

STRESZCZENIE

**opracowania prezentującego możliwości zmniejszenia uciążliwości
odorowych Zakładu Utylizacyjnego sp. z o.o. w Gdańsku
związanych z funkcjonowaniem ciągu technologicznego
kompostowania odpadów biodegradowalnych**

sierpień 2015

Streszczenie opracowania prezentującego możliwości zmniejszenia uciążliwości odorowych Zakładu Utylizacyjnego sp. z o.o. w Gdańsku związanych z funkcjonowaniem ciągu technologicznego kompostowania odpadów biodegradowalnych

ZAMAWIAJĄCY:

Zakład Utylizacyjny Sp. z o.o.
80-180 Gdańsk
ul. Jabłoniowa 55



WYKONAWCA:

CONSEKO-SAFEGE S.A.
ul. Wiedeńska 11
430-147 Kraków



Kierownik projektu: mgr inż. Maciej Kabulski

Zespół projektu: dr inż. Zbigniew Grabowski
mgr Paweł Kopieć

SPIS TREŚCI

I	WSTĘP	4
II	OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO	5
1	Opis procesu kompostowania	5
2	Źródła odorów	6
III	WARIANTY OGRANICZENIA EMISJI ODORÓW.....	8
1	Zadaszenie placu dojrzewania kompostu (hala).....	9
2	Membrana przykrywająca pryzmy kompostowe	11
3	Autoklawowanie odpadów	13
4	Dodatkowe tunele kompostujące	15
5	Instalacja do fermentacji poprzedzająca kompostowanie	16
6	Podsumowanie SWOT.....	17
IV	REKOMENDACJE	20

I WSTĘP

Niniejsze streszczenie dotyczy opracowania wykonanego przez firmę Conseko-Safege S.A. na zlecenie Zakładu Utylizacyjnego sp. z o.o. w Gdańsku obejmującego analizę możliwości zmniejszenia emisji uciążliwości odorowych Zakładu związanych z istniejącym ciągiem technologicznym kompostowania odpadów biodegradowalnych. Intencją Zakładu jest znaczące ograniczenie wpływu na najbliższe otoczenie (dot. zarówno mieszkańców Gdańska jak i sołectw Kowale oraz Otomin w Gminie Kolbudy).

W opracowaniu przedstawiono analizę obecnego prawodawstwa UE i polskiego związanego z tematyką opracowania, opisano stan istniejący, zaprezentowano i przeanalizowano dostępne opcje technologiczne przy uwzględnieniu infrastruktury Zamawiającego.

Rozważane warianty zostały opisane i przeanalizowane od strony nakładów inwestycyjnych, kosztów eksploatacji i możliwości wdrożenia technologii pod kątem zapotrzebowania na teren i media. Wyniki analiz zostały przedstawione w tabelach SWOT.

Na koniec opisane zostało rekomendowane rozwiązanie ograniczenia emisji odorów wraz z podsumowaniem kwestii omawianych w opracowaniu.

II OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO

1 Opis procesu kompostowania

Kompostownię odpadów komunalnych stanowi zespół kilku obiektów: zamknięty budynek kompostowni, w którym w tunelach prowadzony jest proces przyspieszonego kompostowania poprzez intensywne napowietrzanie; **budynek przeznaczony do oczyszczania i dezodoryzacji powietrza** procesowego poprzez system płuczek, plac dojrzwania kompostu oraz **biofiltr do oczyszczania powietrza**.

W budynku kompostowni znajduje się 14 tuneli do kompostowania, przegrodzonych betonowymi ściankami. Każdy tunel ma 48 m metrów użytkowych długości i 5 m szerokości i jest wyposażony w płytę wentylacyjną zbudowaną z betonowych kanałów z PEHD, zamkniętych przez stalową perforowaną płytę.

Napełnianie tuneli jest realizowane poprzez sukcesywne dostarczanie odpadów na wejściu do tuneli. Załadunek odpadów organicznych przewidzianych do kompostowania następuje za pomocą przenośników załadowniczych. Po całkowitym zapełnieniu 12 tuneli (2 tunele rezerwowo-awaryjne), następuje faza intensywnego kompostowania trwająca minimum 21 dni. Po tym okresie czasu **produkt wywożony jest na plac dojrzwania kompostu** (otwarta przestrzeń), gdzie poddany jest procesowi dojrzwania trwającemu 8 ÷ 10 tygodni.

Na placu dojrzwania kompost układany jest w przyzmy o szerokości 5 m i wysokości 2.4 m. powierzchnia placu wynosi około 20 000 m². Podczas dojrzwania kompost przerzucany jest przynajmniej 1 raz na tydzień. Po procesie dojrzwania kompost (stabilizat) jest doczyszczany na placu doczyszczania. Ten etap procesu ma na celu wydzielenie zanieczyszczeń i elementów zanieczyszczających z otrzymanego produktu.

Podczas fazy intensywnego kompostowania w tunelach, odpady są napowietrzane i przerzucane urządzeniem Backhus. Te dwa działania wykonywane są jednocześnie i mają na celu wytworzenie tlenowych warunków procesu a **uniknięcia procesów beztlenowych, powodujących wytwarzanie metanu i substancji odorowych**.

Napowietrzanie odpadów w tunelach realizowane jest poprzez specjalny system rozprowadzenia powietrza. W dnie tunelu znajdują się płyta powietrzna wykonana z kanałów PEHD osadzonych w płycie. Przyzmy wentylowane są poprzez zasysanie powietrza. Powietrze przechodzi przez przyzmy oraz kanały powietrzne płyty i dalej kierowane jest do systemu oczyszczania.

Napowietrzanie odpadów jest niezbędne dla przebiegu rozkładu właściwego substancji organicznej. Dodatkowo wentylacja przyzm umożliwia regulację jej temperatury i uniknięcia ewentualnego przegrzania (przegrzanie może doprowadzić do przerwania reakcji kompostowania). Napowietrzanie zapewnia utrzymanie temperatury kompostowania w granicach około 65°C niezbędnej dla higienizacji kompostu. Zasysanie części powietrza do kompostowania pozwala na jego wymianę poprawiając tym samym warunki pracy i eksploatacji.

Zarówno budynek sortowni (skąd dostarczana jest znaczna część odpadów przeznaczonych do kompostowania), jak i kompostowania **funkcjonują przy podciśnieniu, co zapobiega niekontrolowanemu wypływowi powietrza poprocesowego na zewnątrz hali** z pominięciem systemu wentylacyjnego. Całość objętości powietrza jest wymieniana w sposób ciągły.

Powietrze zasysane z hal, w których przebiega proces przeróbki odpadów podlega procesowi **dezodoryzacji przy pomocy trzech wodnych płuczek oraz biofiltra, przed wyrzutem na zewnątrz.**

Oprócz napowietrzania pryzm odpadów, dla właściwego przebiegu procesu kompostowania niezbędne jest przerzucanie odpadów znajdujących się w tunelu, ponieważ podczas procesu kompostowania materia organiczna ulega rozkładowi, a pryzmy ulegają naturalnemu osiadaniu, które prowadzi do zatykania systemu napowietrzania. Powietrze służące wentylacji nie może przepływać przez pryzmy w związku z czym reakcja kompostowania jest gwałtownie spowolniona i ze względu na beztlenowy (gnilny) przebieg procesu, tworzą się niepożądane odory.

Podczas przerzucania odpadów następuje homogenizacja (ujednolicenie) składu materii organicznej zawartej w pryzmie. Przerzucanie pozwala na uzyskanie porowatej struktury odpadów, niezbędnej dla prawidłowego przepływu powietrza w każdej pryzmie (wentylacja).

2 Źródła odorów

W wyniku rekomendacji Rady Interesariuszy Zakładu Utylizacyjnego (w jej ramach współpracują przedstawiciele mieszkańców, Rad Dzielnic, eksperci akademicki, władze miasta, zarząd ZU) spółka zleciła specjalistyczne badanie. Zespół Pracowni Zapachowej Jakości Powietrza, Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, w listopadzie 2014 r. dokonał **pomiarów emisji odorów z dwóch źródeł: biofiltra i placu dojrzewania kompostu.** Wyniki badań przedstawiono w opracowaniu pt. „Olfaktometryczna ocena skuteczności dezodoryzacji gazów odlotowych w biofiltrze otwartym oraz oszacowanie emisji zapachowej z placu dojrzewania kompostu w Zakładzie Utylizacyjnym przy ul. Jabłoniowej 55 w Gdańsku”.

W podsumowaniu badań stwierdzono, że:

- Całkowite obciążenie biofiltra szacuje się na 1,5 mln ouE/s (przy założeniu, że powietrze wentylacyjne budynku kompostowni jest całkowicie wymieszane w kolektorze zbiorczym i rozdzielane na trzy identyczne strumienie kierowane do płuczek wodnych, których skuteczność jest porównywalna).
- Strumień zapachowy z budynku kompostowni kierowany do biofiltra pojedynczym kanałem jest rzędu 500 000 ouE/s \pm 100 000 ouE/s (natężenie przepływu \sim 26 000 m³/h; stężenie zapachowe \sim 70 000 ouE/m³ \pm 15 000 ouE/m³).
- **Skuteczność biofiltracji** w procesie dezodoryzacji powietrza wentylacyjnego budynku kompostowni, wstępnie oczyszczonego z użyciem płuczek, **jest wysoka i wynosi ponad 98 %** przy założeniu, że instalacja doprowadzająca powietrze do biofiltra jest szczelna (uwaga: oszacowana wartość nie uwzględnia nieszczelności występujących na

wlocie powietrza do biofiltra – po usunięciu nieszczelności, skuteczność biofiltra może się obniżyć z uwagi na zwiększenie rzeczywistego obciążenia biofiltra).

- Średnia emisja zapachowa z 1 m² powierzchni złoża biofiltra pod koniec września 2014 r. wynosiła 25 ouE/s ± 5 ouE/s, wobec czego biofiltr stanowił źródło emisji zapachowej rzędu 22 500 ouE/s przy założeniu, że instalacja doprowadzająca powietrze do biofiltra jest szczelna (uwaga: oszacowana wartość nie uwzględnia nieszczelności występujących na wlocie powietrza do biofiltra – nieszczelności te znacząco mogą wpływać na uciążliwość zapachową ocenianej instalacji).
- Emisja zapachowa z pryzm utworzonych z frakcji organicznej wysortowanej ze zmieszanych odpadów komunalnych **jest znacznie niższa od emisji z pryzm utworzonych z odpadów mokrych**. Średnia emisja zapachowa z 1 m³ powierzchni pierwszej z nich jest rzędu 100 ouE/s, a drugiej – rzędu 300 ouE/s. W obu przypadkach kompost charakteryzuje się większą emisją w początkowej fazie dojrzewania (wyraźną różnicę zaobserwowano w przypadku frakcji organicznej).
- **Emisja zapachowa z placu dojrzewania kompostu jest rzędu minimum kilku milionów jednostek zapachowych na sekundę** (oszacowana wartość nie uwzględnia chwilowego wzrostu emisji związanego z układaniem i przerzucaniem pryzm).

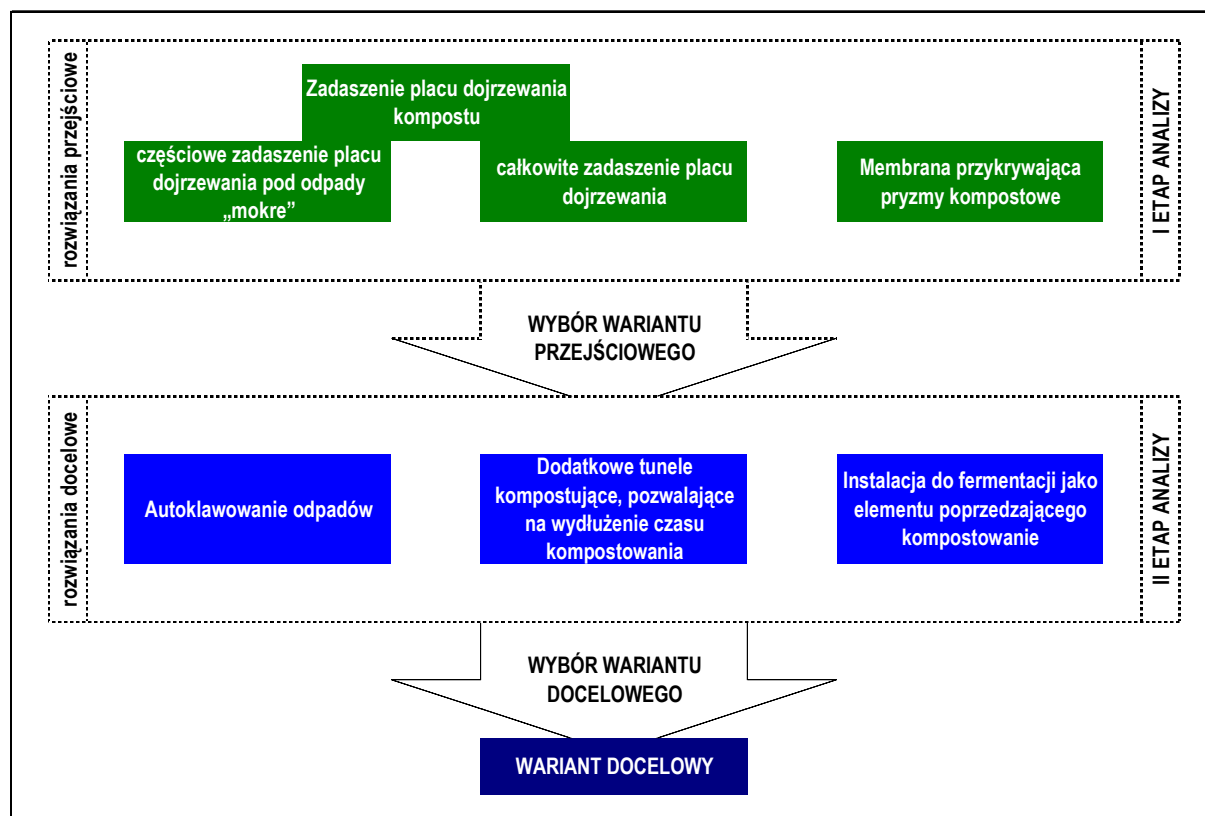
Tak więc pomijając możliwą, incydentalną emisję odorów z hali kompostowania, pojawiającą się przy otwieraniu bramy, **zasadniczym źródłem odorów jest plac dojrzewania kompostu**.

III WARIANTY OGRANICZENIA EMISJI ODORÓW

Rozpatrywano pięć wariantów ograniczenia emisji odorów, z których pierwsze dwa są próbą ograniczenia emisji z placu dojrzwania kompostu, natomiast pozostałe proponują modyfikację obecnie stosowanej technologii lub jej uzupełnienie. Pierwsze dwa warianty należy traktować jako doraźne z możliwością ich wykorzystania jako element wariantu docelowego. Należy też mieć na uwadze i to, że tego typu doraźne rozwiązanie nie będzie mogło być traktowane jako docelowe, o ile proponowane zmiany BREF-u (nowy unijny dokument referencyjny, który ma wyznaczać standardy dla przemysłu) dotyczącego przetwarzania odpadów wejdą w życie. Analizowano następujące warianty:

1. Zadaszenie placu dojrzwania kompostu,
 - 1a. częściowe zadaszenie placu dojrzwania pod odpady „mokre”,
 - 1b. całkowite zadaszenie placu dojrzwania.
2. Membrana przykrywająca przyzmy kompostowe,
3. Autoklawowanie odpadów,
4. Dodatkowe tunele kompostujące, pozwalające na wydłużenie czasu kompostowania,
5. Instalacja do fermentacji jako elementu poprzedzającego kompostowanie frakcji mokrej odpadów.

W pierwszej kolejności analizowano zasadność etapowania rozwiązań, a następnie oceniano docelowe rozwiązania, które – w miarę możliwości – powinny uwzględniać włączenie rozwiązań przejściowych w docelowy wariant realizacyjny. Poniższy schemat przedstawia sposób prowadzenia analizy w ramach przedmiotowego dokumentu.



Punktem odniesienia dla analiz finansowych są ilości odpadów odebranych przez Zakład w roku 2014 oraz alokacja kosztów pomiędzy poszczególne rodzaje odpadów obliczona według stawki za przyjęcie odpadów. Szczegółowo kwestię tą prezentuje poniższa tabela.

Tabela – Odpady odebrane przez Zakład Utylizacyjny sp. z o.o. w roku 2014.

Lp.	Kategoria odpadów	Masa [Mg]	Opłata netto razem w zł/Mg	Alokacja kosztów [zł]	Alokacja kosztów [%]
1	20 01 08 (mokre)	25 805,42	45,00	1 161 244	2,52%
2	20 03 01 A (suche)	83 440,85	277,00	23 113 115	50,18%
3	20 03 01 (zmieszane)	78 645,93	277,00	21 784 922	47,30%

1 Zadaszenie placu dojrzewania kompostu (zamknięta hala)

Ze względu na właściwości kompostu grzejnego, proces kompostowania termofilnego musi zostać dokończony na placu dojrzewania. Oznacza to stworzenie podobnych warunków pod zadaszeniem, jakie panują w tunelu kompostowym. A więc musi być realizowane napowietrzanie i przerzucanie odpadów.

Samo zadaszenie placu dojrzewania nie zmniejszy emisji odorów na zewnątrz. Wiata z zadaszeniem placu powinna być również obudowana po bokach i mieć w miarę szczelne ścianki, wykonane z tworzywa lub lekkich elementów blaszanych. Powinna to być lekka **konstrukcja zamknięta typu hala**.

Dokończenie na placu dojrzewania procesu kompostowania wymaga również intensywnego napowietrzania oraz przerzucania pryzm. W celu zapewnienia odpowiedniego wietrzenia warstwy odpadów,

a) powinna zostać wykonana sieć rurociągów napowietrzających ułożonych w spodzie pryzm lub

b) można to zastąpić przerzucaniem pryzm,

jak również **dla uniemożliwienia emisji odorów poza obręb hali**, należy wykonać sieć rurociągów wyciągowych odsysających zużyte powietrze procesowe razem z odorami, wytwarzającą w hali podciśnienie. Zużyte powietrze przed wyrzutem do atmosfery musi zostać oczyszczone i w tym celu **należy zbudować dodatkowy biofiltr**, którego wielkość zależy będzie od ilości powietrza, a więc od przyjętego wariantu zadaszenia.

Analiza SWOT dla wariantu

	Mocne strony	Słabe strony
Czynniki wewnętrzne	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Brak skomplikowanych rozwiązań technicznych. ➤ Zastosowanie podciśnienia przy napowietrzaniu znacznie ogranicza możliwość emitowania odorów do otoczenia. ➤ Możliwość wykorzystania zadaszanej hali przy realizacji etapu docelowego do napowietrzania stabilizatu. ➤ Znaczne ograniczenie emisji odorów z nieprzekompostowanych odpadów „mokrych”. ➤ Zmniejszenie ilości odcieków kierowanych na osmozę (podczyszczalnia). ➤ Wielofunkcyjność. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utrudniony proces przierzucania pryzm ze względu na warunki panujące w hali, ryzyko wystąpienia wypadku.
	Szanse	Zagrożenia
Czynniki zewnętrzne	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Poprawa jakości powietrza w okolicy. ➤ Akceptowalność społeczna. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ W przypadku braku środków na realizację etapu docelowego, rozwiązanie może spełnić warunek emisyjny, natomiast jako całość instalacji, proces kompostowania może nie spełnić warunku $AT\ 4 < 10$.

2 Membrana przykrywająca pryzmy kompostowe

Zasadniczo technika membranowa stosowana jest do kompostowania odpadów w tunelach lub boksach, z których każdy oddzielnie jest przykrywany półprzepuszczalną membraną. Boksy, zazwyczaj betonowe, o wysokości 1.5 m wyposażone są w zainstalowane w dnie boksu kanały napowietrzające będące równocześnie kanałami odprowadzającymi odcieki.

Proces kompostowania trwa 6 tygodni i w całości jest przeprowadzany pod membranami i w tym okresie, zazwyczaj po upływie 3 tygodni, odbywa się jedno przetrzucenie odpadów z boksu do boksu. Proces stabilizacji frakcji 0 ÷ 80 mm trwa 10 tygodni w całości pod membranami z dwoma przetrzuceniami, po 5 i 8 tygodniach). Równocześnie pod membraną prowadzone jest kontrolowane napowietrzanie pryzm. Proces ten jest monitorowany przez pomiar temperatury, aby zapewnić pełną higienizację stabilizowanego materiału.

Napowietrzanie warstwy odpadów odbywa się przez wentylatory tłoczące powietrze poprzez kanały napowietrzające do złoża odpadów w boksach. Tak więc w boksach przykrytych membraną panuje nadciśnienie i od szczelności przylegania membrany do ścian boksów zależy czy nie będzie następowało wybijanie na zewnątrz zużytego, uciążliwego zapachowo powietrza poprocesowego..

Dla uniknięcia emisji odorów do atmosfery, boksy mogą być wyposażone w wentylację wyciągową usuwającą do otoczenia zużyte powietrze przez system oczyszczania w biofiltrze.

Analiza SWOT dla wariantu

	Mocne strony	Słabe strony
Czynniki wewnętrzne	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Najniższe nakłady inwestycyjne (spośród proponowanych wariantów). ➤ Brak budowy kubaturowej. ➤ Możliwość szybkiego demontażu 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Membrana nie rozwiązuje problemów z odorami. ➤ Membrana nie powoduje reakcji związków odorowych a jedynie w małym stopniu są one wypłukiwane wraz z wilgocią. ➤ Odkrywanie przyzmy przy przrzucaniu odpadów pod membraną, ewentualnie przrzucanie odpadów na plac dojrzewania, powoduje emisję zgromadzonych pod czasą substancji odorowych. ➤ Może wystąpić problem z ptactwem (odchody ptaków zatykające pory membrany, dziurawienie membran). ➤ Niszczenie membran przy zakładaniu i zdejmowaniu. ➤ Brak pełnej kontroli nad przebiegiem procesu.
	Szanse	Zagrożenia
Czynniki zewnętrzne	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Proste rozwiązanie techniczne, ➤ Łatwość i krótki czas wdrożenia 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nieodczuwalny efekt poprawy jakości powietrza w stosunku do poniesionych nakładów.

3 Autoklawowanie odpadów

Po wstępnym przygotowaniu odpady ładowane są do komory autoklawu RotoSTERIL BEG 7000. Tam zachodzi proces sterylizacji. Proces autoklawowania prowadzony jest w autoklawach okresowych, tzn. pusta komora autoklawu napełniana jest wsadem odpadów, następnie zachodzi obróbka cieplna, a po jej zakończeniu wysterylizowane odpady usuwane są z autoklawu. Taki cykl powtarzany jest wielokrotnie. Po umieszczeniu odpadów w autoklawie i jego szczelnym zamknięciu, wstrzykiwana jest para wodna pod ciśnieniem od 5 do 7 barów. Konstrukcja komory reaktora umożliwia mieszanie odpadów w trakcie obróbki cieplnej. Warunki takie utrzymywane są przez około 3 godziny, po czym ciśnienie jest obniżane, a odpady są usuwane z komory.

W wyniku obróbki cieplnej parą pod ciśnieniem surowce wtórne są czyste, gdyż zostały pozbawione etykiet oraz zabrudzeń materia organiczną. Poprocesowa mieszanina zawiera także rozwłókniony papier, karton oraz odpady kuchenne i frakcję mineralną, głównie piasek, kamienie, szkło i ceramikę.

Proces autoklawowania zachodzi w temperaturze od 120 do 160 °C, dlatego możliwe jest efektywne zabicie (sterylizacja) wszystkich bakterii obecnych w odpadach. Niweluje się dzięki temu uciążliwość zapachową przetwarzanych odpadów. Dodatkową zaletą jest zmniejszenie objętości odpadów w wyniku obróbki cieplnej o około 60 % oraz masy o około 15%. Ułatwia to magazynowanie, transport i dalsze mechaniczne przetwarzanie wysterylizowanych odpadów.

Analiza SWOT dla wariantu

	Mocne strony	Słabe strony
Czynniki wewnętrzne	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hermetyzacja procesu. ➤ Brak odorów w fazie sterylizacji. ➤ Brak drobnoustrojów. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Proces częściowo rozwiązuje problem odpadów bio. ➤ Brak redukcji masy organicznej i węgla w procesie, co w przypadku braku możliwości wykorzystania produktu, uniemożliwi składowanie na składowisku. ➤ Brak redukcji substancji organicznej powoduje w przypadku magazynowania produktów, możliwość pojawienia się procesów fermentacyjnych a więc i odorów. ➤ Nie sprawdzona na szeroką skalę technologia. ➤ Jedno wdrożenie w Polsce o mniejszej przepustowości. ➤ Wysokie nakłady inwestycyjne. ➤ Duża energochłonność.
	Szanse	Zagrożenia
Czynniki zewnętrzne	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rozwój rynku na produkty po autoklawizacji. ➤ Ustanowienie przepisów prawa sankcjonujących działanie instalacji w technologii autoklawowania. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Brak odbiorców produktu ➤ Wątpliwa jakość produktu. ➤ Brak przepisów dopuszczających technologię do stosowania. ➤ Brak ciągłości procesu technologicznego. ➤ Tylko czasowe ograniczenie odorów. ➤ Ryzyko wystąpienia poważnych awarii. ➤ Technologia nie jest dedykowana do przetwarzania frakcji bio pochodzącej z systemu dualnego. ➤ Brak konkurencji na rynku w zakresie dostawcy technologii.

4 Dodatkowe tunele kompostujące

Dobudowanie dodatkowych tuneli w kompostowni pozwoli wydłużyć czas kompostowania i przebywania odpadu w zamkniętej hali.

Analiza SWOT dla wariantu

	Mocne strony	Słabe strony
Czynniki wewnętrzne	<ul style="list-style-type: none">➤ Realizacja znanej i opanowanej przez Zakład technologii.➤ Bezobsługowy proces technologiczny.➤ Zmniejszenie ilości odcieków kierowanych do podczyszczalni.	<ul style="list-style-type: none">➤ Awarie powodują zatrzymanie możliwości załadunku bądź wyładunku kompostowni.➤ Środowisko mające wpływ na częstą awarię urządzeń.➤ Wysokie koszty eksploatacyjne.
	Szanse	Zagrożenia
Czynniki zewnętrzne	<ul style="list-style-type: none">➤ Możliwość produkcji certyfikowanego kompostu.➤ Poprawa jakości powietrza w okolicy.	<ul style="list-style-type: none">➤ Długi i skomplikowany proces wdrażania inwestycji.

5 Instalacja do fermentacji poprzedzająca kompostowanie

Kolejnym rozwiązaniem umożliwiającym ograniczenie emisji odorów jest budowa instalacji do fermentacji metanowej odpadów „mokrych”, stwarzających zasadnicze problemy emisyjne. Dla odpadów „mokrych” proponowany jest proces metanizacji suchej przebiegający w warunkach niskiego uwodnienia 35% s.m. (40–20% s.m.), która pozwala na znaczne zmniejszenie objętości reaktora w porównaniu do fermentacji przebiegającej w warunkach dużej wilgotności. Podczas procesu fermentacji wytwarzany jest biogaz, który może być wykorzystany na własne potrzeby ZU (w bioelektrowni). Po procesie metanizacji otrzymuje się fermentat, który posiada jeszcze znaczną ilość węgla (AT 4 powyżej 10) i wymaga procesu kompostowania.

Analiza SWOT dla wariantu

	Mocne strony	Słabe strony
Czynniki wewnętrzne	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lepsza stabilizacja (przyspieszenie procesu, lepsza efektywność) i zmniejszenie uciążliwości odorowej w stosunku do metod tlenowych. ➤ Sprawdzona technologia. ➤ Energia pozyskiwana dzięki wykorzystaniu biogazu. ➤ Produkcja energii elektrycznej i ciepłej, obniżenie kosztów eksploatacji. ➤ Wykorzystanie infrastruktury funkcjonującej już w zakładzie (bioelektrownia). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Wysokie nakłady inwestycyjne. ➤ Wrażliwość instalacji na jakość i czystość odpadów. ➤ Niewielkie awarie mogą powodować zakłócenia w pracy instalacji, a w konsekwencji zwiększyć odorowość.
	Szanse	Zagrożenia
Czynniki zewnętrzne	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zdecydowana poprawa jakości powietrza. ➤ Stworzenie spójnego procesu unieszkodliwiania odpadów mokrych. ➤ Możliwość uzyskania dofinansowania z UE. ➤ Możliwość wdrożenia inwestycji w formie PPP co uwiarygadnia stosowaną technologię. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Długi i skomplikowany proces wdrożenia inwestycji. ➤ Dotychczasowe wdrożenia w Polsce obciążone problemami eksploatacyjnymi.

Analiza kosztowa wariantów

Lp.	Szacunkowe dane finansowe	Jednostka	Hala	Membrany	Autoklawizacja	Dodatkowe tunele	Fermentacja	Hala + Fermentacja
1	Nakłady inwestycyjne	PLN	12 mln	8 mln	24 mln	47 mln	35 - 40 mln zł	47 - 52 mln
2	Nakłady na Mg	PLN/Mg	400	270	800	1570	1170-1333	1570-1733
3	Roczne koszty eksploatacji	PLN/rok	1 mln	1,6 - 2 mln	3 mln	1 mln	2,4 – 3 mln	3,4 – 4 mln
4	Koszty eksploatacji na Mg	PLN/Mg	33	53 – 66	100	33	80 – 100	113 – 133
5	Przychody na Mg	PLN/Mg	-	-	-	-	58	58
6	Cena odpadów na bramie - mokre	PLN	46,76	47,08	49,49	49,04	48,05	49,81
7	Cena odpadów na bramie - suche	PLN	287,83	289,83	304,66	301,86	295,77	306,60
8	Cena odpadów na bramie - zmieszane	PLN	287,83	289,83	304,66	301,86	295,77	306,60
9	Procentowy wzrost ceny odpadów	%	3,9%	4,6%	10,0%	9,0%	6,8%	10,7%

6 Podsumowanie SWOT

	Mocne strony (S)	Słabe strony (W)	Szanse (O)	Zagrożenia (T)
Hala	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Brak skomplikowanych rozwiązań technicznych. ➤ Zastosowanie podciśnienia przy napowietrzaniu znacznie ogranicza możliwość emitowania odorów do otoczenia. ➤ Możliwość wykorzystania zadaszanej hali przy realizacji etapu docelowego do napowietrzania stabilizatu. ➤ Znaczne ograniczenie emisji odorów z nieprzekompostowanych odpadów „mokrych”. ➤ Zmniejszenie ilości odcieków kierowanych na osmozę ➤ Wielofunkcyjność. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utrudniony proces przetrucania przym ze względu na warunki panujące w hali, ryzyko wystąpienia wypadku. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Poprawa jakości powietrza w okolicy. ➤ Akceptowalność społeczna. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ W przypadku braku środków na realizację etapu docelowego, rozwiązanie może spełnić warunek emisyjny, natomiast jako całość instalacji, proces kompostowania może nie spełnić warunku AT 4 < 10.

Membrany	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Najniższe nakłady inwestycyjne (spośród proponowanych wariantów). ➤ Brak budowy kubaturowej. ➤ Możliwość szybkiego demontażu 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Membrana nie rozwiązuje problemów z odorami. ➤ Membrana nie powoduje reakcji związków odorowych a jedynie w małym stopniu są one wypłukiwane wraz z wilgocią. ➤ Odkrywanie przyzmy przy przrzucaniu odpadów pod membraną, ewentualnie przrzucanie odpadów na plac dojrzewania, powoduje emisję zgromadzonych pod czaszą substancji odorowych. ➤ Może wystąpić problem z ptactwem (odchody ptaków zatykające pory membrany, dziurawienie membran). ➤ Niszczanie membran przy zakładaniu i zdejmowaniu. ➤ Brak pełnej kontroli nad przebiegiem procesu. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Proste rozwiązanie techniczne, ➤ Łatwość i krótki czas wdrożenia 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nieodczuwalny efekt poprawy jakości powietrza w stosunku do poniesionych nakładów.
Autoklawizacja	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hermetyzacja procesu. ➤ Brak odorów w fazie sterylizacji. ➤ Brak drobnoustrojów. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Proces częściowo rozwiązuje problem odpadów bio. ➤ Brak redukcji masy organicznej i węgla w procesie, co w przypadku braku możliwości wykorzystania produktu, uniemożliwi składowanie na składowisku. ➤ Brak redukcji substancji organicznej powoduje w przypadku magazynowania produktów, możliwość 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rozwój rynku na produkty po autoklawizacji. ➤ Ustanowienie przepisów prawa sankcjonujących działanie instalacji w technologii autoklawowania. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Brak odbiorców produktu ➤ Wątpliwa jakość produktu. ➤ Brak przepisów dopuszczających technologię do stosowania. ➤ Brak ciągłości procesu technologicznego. ➤ Tylko czasowe ograniczenie odorów. ➤ Ryzyko wystąpienia poważnych awarii. ➤ Technologia nie jest dedykowana do przetwarzania frakcji bio

		<p>pojawienia się procesów fermentacyjnych a więc i odorów.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Niesprawdzona na szeroką skalę technologia. ➤ Jedno wdrożenie w Polsce o mniejszej przepustowości. ➤ Wysokie nakłady inwestycyjne. ➤ Duża energochłonność. 		<p>pochodzącej z systemu dualnego.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Brak konkurencji na rynku w zakresie dostawcy technologii.
Dodatkowe tunele	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Realizacja znanej i opanowanej przez Zakład technologii. ➤ Bezobsługowy proces technologiczny. ➤ Zmniejszenie ilości odcieków kierowanych do podczyszczalni. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Awarie powodują zatrzymanie możliwości załadunku bądź wyładunku kompostowni. ➤ Środowisko mające wpływ na częstą awarię urządzeń. ➤ Wysokie koszty eksploatacyjne. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Możliwość produkcji certyfikowanego kompostu. ➤ Poprawa jakości powietrza w okolicy. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Długi i skomplikowany proces wdrażania inwestycji.
Fermentacja	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lepsza stabilizacja (przyspieszenie procesu, lepsza efektywność) i zmniejszenie uciążliwości odorowej w stosunku do metod tlenowych. ➤ Sprawdzona technologia. ➤ Energia pozyskiwana dzięki wykorzystaniu biogazu. ➤ Produkcja energii elektrycznej i ciepłej, obniżenie kosztów eksploatacji. ➤ Wykorzystanie infrastruktury funkcjonującej już w zakładzie (bioelektrownia). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Wysokie nakłady inwestycyjne. ➤ Wrażliwość instalacji na jakość i czystość odpadów. ➤ Niewielkie awarie mogą powodować zakłócenia w pracy instalacji, a w konsekwencji zwiększyć odorowość. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zdecydowana poprawa jakości powietrza. ➤ Stworzenie spójnego procesu unieszkodliwiania odpadów mokrych. ➤ Możliwość uzyskania dofinansowania z UE. ➤ Możliwość wdrożenia inwestycji w formie PPP co uwiarygadnia stosowaną technologię. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Długi i skomplikowany proces wdrożenia inwestycji. ➤ Dotychczasowe wdrożenia w Polsce obarczone problemami eksploatacyjnymi.

IV REKOMENDACJE

Jak wynika z przeprowadzonej analizy kryterialnej, dla zapewnienia redukcji uciążliwości zapachowej, ale także wymagań emisyjnych jakie w przyszłości będą stawiane metodom przetwarzania odpadów (dokumenty BREF), najkorzystniejszy wydaje się wybór docelowej metody jaką jest sucha fermentacja odpadów. Do instalacji przetwarzania trafiałaby cała masa tj. 30 000 Mg/rok odpadów mokrych. Po procesie metanizacji powstały fermentat powinien trafić do dalszej stabilizacji. Posiada on wskaźnik AT 4 w wysokości poniżej 20, a więc niższy niż stabilizat obecnie opuszczający tunele kompostowe i posiada znacznie zredukowany potencjał odorowy.

Rozwiązanie doraźne, ograniczające uciążliwość zapachową i które może być wykorzystane w przyszłości, to częściowe „zadaszenie placu” dojrzewania kompostu (hala), gdzie odpady „mokre” „dokończyłyby” proces stabilizacji rozpoczęty w tunelach. W przyszłości „zadaszenie” mogłoby być wykorzystywane do napowietrzania i stabilizacji fermentatu po suchej metanizacji odpadów „mokrych”. „Zwolnione” od odpadów „mokrych” tunele kompostownicze wykorzystywane byłyby na efektywniejszą (dłuższą) stabilizację odpadów zmieszanych.

Z kryterialnej analizy punktowej wynika, że technologia fermentacji metanowej jest bardziej korzystna niż budowa nowych tuneli kompostujących z przeznaczeniem dla kompostowania odpadów „mokrych”. Jest nowocześniejsza i rekomendowana w Europie do stosowania, a co istotniejsze będzie uzupełnieniem procesu kompostowania/stabilizacji tlenowej. Nie jest technologią konkurencyjną - fermentacja stanowić będzie bowiem pierwszy etap procesu stabilizacji, w którym oprócz zmniejszania udziału substancji organicznej wytwarzana będzie energia elektryczna i ciepła.

Realizacja rekomendowanego wariantu będzie się wiązać ze zwiększeniem ceny odpadów o ok. 10,7% w przeliczeniu na masę przyjmowanych odpadów. Szczegóły i podsumowanie efektów finansowo-ekonomicznych rekomendowanego wariantu znajdują się poniżej..

Tabela - Podsumowanie efektów finansowo-ekonomicznych realizacji rekomendowanego rozwiązania w zakresie ograniczenia emisji odorów

Zadaszenie placu dojrzewania kompostu (hala) + Instalacja do fermentacji poprzedzająca kompostowanie		Wartość
Nakłady netto [zł]		47 000 000,00
Koszty amortyzacji [zł/rok] (15 lat)		3 133 333,33
Koszty eksploatacji netto [zł/rok]		3 500 000,00
Korekta o przychody netto ze sprzedaży energii elektrycznej i energii cieplnej [zł/rok]		-1 712 240,00
Razem koszty operacyjne [zł/rok]		4 921 093,33
Wpływ na cenę odpadów [zł/Mg]	20 01 08 (mokre)	4,81
	20 03 01 A (suche)	29,60
	20 03 01 (zmieszane)	29,60
Cena odpadów w scenariuszu z realizacją przedsięwzięcia [zł/Mg]	20 01 08 (mokre)	49,81
	20 03 01 A (suche)	306,60
	20 03 01 (zmieszane)	306,60

Poniżej na wykresach zaprezentowano w układzie 15-letnim różnice w wysokości cen odpadów „na bramie” w odniesieniu do 3 analizowanych wariantów finansowania:

- 1) Wariant 1 - realizacja całości inwestycji bez angażowania zewnętrznych zwrotnych źródeł finansowania,
- 2) Wariant 2 - realizacja inwestycji z zaangażowaniem zewnętrznych zwrotnych źródeł finansowania na poziomie 50% wartości nakładów,
- 3) Wariant 3 - realizacja inwestycji z zaangażowaniem zewnętrznych zwrotnych źródeł finansowania na poziomie 100% wartości nakładów.

W analizie posłużono się uproszczonym założeniem dotyczącym warunków pożyczki/kredytu, w oparciu o zasady WFOŚiGW w Gdańsku, mając przy tym na względzie, że oferta Funduszu może ulec w najbliższych latach zmianom w odniesieniu do aktualnych warunków. Ostrożnie założono zatem, że możliwe będzie pozyskanie finansowania na okres 10 lat spłaty rat, przy oprocentowaniu równym 3%, na tych założeniach budując projekcję cen w okresie 15-letnim dla każdego z wariantów. Wyniki zaprezentowano w poniższej tabeli:

Tabela - Wpływ struktury finansowania inwestycji na cenę odpadów „na bramie” w 15-letnim horyzoncie czasu dla rekomendowanego rozwiązania w zakresie ograniczenia emisji odorów

Rok	Cena odpadów - 20 01 08 (mokre) [zł/Mg]			Cena odpadów - 20 03 01 A (suche) [zł/Mg]			Cena odpadów - 20 03 01 (zmieszane) [zł/Mg]		
	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
2017	49,81	50,46	51,12	306,60	310,62	314,65	306,60	310,62	314,65
2018	50,89	51,47	52,06	313,26	316,86	320,45	313,26	316,86	320,45
2019	51,95	52,47	52,98	319,81	322,98	326,15	319,81	322,98	326,15
2020	53,05	53,49	53,94	326,54	329,28	332,03	326,54	329,28	332,03
2021	54,18	54,55	54,93	333,48	335,80	338,12	333,48	335,80	338,12
2022	55,34	55,65	55,95	340,64	342,53	344,43	340,64	342,53	344,43
2023	56,54	56,78	57,02	348,03	349,51	350,98	348,03	349,51	350,98
2024	57,78	57,95	58,12	355,67	356,72	357,78	355,67	356,72	357,78
2025	59,06	59,17	59,27	363,57	364,20	364,83	363,57	364,20	364,83
2026	60,39	60,42	60,46	371,73	371,94	372,15	371,73	371,94	372,15
2027	61,76	61,76	61,76	380,15	380,15	380,15	380,15	380,15	380,15
2028	63,17	63,17	63,17	388,86	388,86	388,86	388,86	388,86	388,86
2029	64,63	64,63	64,63	397,85	397,85	397,85	397,85	397,85	397,85
2030	66,14	66,14	66,14	407,13	407,13	407,13	407,13	407,13	407,13
2031	67,70	67,70	67,70	416,72	416,72	416,72	416,72	416,72	416,72

Jak wynika z powyższych zestawień, ceny będą osiągać najwyższe wartości w przypadku Wariantu 3, a różnice w odniesieniu do Wariantu 1 pojawią się głównie w okresie kredytowania i będą w swoim maksymalnym punkcie wynosić ok. 1,17 zł/Mg w przypadku odpadów mokrych oraz 7,20 zł/Mg w przypadku pozostałych kategorii odpadów.