3. KONFERENCJA
ODPADY ULEGAJĄCE BIODEGRADACJI

Technologie biologicznego przetwarzania odpadów – fermentacja metanowa i kompostowanie



Mariusz Siudak
THÖNI

OLSZTYN 03-05.03.2026r.

Autor: mgr inż. Mariusz Siudak
siudak.mariusz@gmail.com

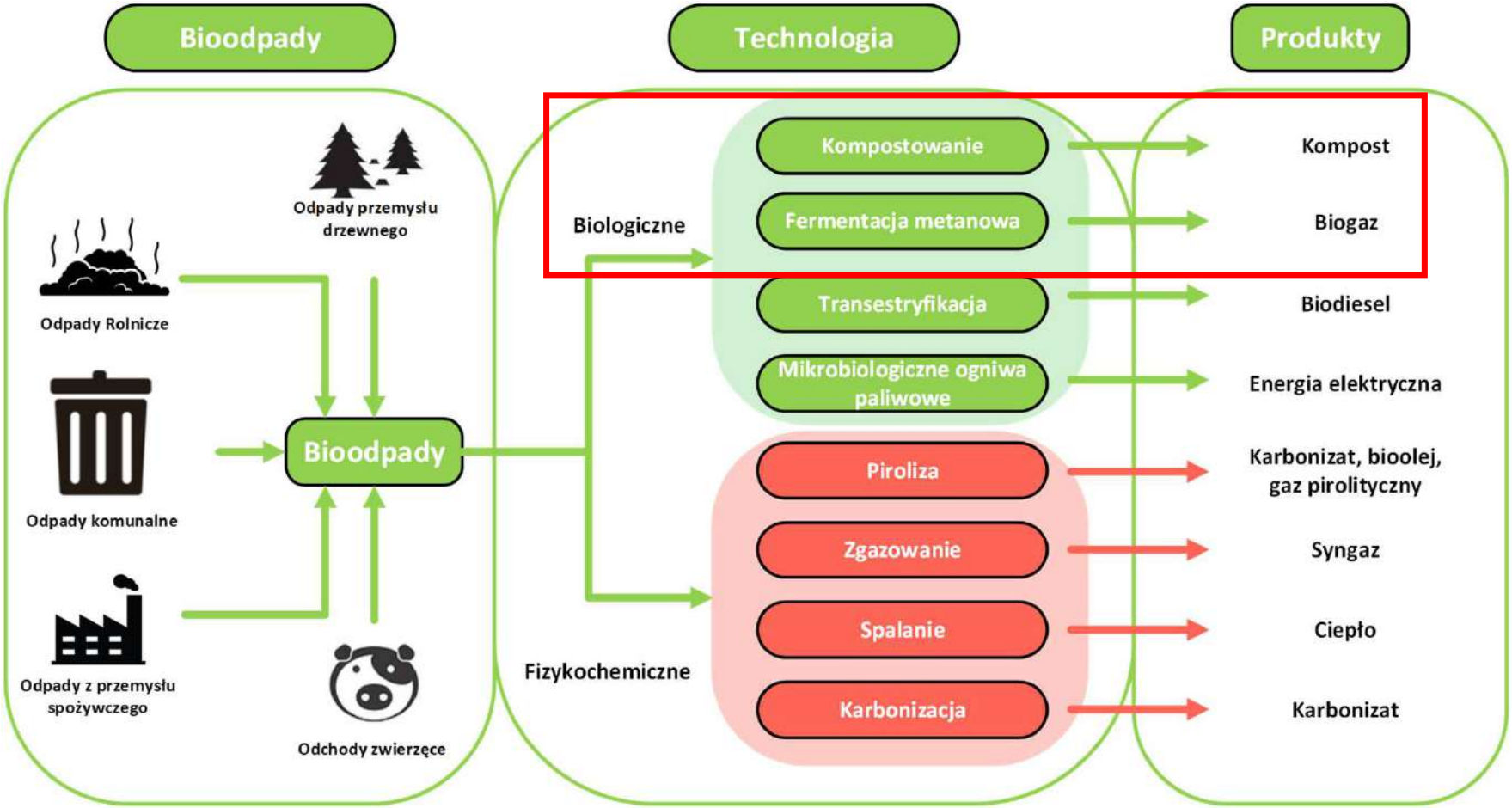


Fot. 1. Selektywnie zbierane bioodpady



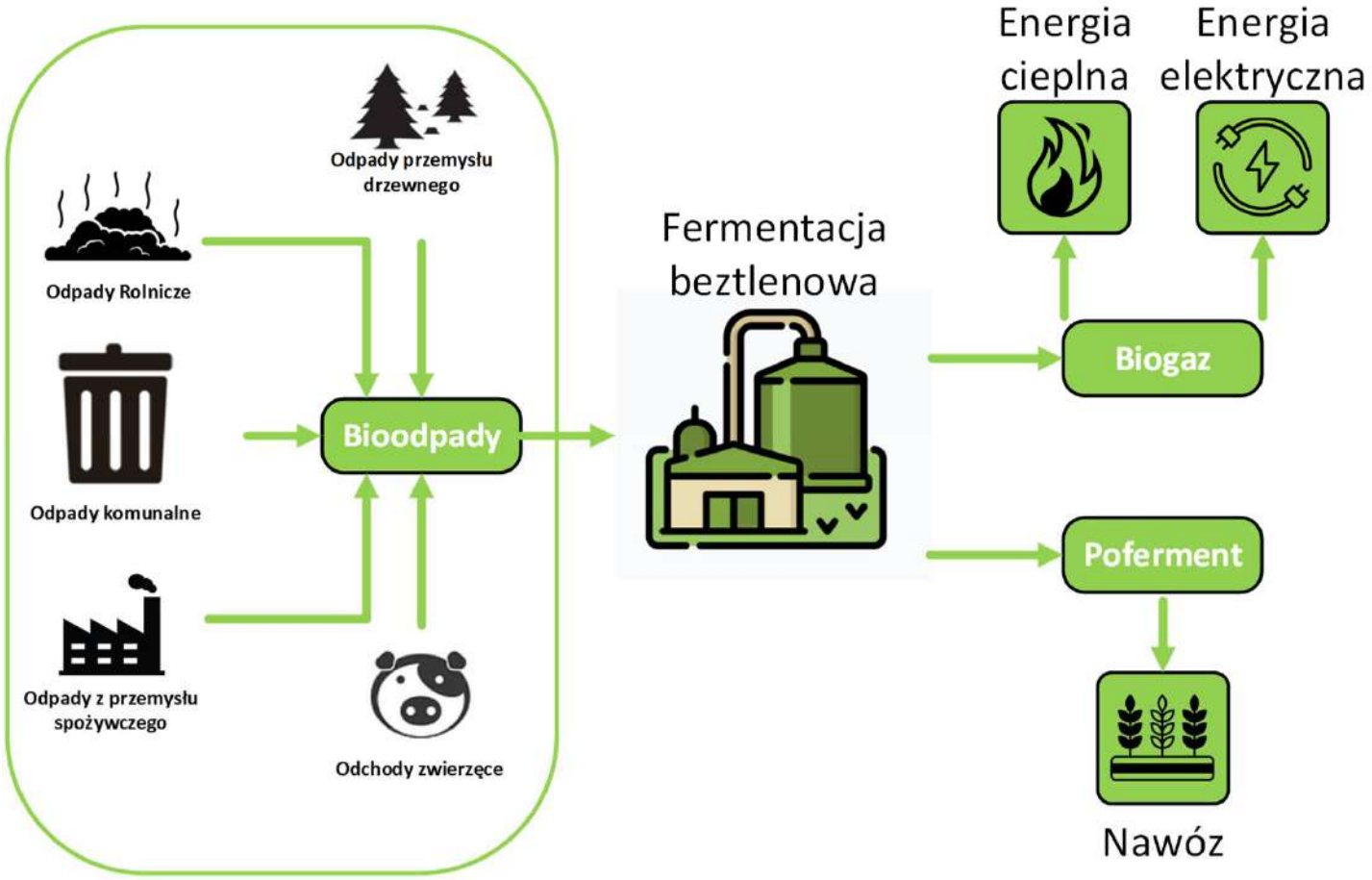
Fot. 2. Selektywnie zbierane bioodpady

Przetwarzanie bioodpadów



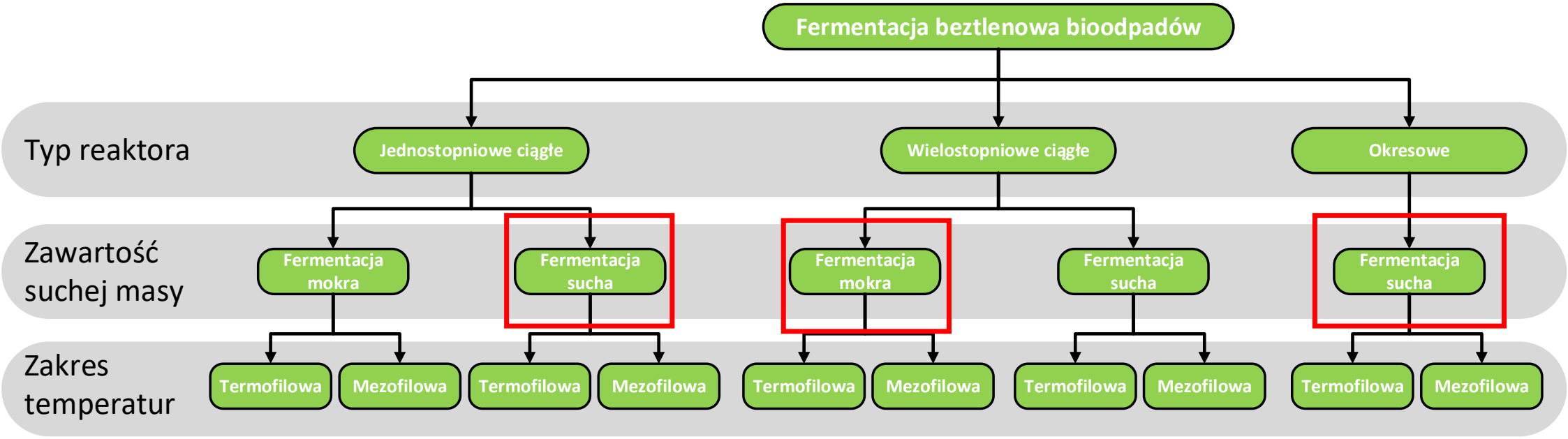
Rys. 1. Schemat poglądowy technologii przetwarzania bioodpadów [opracowanie własne]

Fermentacja beztlenowa bioodpadów



Rys. 2. Schemat poglądowy fermentacji i wykorzystania produktów fermentacji [opracowanie własne]

Podział technologii fermentacji beztlenowej odpadów

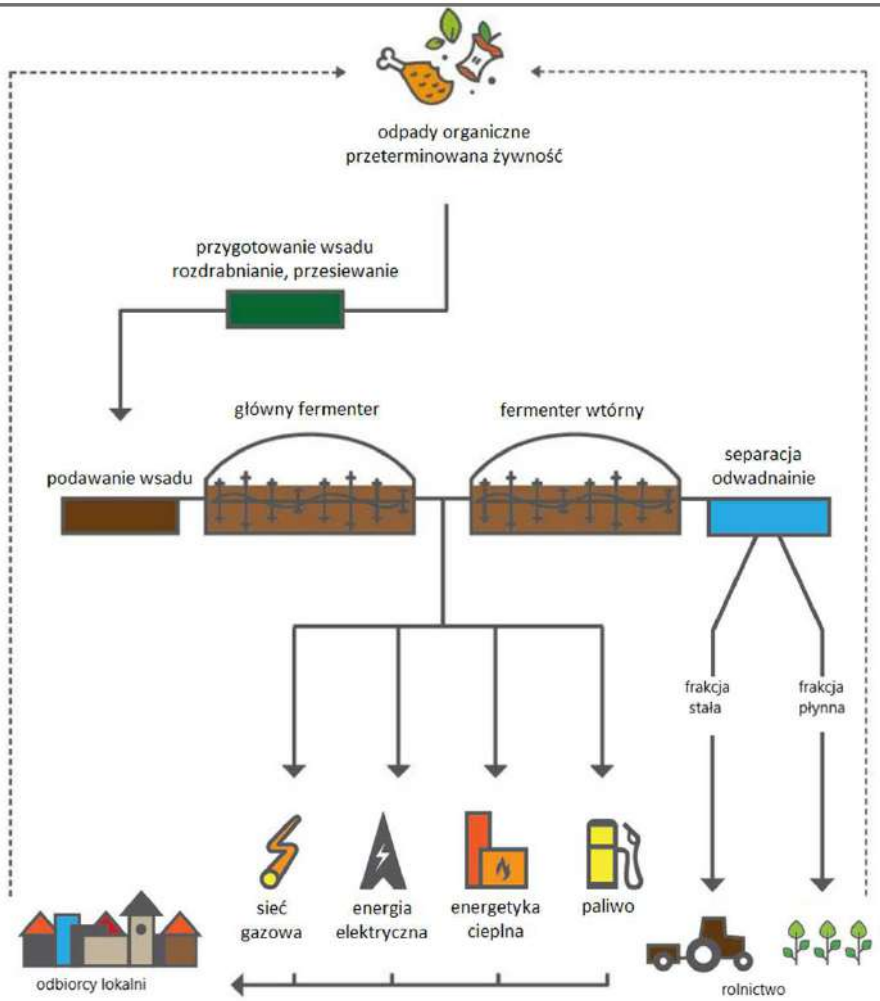


Rys. 3. Schemat poglądowy podziału typów fermentacji beztlenowych bioodpadów [opracowanie własne]

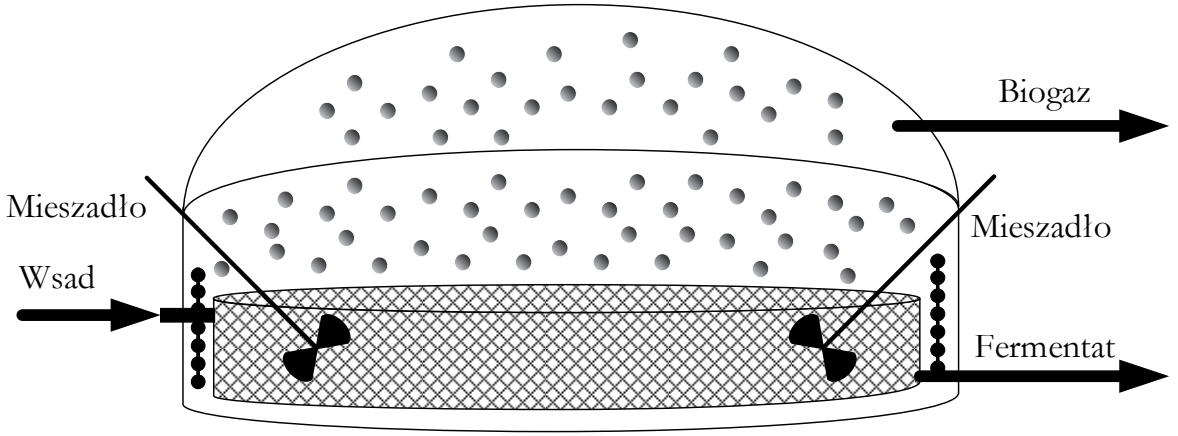


Opracowanie własne

Fermentacja ciągła mokra/półsucha



Rys. 4. Schemat poglądowy ciągu technologicznego fermentacji mokrej [opracowanie własne]



Rys. 5. Schemat poglądowy reaktora fermentacji mokrej [opracowanie własne]

Thöni TNV – Fermentacja mokra/półsucha (CSTR)

Beztlenowa fermentacja odpadów organicznych: spożywczych, biogenicznych, np. z produkcji rolnej

Produkty:

Biogaz, prąd, ciepło, biometan

Fermentacja ciągła mokra/półsucha



Fot. 3. System mieszania wewnątrz reaktora fermentacji



Fot. 4. System ogrzewania reaktora fermentacji

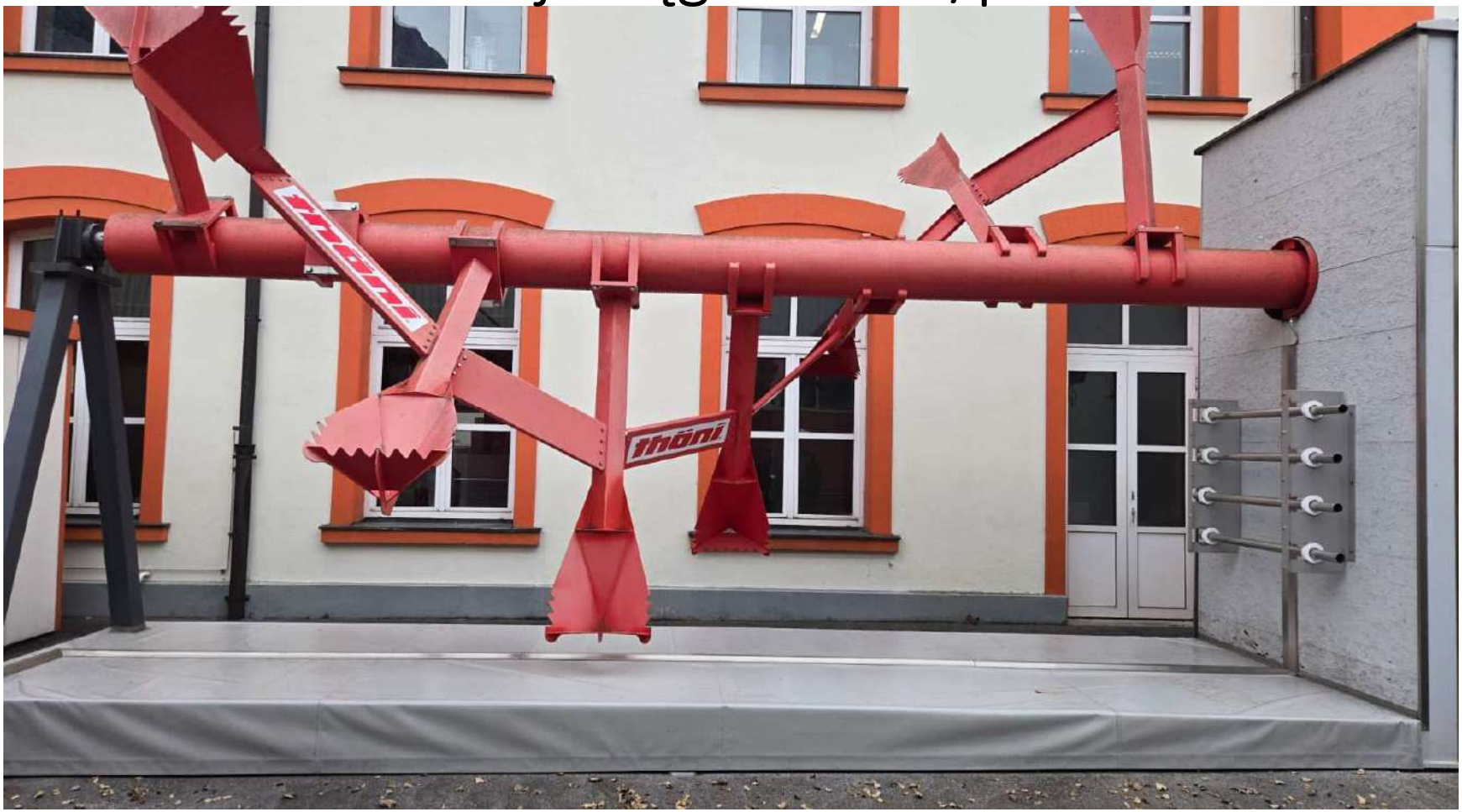
Korzyści:

- Duża elastyczność w wykorzystaniu odpadów organicznych;
- Równomierna temperatura w całej komorze i jednorodny przebieg procesu fermentacji;
- Proste metody transportu i mieszania.

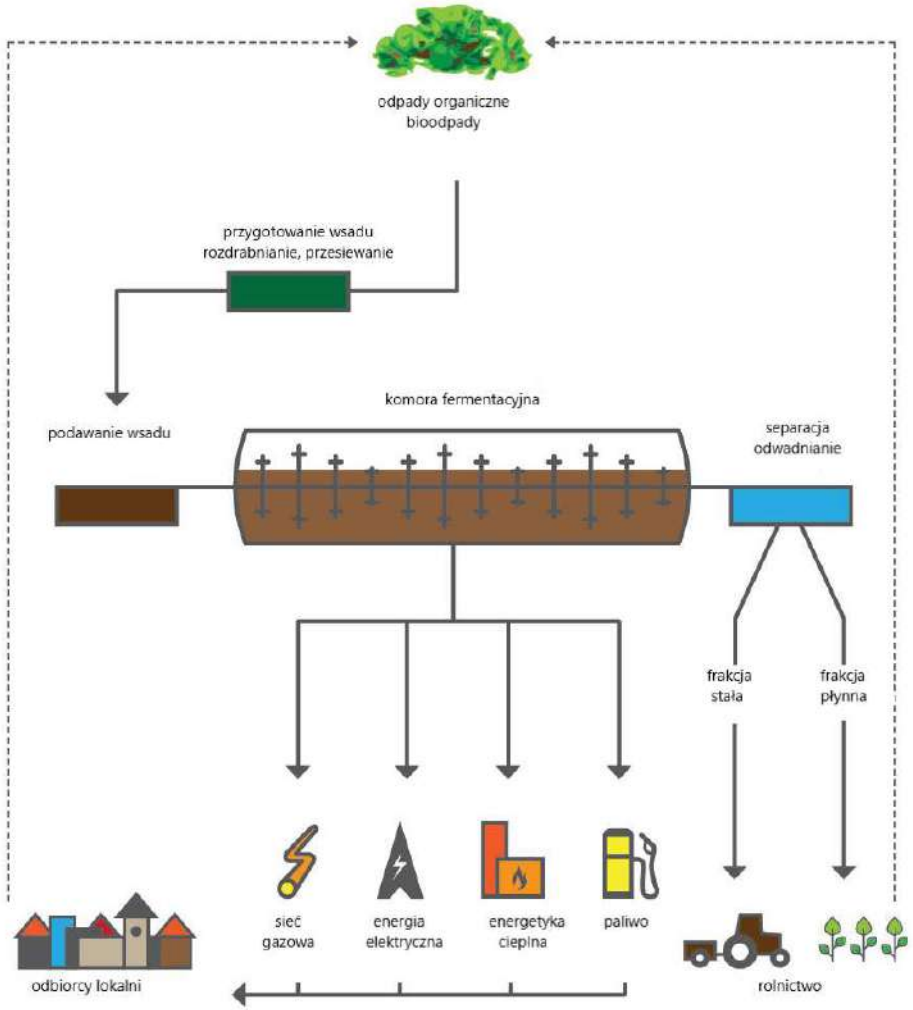
Właściwości odpadów:

- Niska zawartość zanieczyszczeń;
- Mały rozmiar cząstek;
- Brak materiału strukturalnego.

Fermentacja ciągła mokra/półsucha

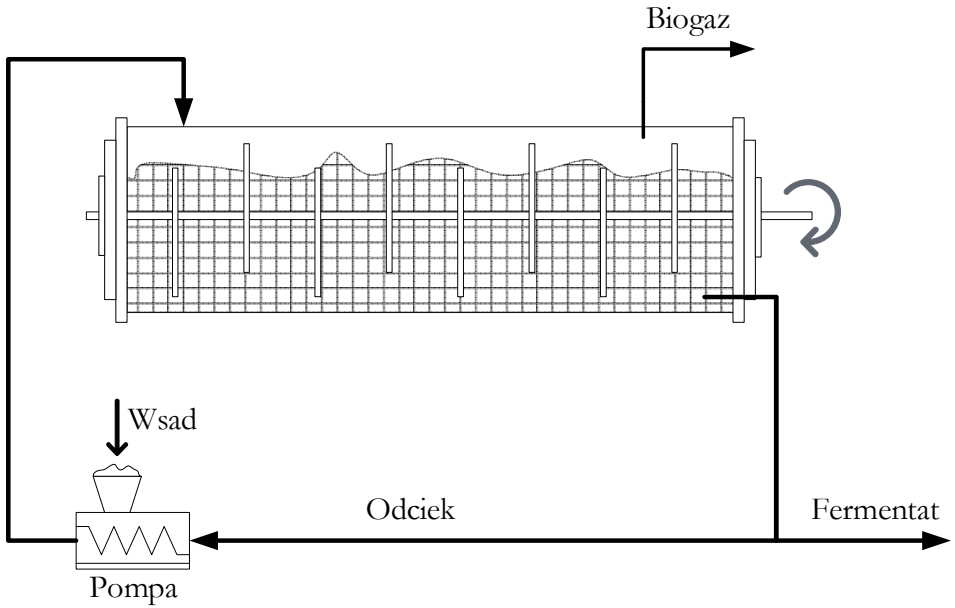


Fot. 5. Pojedyncze mieszadło reaktora fermentacji



Rys. 6. Schemat poglądowy ciągu technologicznego fermentacji suchej [opracowanie własne]

Fermentacja ciągła sucha



Rys. 7. Schemat poglądowy reaktora fermentacji suchej [opracowanie własne]

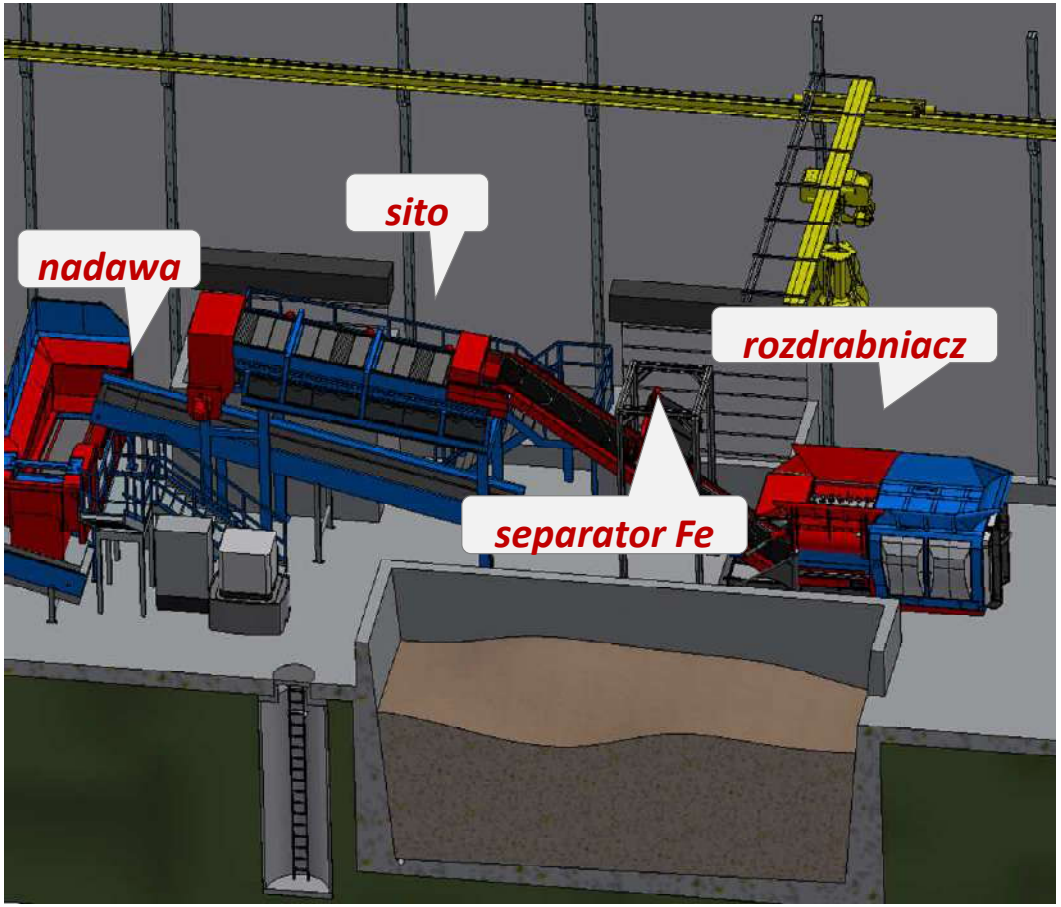
Thöni TTV – Fermentacja beztlenowa odpadów o wysokiej zawartości cząstek stałych (cHSAD)

Beztlenowa fermentacja odpadów organicznych: kuchennych, zielonych, frakcji organicznej wydzielonej ze zmieszanych odpadów komunalnych

Produkty:

Biogaz, prąd, ciepło, biometan

Przygotowanie wsadu



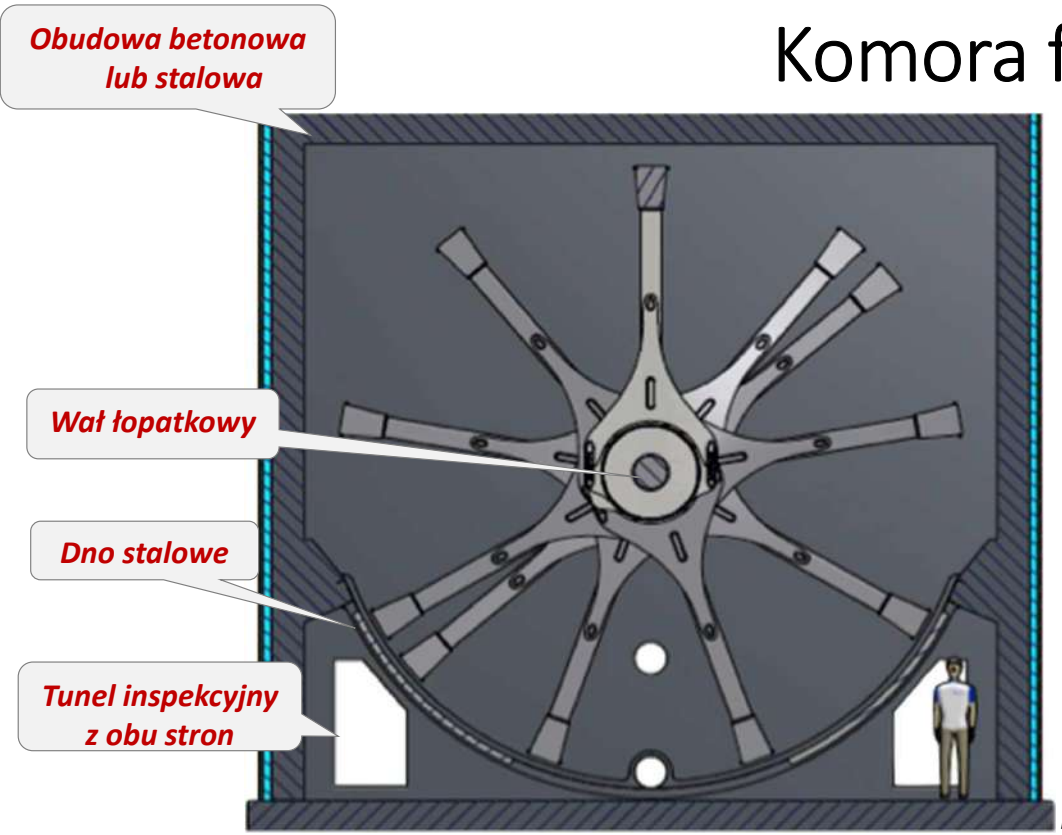
Rys. 8. Rysunek poglądowy linii przygotowania wsadu



Fot. 6. Mieszacz

- Odporność na zmiany materiału wsadowego;
- Inokulacja w mikserze;
- Wstępne ogrzewanie materiału wsadowego.

Komora fermentacyjna



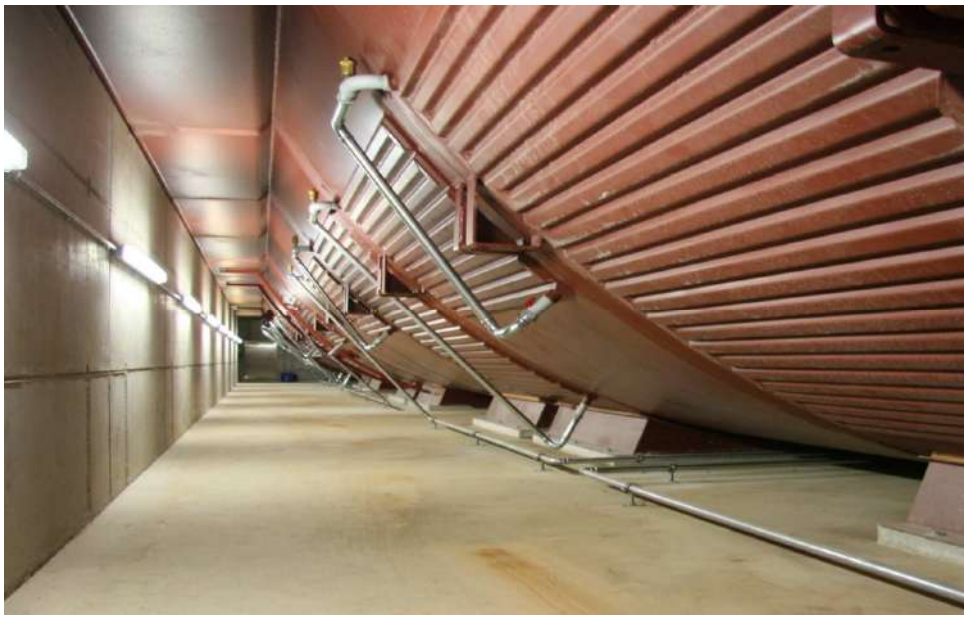
Rys. 9. Rysunek poglądowy – przekrój przez fermenter



Fot. 7. Komora fermentacyjna

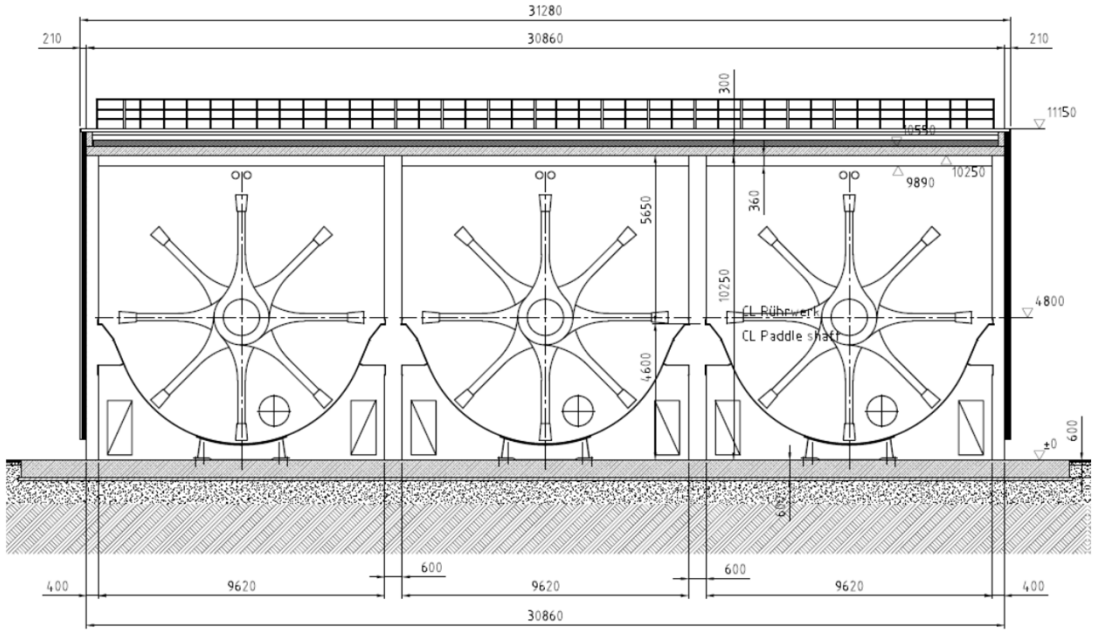
- Wytrzymała konstrukcja wału średnicy 1200 – 1500mm;
- Prędkość obrotowa ok. 0,3 rpm;
- Od 3 do 4 par lanc grzewczych w zależności od reaktora;
- Dodatkowe 3 lance do pomiaru temperatury w złożu reaktora na wejściu do komory, w środku komory i na wyjściu z komory.

System ogrzewania oraz modułowość



Fot. 8. Tunel inspekcyjny

- System ogrzewania reaktora dostępny w trakcie pracy fermentera;
- Ciepło podawane do dolnej części reaktora do optymalnego transferu ciepła;
- Lance grzewcze grzejące bezpośrednio fermentowany materiał (3 – 4 lance).

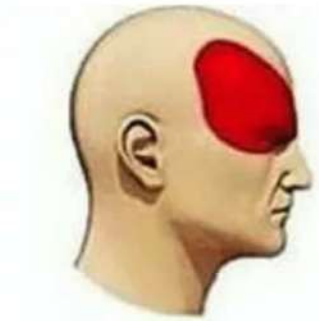


Rys. 10. Schemat poglądowy modułów fermentacyjnych

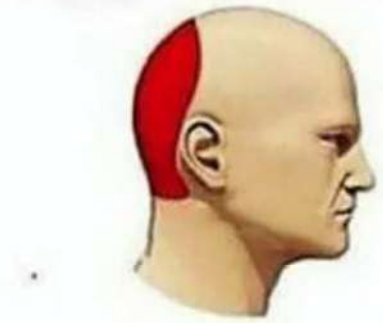
- Całkowicie oddzielne komory reaktorów;
- Redukcja kosztów inwestycyjnych poprzez zastosowanie pojedynczej żelbetowej ściany między reaktorami;
- Lepsza statyka dzięki wspólnemu fundamentowi;
- Lepsza termika procesów technologicznych.

Rodzaje bólu głowy

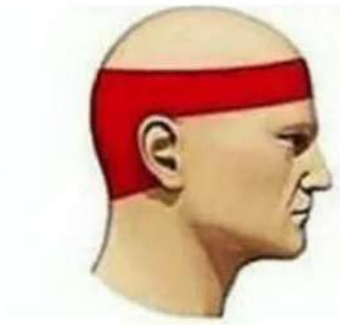
Migrena



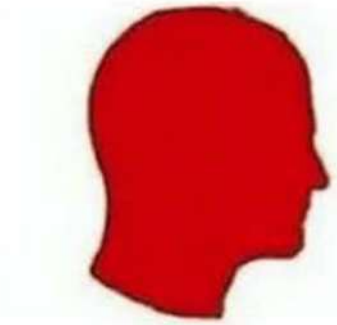
Nadciśnienie



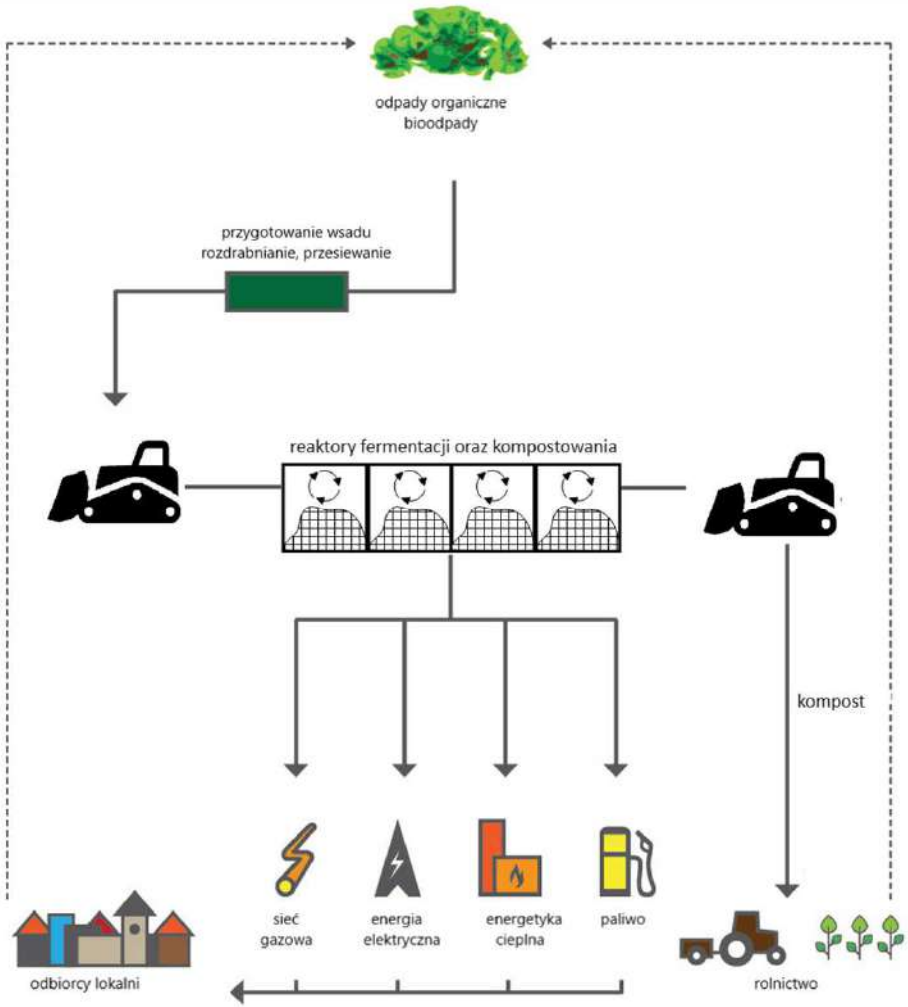
Stres



Otwieranie reaktora fermentacji

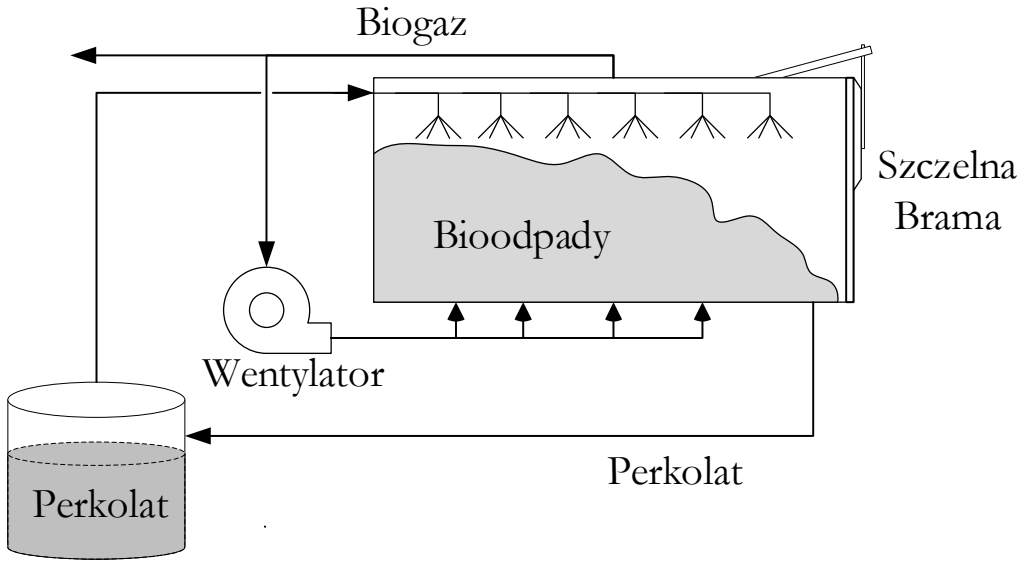


Opracowanie własne



Rys. 11. Schemat poglądowy ciągu technologicznego fermentacji suchej okresowej [opracowanie własne]

Fermentacja sucha okresowa



Rys. 12. Schemat poglądowy reaktora fermentacji okresowej suchej [opracowanie własne]

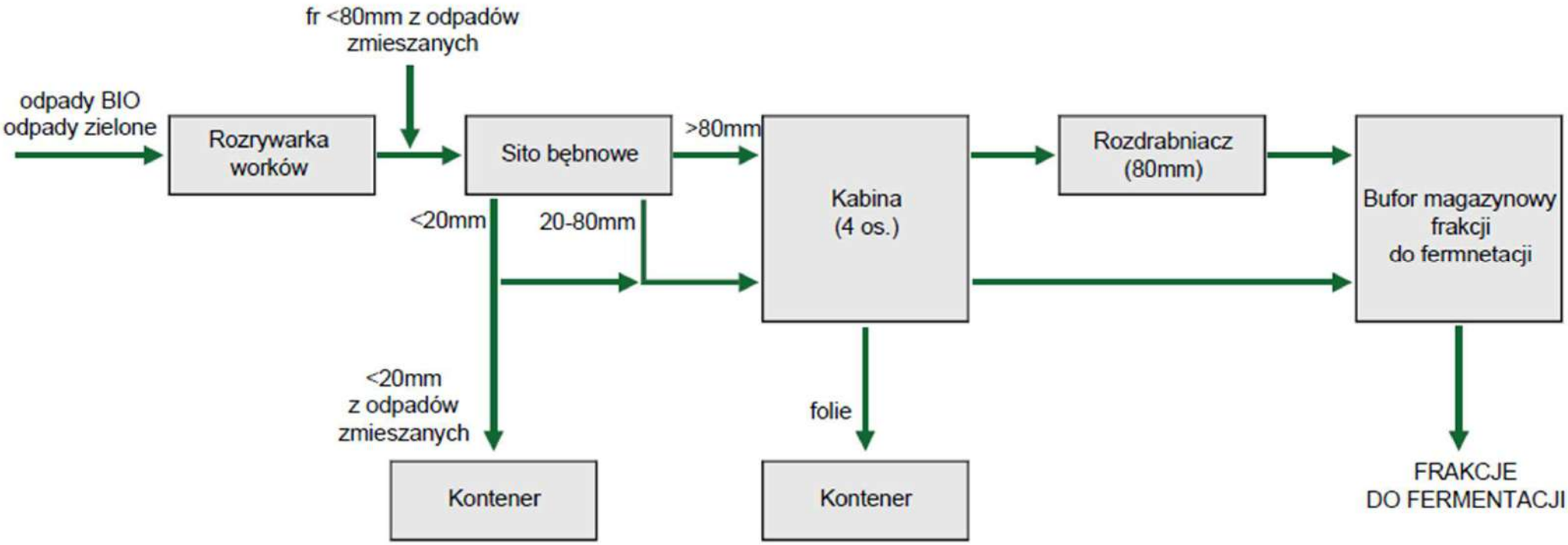
Sucha fermentacja okresowa odpadów o wysokiej zawartości cząstek stałych

Beztlenowa fermentacja odpadów organicznych: kuchennych, zielonych, frakcji organicznej wydzielonej ze zmieszanych odpadów komunalnych

Produkty:

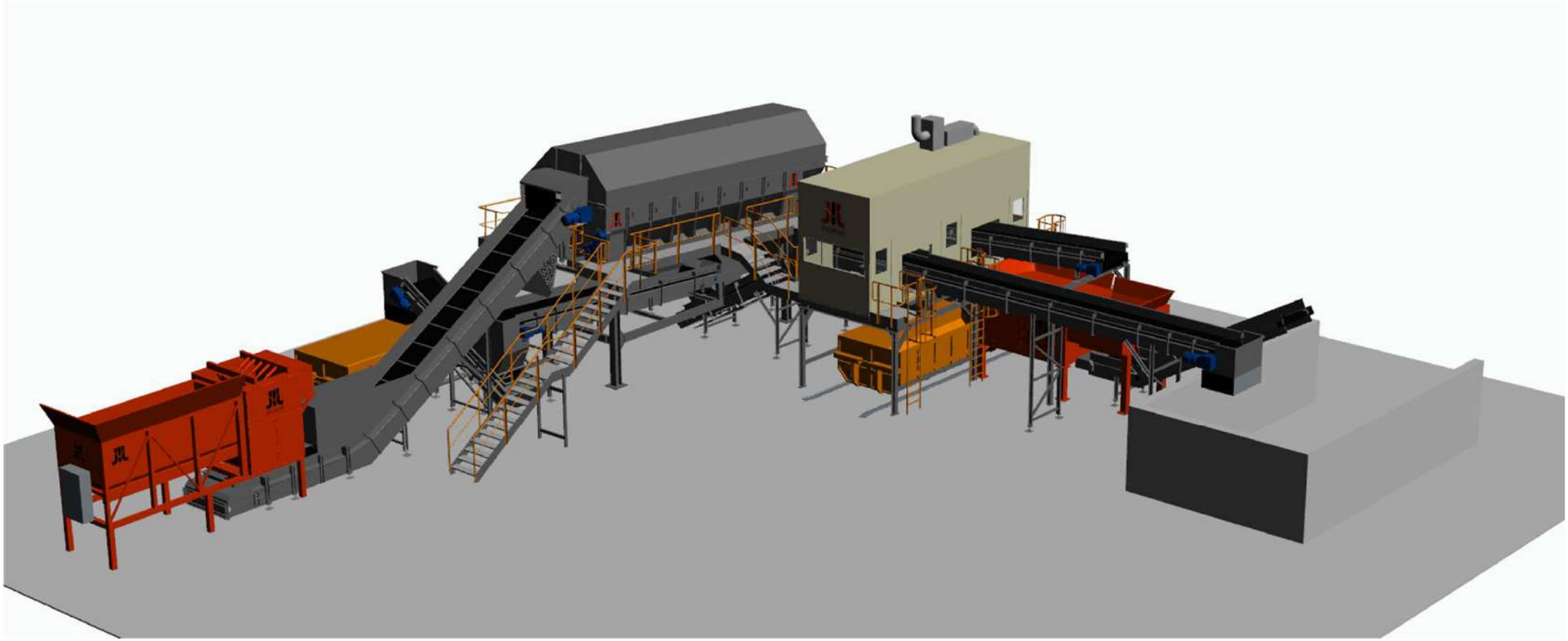
Biogaz, prąd, ciepło, biometan

Przygotowanie wsadu



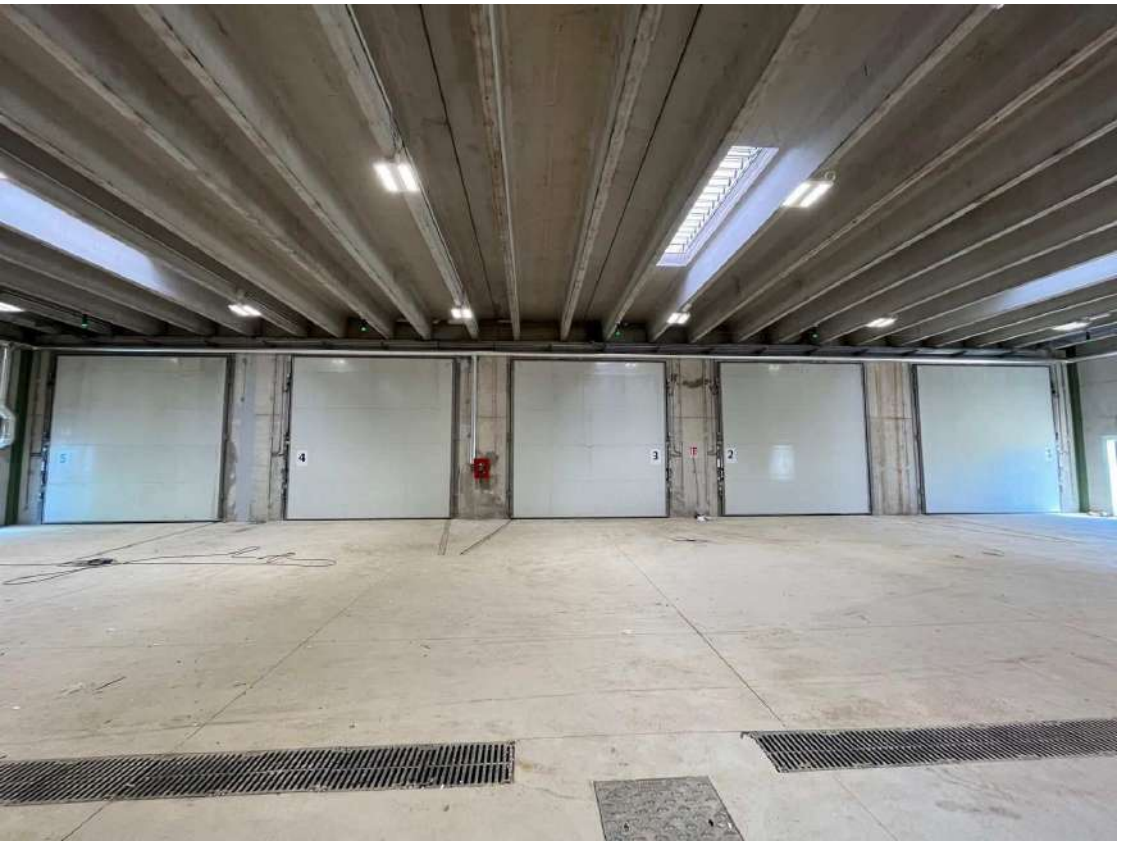
Rys. 13. Schemat poglądowy ciągu technologicznego przygotowania bioodpadów do fermentacji suchej okresowej [opracowanie własne]

Przygotowanie wsadu



Rys. 14. Rysunek poglądowy ciągu technologicznego przygotowania bioodpadów do fermentacji suchej okresowej [opracowanie własne]

Fermentacja sucha okresowa



Fot. 9. Fermentacja okresowa sucha – widok reaktorów



Fot. 10. Fermentacja okresowa sucha – instalacje technologiczne

Fermentacja sucha okresowa

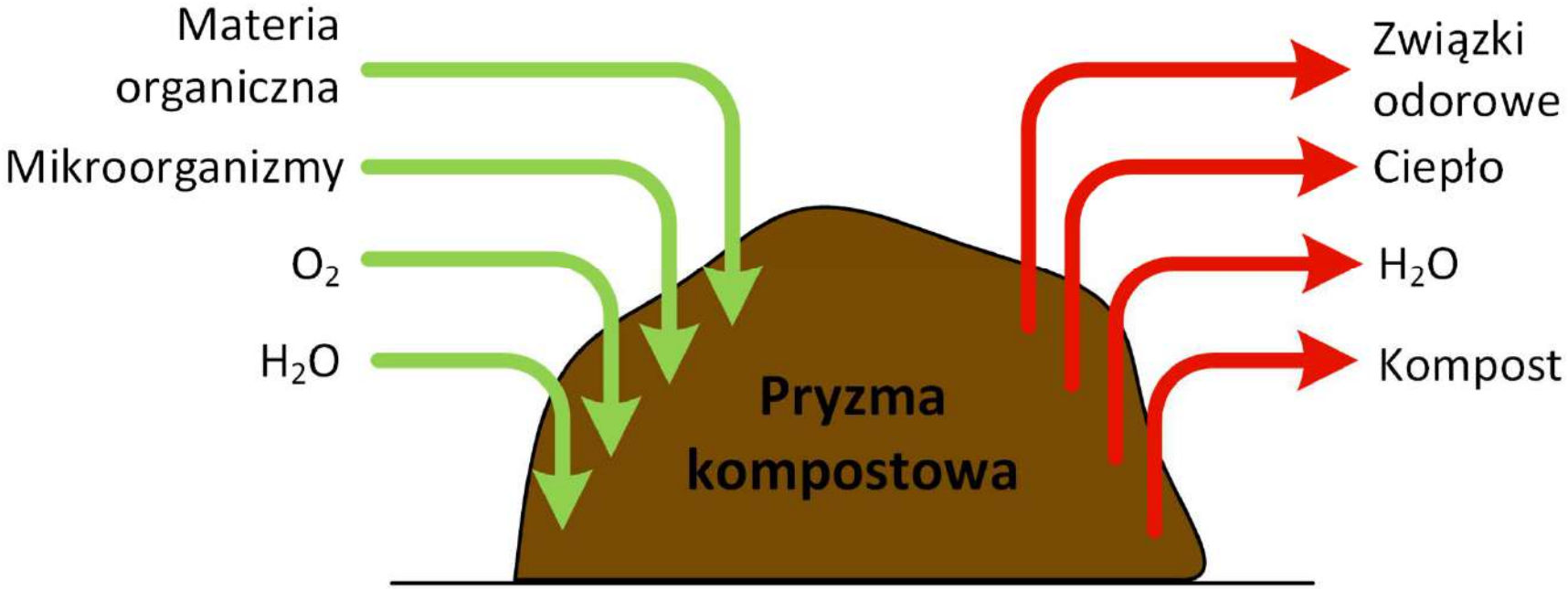


Fot. 11. Fermentacja okresowa sucha – brama reaktora



Fot. 12. Fermentacja okresowa sucha – wnętrze reaktora

Proces kompostowania bioodpadów





Wstępny rozkład
Faza mezofilowa

Intensywny rozkład
Faza termofilowa

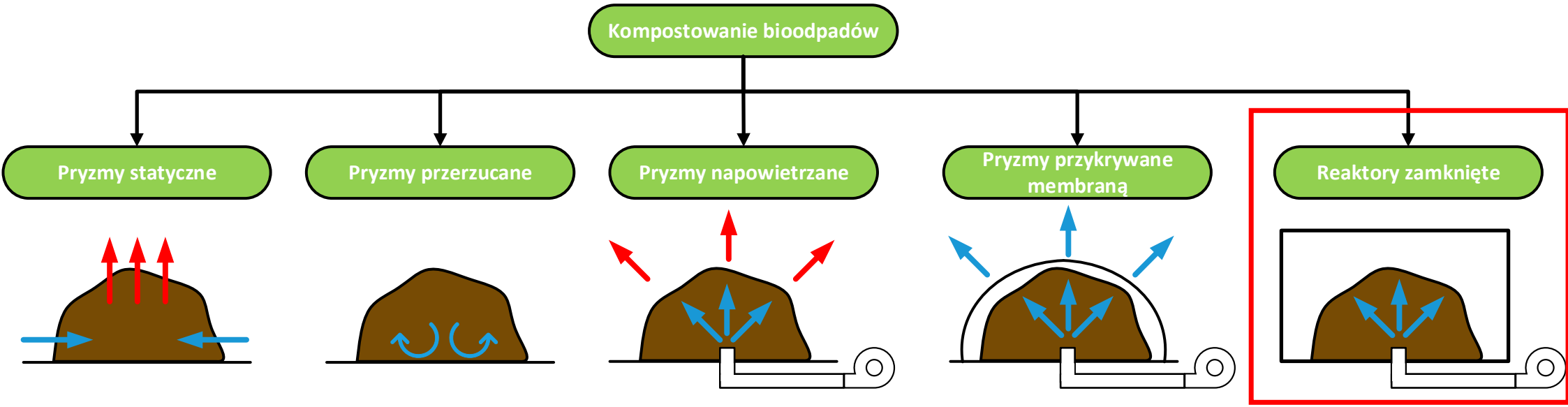
Dojrzewanie
Faza mezofilowa

Mineralizacja
humifikacja



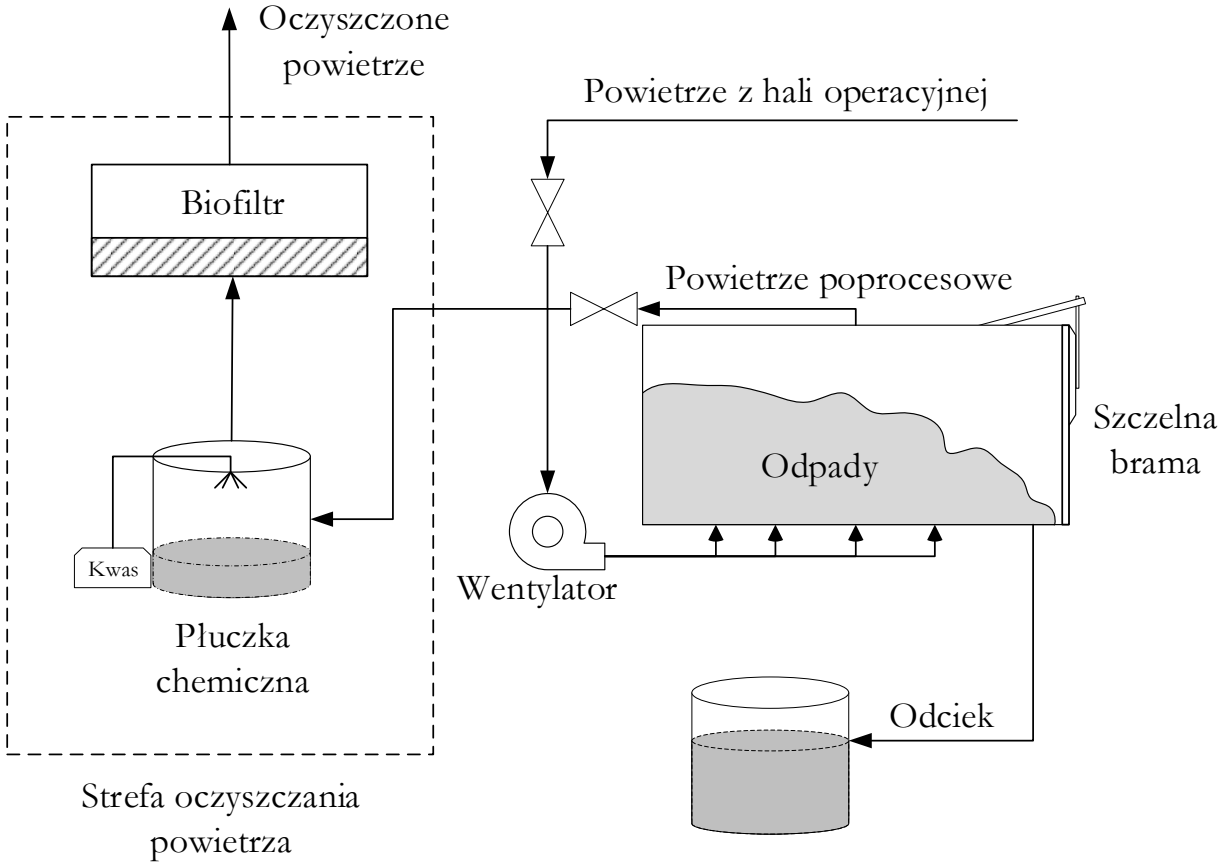
Rys. 15. Schemat poglądowy procesu kompostowania bioodpadów [opracowanie własne]

Technologie tlenowego przetwarzania bioodpadów w Polsce



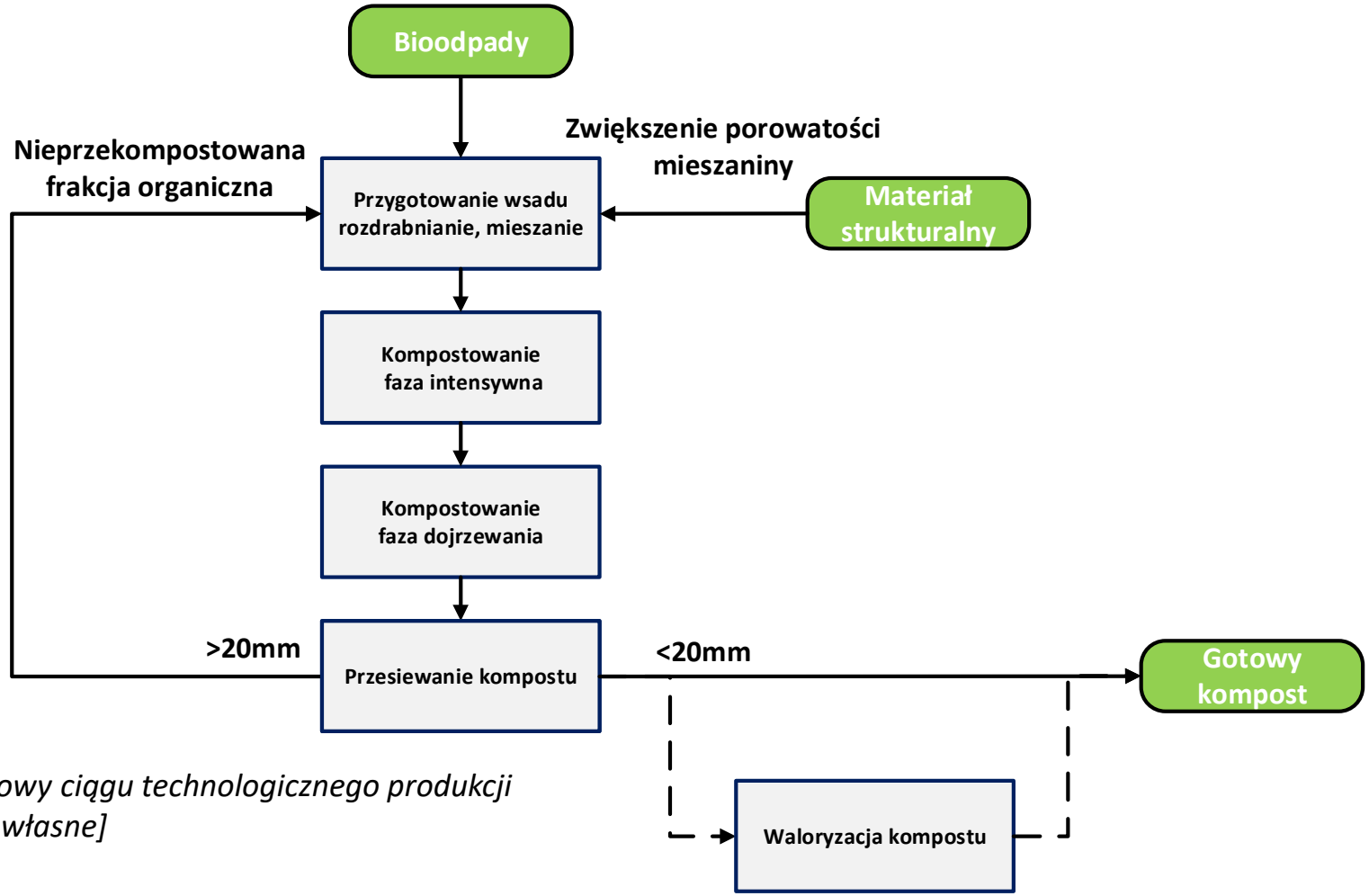
Rys. 16. Schemat poglądowy technologii kompostowania bioodpadów najczęściej występujących w Polsce [opracowanie własne]

Kompostowanie w żelbetowych zamkniętych reaktorach



Rys. 16. Schemat poglądowy technologii kompostowania bioodpadów w reaktorach żelbetowych [opracowanie własne]

Proces kompostowania bioodpadów



Rys. 17. Schemat poglądowy ciągu technologicznego produkcji kompostu [opracowanie własne]

System napowietrzania i odbioru odcieków



Fot. 13. System napowietrzania przed zalaniem posadzki



Fot. 14. System napowietrzania po zalaniu posadzki

System zamykania reaktora



Fot. 15. Bramy przesuwne ręczne



Fot. 16. Bramy zdejmowane/zakładane wózkiem ręcznym

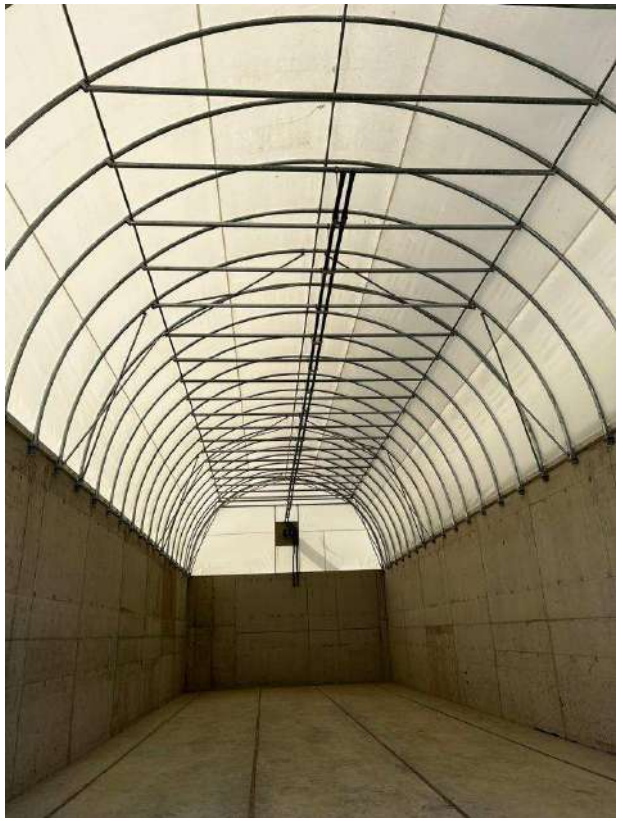
Konstrukcja dachu



Fot. 17. Strop żelbetowy

Korzyści:

- Wytrzymałość



Fot. 18. Lekka konstrukcja stalowa z pojedynczą membraną

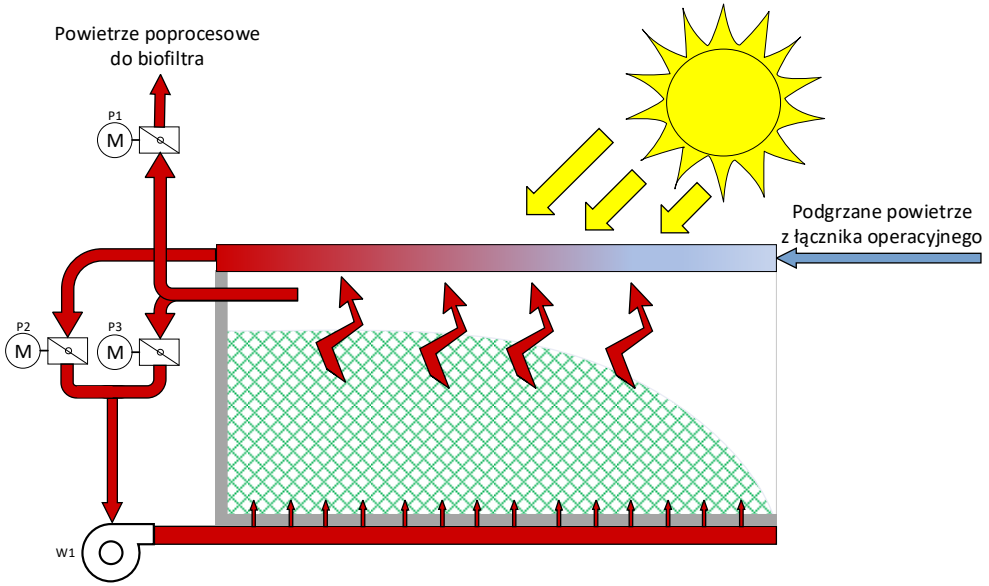
Korzyści:

- Wykorzystanie naturalnego oświetlenia w ciągu dnia;

Konstrukcja dachu



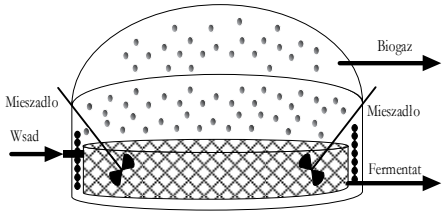
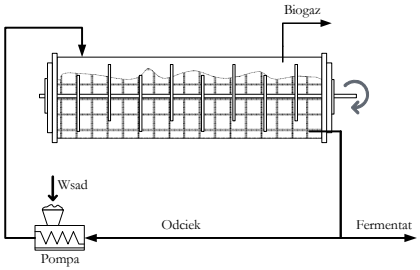
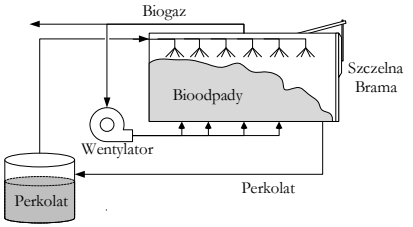
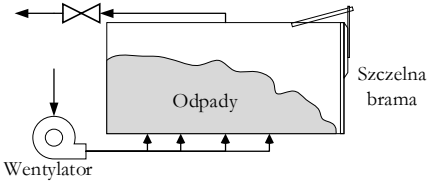
Fot. 19. Dach z podwójną membraną



Korzyści:

- Wykorzystanie naturalnego oświetlenia w ciągu dnia;
- Wstępne podgrzanie powietrza kierowanego do systemu napowietrzania przez promieniowanie słoneczne i przez konwekcję od odpadów;

Porównanie rozwiązań technologicznych

	Fermentacja ciągła mokra	Fermentacja ciągła sucha	Fermentacja okresowa sucha	Kompostowanie okresowe
				
Koszty inwestycyjne	Średnie	Wysokie	Niskie lub średnie	Niskie
Koszty eksploatacyjne	Niskie	Niskie	Średnie lub wysokie	Średnie lub wysokie
Zajmowana powierzchnia	Niska lub średnia	Niska	Duża	Duża
Stopień odfermentowania	Bardzo duży	Duży	Średni	-
Nakłady pracy przy obsłudze	Niskie	Średnie	Duże	Duże lub średnie
Odwadnianie pofermentu	Nie / zależy	Tak / zależy	Brak	Brak
Odporność na zanieczyszczenia	Niska	Średnia	Duża	Duża

Tab. 1. Porównanie rozwiązań technologicznych przetwarzania bioodpadów





Opracowania własne



Autor: mgr inż. Mariusz Siudak
siudak.mariusz@gmail.com
nr tel. 797-814-972