostęp do infrastruktury zapewniającej odbiór wyprodukowanej energii cieplnej i elektrycznej wraz z możliwością uzyskania warunków przyłączeniowych;

Infrastruktura powinna zapewniać odbiór energii elektrycznej, cieplnej lub też samego biogazu wytwarzanego na drodze fermentacji metanowej. Wyprodukowana przez instalację biogazową energia elektryczna może być dostarczana do sieci elektroenergetycznej niskiego (0,4 kV) lub średniego napięcia (15 kV). Przy projektowaniu biogazowni przyjmuje się, że instalacje o mocach niższych niż 250 kW przyłączane są do sieci niskiego napięcia. Każde przyłączenie wymaga szczegółowej analizy stanu istniejącej sieci elektroenergetycznej. Potencjalni inwestorzy muszą liczyć się z koniecznością poniesienia nakładów inwestycyjnych na budowę bądź też przebudowę linii niskiego napięcia oraz rozbudowę stacji transformatorowych.

E. Kochańska, A. Kacprzak, K. Michalska, M. Staniszevska, M. Łysek, P. Grabowski, 2012. *Mikrotechnologie biogazowe jako innowacyjne narzędzie stymulowania rynku lokalnego. Perspektywy aplikacyjne w województwie łódzkim*. Łódź, 2012.

KOORDYNATOR PROJEKTU



✓ dostęp do infrastruktury zapewniającej odbiór wyprodukowanej energii cieplnej i elektrycznej wraz z możliwością uzyskania warunków przyłączeniowych;

Przed przystąpieniem do budowy mikrobiogazowni inwestor powinien otrzymać warunki przyłączenia do sieci elektroenergetycznej od właściwego operatora. Ten etap inwestycji regulowany jest Ustawą *Prawo energetyczne* oraz innymi aktami prawnymi i dokumentami. Konieczne jest również uzyskanie koncesji na wytwarzanie energii elektrycznej dla instalacji energetycznych bazujących na odnawialnych źródłach energii.

W przypadku zastosowania i wykorzystania przez potencjalnego inwestora systemów kogeneracyjnych istotnym elementem doboru lokalizacji biogazowni może okazać się przebieg istniejącej sieci ciepłowniczej. Ekonomicznym działaniem jest odprowadzanie nie wykorzystanego w procesie technologicznym ciepła. W skrajnych przypadkach, gdy taka sieć nie istnieje, inwestycję biogazową lokalizuje się w pobliżu obiektów charakteryzujących się dużym zapotrzebowaniem na energię ciepłą.

E. Kochańska, A. Kacprzak, K. Michalska, M. Staniszevska, M. Łysek, P. Grabowski, 2012. *Mikrotechnologie biogazowe jako innowacyjne narzędzie stymulowania rynku lokalnego. Perspektywy aplikacyjne w województwie łódzkim*. Łódź, 2012.

KOORDYNATOR PROJEKTU

✓ dostęp do terenów umożliwiających bezpieczne dla środowiska zagospodarowanie odpadów pofermentacyjnych;

W procesie fermentacji metanowej powstaje osad pofermentacyjny zawierający znaczną ilość zmineralizowanych substancji biogenych (azot, fosfor), który wymaga bezpiecznego dla środowiska zagospodarowania. Problemem dla inwestora może być składowanie nie wykorzystanego, nadmiernego osadu oraz lokalizacja na terenie zakładu miejsca do jego kompostowania.

Osad pofermentacyjny magazynowany jest zazwyczaj w różnego rodzaju zbiornikach zamkniętych lub otwartych, a po odwodnieniu wywożony i składowany na lagunach. Związane jest to ściśle z sezonową możliwością rozpraszania nawozów na polach. Wielkość zbiornika bądź też laguny zależy od ilości substratów wprowadzanych do komory fermentacyjnej.



E. Kochańska, A. Kacprzak, K. Michalska, M. Staniszevska, M. Lysek, P. Grabowski, 2012. *Mikrotechnologie biogazowe jako innowacyjne narzędzie stymulowania rynku lokalnego. Perspektywy aplikacyjne w województwie łódzkim*. Łódź, 2012.

KOORDYNATOR PROJEKTU

✓ wymagania dla terenu inwestycyjnego dotyczące warunków infrastrukturalnych, powierzchniowych i środowiskowych;

Wymiary przestrzenne działki inwestycyjnej zdeterminowane są głównie wielkością planowanej biogazowni, stosowanej technologii produkcji biogazu oraz rodzajem wykorzystywanych surowców. Równie istotny jest sposób transportu substratów oraz odprowadzenia i składowania pofermentu. W uproszczonych obliczeniach przyjmuje się, że dla biogazowni o mocy 2 MW, wyposażonej we wszystkie możliwe obiekty techniczno – budowlane, wraz z budynkiem do przechowywania substratów i składowania odpadów pofermentacyjnych zapotrzebowanie na teren wynosi około 3 ha.

Szczegółowe warunki zagospodarowania terenu inwestycyjnego pod budowę biogazowni określa Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Gospodarki żywnościowej z dnia 7 października 1997 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 132, poz. 877 z późn. zm.). Dotyczą one zwłaszcza lokalizacji komór fermentacyjnych i zbiorników biogazu względem pozostałych obiektów budowlanych i sąsiadujących działek, a także stref bezpieczeństwa tworzonych ze względu na zagrożenie pożarem lub wybuchem. Określają one minimalne odległości pomiędzy poszczególnymi budynkami, instalacjami i działkami. Ponadto ściśle charakteryzują rodzaj działek pod daną inwestycję.

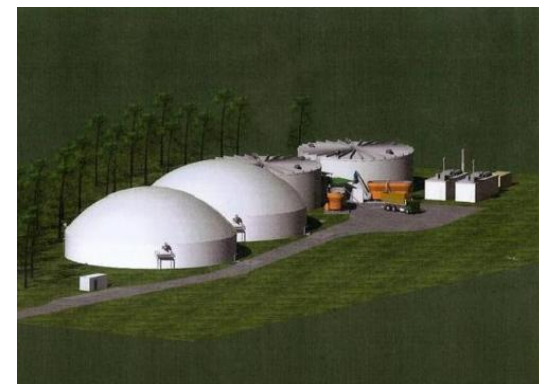
E. Kochańska, A. Kacprzak, K. Michalska, M. Staniszevska, M. Łysek, P. Grabowski, 2012. *Mikrotechnologie biogazowe jako innowacyjne narzędzie stymulowania rynku lokalnego. Perspektywy aplikacyjne w województwie łódzkim*. Łódź, 2012.

KOORDYNATOR PROJEKTU

✓ wymagania dla terenu inwestycyjnego dotyczące warunków infrastrukturalnych, powierzchniowych i środowiskowych;

Obszar inwestycyjny powinien spełniać pewne normy dotyczące infrastruktury terenu. Dotyczą one dostępności do sieci wodno – kanalizacyjnej oraz do lokalnej infrastruktury drogowej, zapewniającej bezpieczny transport surowców do biogazowni.

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



<http://www.lowiczanie.info/regiony/glowno/wydarzenie/2009-11-09-Nici-z-biogazowni-w-Glownie/galeria/1/>

E. Kochańska, A. Kacprzak, K. Michalska, M. Staniszevska, M. Łysek, P. Grabowski, 2012. *Mikrotechnologie biogazowe jako innowacyjne narzędzie stymulowania rynku lokalnego. Perspektywy aplikacyjne w województwie łódzkim*. Łódź, 2012.

KOORDYNATOR PROJEKTU

✓ lokalizacja instalacji biogazowej

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

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

E. Kochańska, A. Kacprzak, K. Michalska, M. Staniszevska, M. Łysek, P. Grabowski, 2012. *Mikrotechnologie biogazowe jako innowacyjne narzędzie stymulowania rynku lokalnego. Perspektywy aplikacyjne w województwie łódzkim*. Łódź, 2012.

KOORDYNATOR PROJEKTU

Dziękujemy za uwagę !



mgr inż. Karina Michalska
kar.michalska@gmail.com

mgr inż. Anna Kacprzak
ann.kacprzak@gmail.com

KOORDYNATOR PROJEKTU