

**Zamawiający:**

Zakład Gospodarki Odpadami Komunalnymi Sp. z o.o.  
ul. Lubelska 53, 10-410 Olsztyn

**Opis potrzeb i wymagań zamawiającego**

**1. Wstęp**

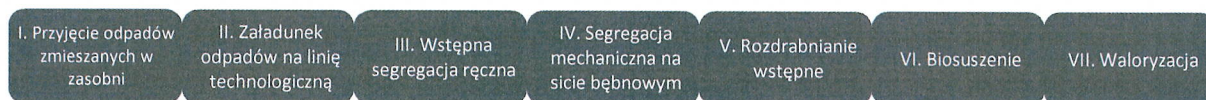
Stosowane w Polsce metody przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych są najczęściej kombinacją procesów mechanicznych i biologicznych. Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów (MBP) polega na zmniejszeniu strumienia odpadów kierowanych do składowania poprzez mechaniczne wydzielenie frakcji użytkowych oraz przetworzeniu wydzielonej frakcji organicznej metodami biologicznymi. Konieczność zastosowania metod biologicznych wynika najczęściej z właściwości wydzielonej frakcji organicznej. Składowanie tej frakcji bez obróbki wstępnej, w szczególności w izolacji od innych rodzajów odpadów, wiąże się ze zwiększeniem zagrożenia sanitarno-epidemiologicznego składowiska i z tego powodu pozostaje ostatnim stopniem w hierarchii postępowania z odpadami (Art. 17 Ustawy z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach).

Najczęściej stosowaną technologią w procesach mechaniczno-biologicznego przetwarzania w Polsce jest kompostowanie oraz stabilizacja tlenowa. W procesach tych warunki powietrzno-gazowe, temperaturowe oraz uwodnienie optymalizuje się ze względu na intensyfikację mineralizacji materii organicznej powodującej spadek kaloryczności stabilizowanych odpadów. Istnieje możliwość zachowania potencjału energetycznego wydzielonej frakcji organicznej poprzez ograniczenie procesów rozkładu i wykorzystanie produktu końcowego jako paliwa alternatywnego. Osiąga się to poprzez szybkie obniżenie wilgoci w wydzielonej frakcji organicznej w procesie biosuszenia. Celem biosuszenia w mechaniczno-biologicznym przetwarzaniu odpadów jest produkcja paliwa alternatywnego przy możliwie najkrótszym czasie zatrzymania odpadów w reaktorze. W technologiach komercyjnych biosuszenie wydzielanej mechanicznie frakcji organicznej trwa 7-15 dni, w ciągu których następuje spadek wilgotności o około 25-30 % masy, co prowadzi do zawartości wilgoci poniżej 20 % masy całkowitej odpadu i wzrostu kaloryczności o 30-40 %.

**2. Charakterystyka Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Komunalnych w Olsztynie**

Przykładem instalacji MBP opartej o proces biosuszenia jest Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Komunalnych w Olsztynie. Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Komunalnych w Olsztynie (ZUOK) jest jedną z 13 instalacji znajdujących się na terenie województwa, w tym jedną z 7 instalacji

MBP. Zdolność przerobowa ZUOK wynosi 151 000 Mg/rok, przy czym obejmuje ona zarówno przetwarzanie odpadów zmieszanych (125 000 Mg/rok), jak również zebranych selektywnie odpadów opakowaniowych (16 000 Mg/rok). Ciąg techniczno-technologiczny przetwarzania odpadów zmieszanych w ZUOK w Olsztynie składa się z siedmiu powiązanych ze sobą elementów mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów zmieszanych:

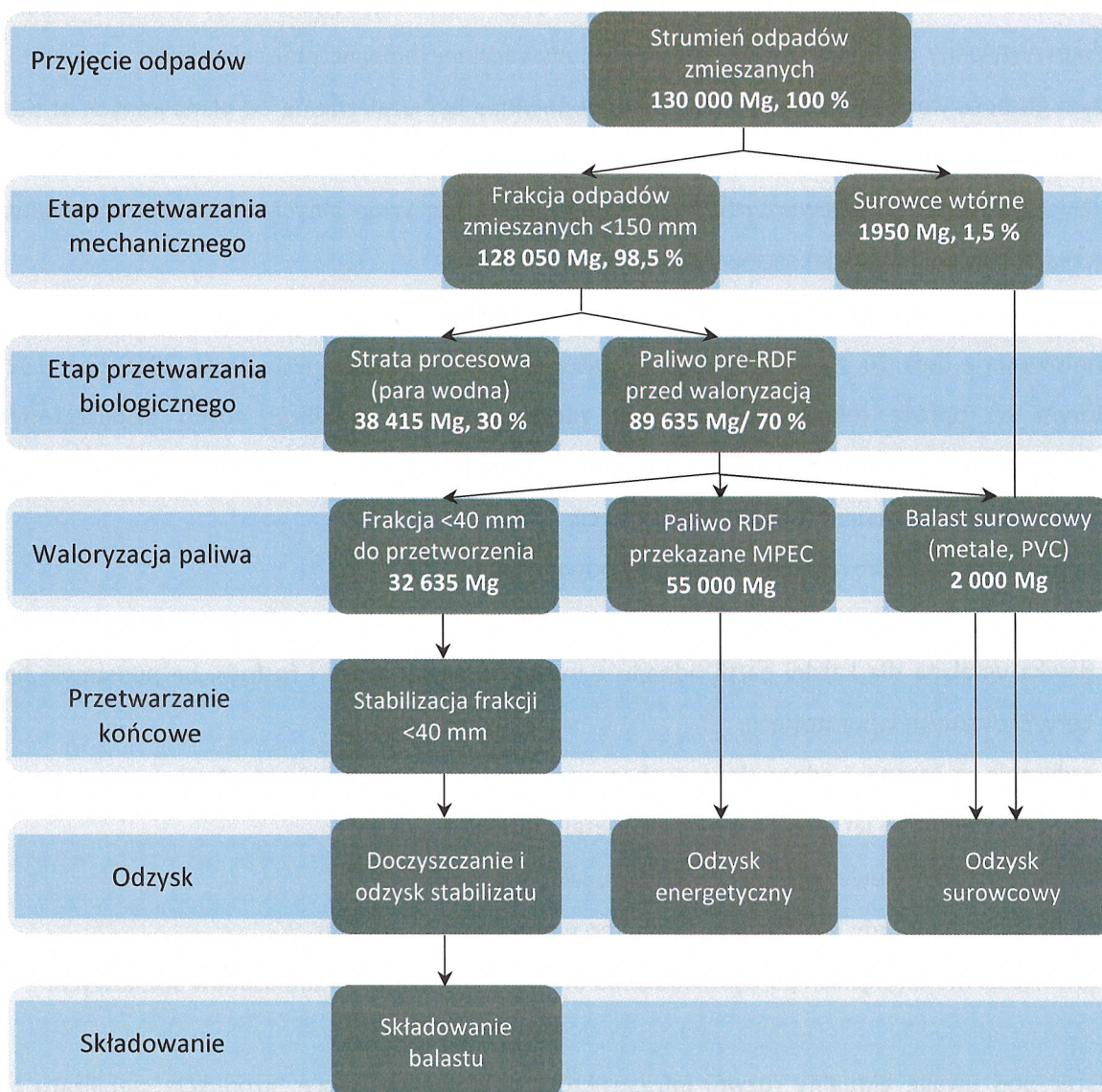


Proces biosuszenia stosowany w ZUOK w Olsztynie funkcjonuje w oparciu o technologię Eggersmann Anlagenbau GmbH. W zastosowanej technologii proces biosuszenia odpadów trwa 7-11 dni, w ciągu których następuje spadek udziału H<sub>2</sub>O o około 25-30% masy, co prowadzi do spadku zawartości wilgoci poniżej 20 %. Zastosowanie biosuszenia wiąże się z uzyskaniem produktu o wartości opałowej powyżej 16 MJ/kg, a w wyniku waloryzacji wyprodukowanego paliwa, polegającej na zastosowaniu dodatkowych procesów ferro- i paramagnetycznych, balistycznych i optyczno-pneumatycznych spełnione zostają najbardziej rygorystyczne parametry jakościowe, w tym udział chloru w gotowym produkcie. Wyprodukowane paliwo jest produktem przeznaczonym dla spalarni odpadów, cementowni oraz pozostałych instalacji dedykowanych termicznemu przekształcaniu odpadów.

Zakład Gospodarki Odpadami Komunalnymi w Olsztynie Sp. z o.o. (dalej: ZGOK) jest stroną porozumienia zawartego z Miejskim Przedsiębiorstwem Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. w Olsztynie (dalej: MPEC), w ramach realizacji powstającej w Olsztynie elektrociepłowni zasilanej paliwem alternatywnym (dalej: ITPOK). Zgodnie z porozumieniem od daty planowanego otwarcia i uruchomienia ITPOK we wrześniu 2023 r., ZGOK będzie przekazywał 55 000 (+/- 10 %) Mg paliwa alternatywnego rocznie, o kaloryczności 15- 16 MJ/kg.

Zakładając powyższe, funkcjonowanie Zakładu Unieszkodliwiania Opadów Komunalnych w Olsztynie, po uruchomieniu ITPOK, będzie oparte o następujący ciąg technologiczny (schemat uproszczony):





Z powyższych założeń wynika, że możliwe jest zaadaptowanie procesu technologicznego w taki sposób, aby składowaniu podlegała jedynie niewielka część strumienia przyjmowanych odpadów do zakładu. W celu zagospodarowania frakcji podsitowej po biosuszeniu (<60 mm lub <40 mm od września 2023 r.) powinna ona zostać poddana stabilizacji biologicznej, procesom doczyszczania, a następnie procesom odzysku. Kryteria wykorzystania stabilizatu w Polsce obejmują jego zastosowanie w procesie odzysku R10, definiowanym jako *obróbka na powierzchni ziemi przynosząca korzyści dla rolnictwa lub poprawę stanu środowiska* (Załącznik nr 1 Ustawy z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach, Dz.U.2020.0.797). Zastosowanie odpadów w procesie odzysku wyklucza konieczność odprowadzania opłaty marszałkowskiej, czyli jednostkowej opłaty za korzystanie ze środowiska określonej na podstawie art. 291 ust. 2 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska. Daje to dodatkowy aspekt ekonomiczny zastosowania procesu stabilizacji odpadów komunalnych w praktyce. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r.

str. 3

w sprawie składowisk odpadów (Dz.U. 2013 poz. 523), wyprodukowany stabilizat może być wykorzystywany do wykonywania okrywy rekultywacyjnej (biologicznej) składowisk odpadów, przy czym grubość warstwy stosowanych odpadów powinna być uzależniona od planowanych obsiewów lub nasadzeń. Grubość ta nie może przekraczać 1 m w przypadku nasadzeń niskich lub 2 m w przypadku nasadzeń drzewiastych. Rozporządzenie nie precyzuje innych warunków stosowania, w szczególności wymogów jakościowych dla tego materiału.

Dodatkowe możliwości praktycznego wykorzystania stabilizatu daje Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 stycznia 2015 r. w sprawie procesu odzysku R10 (Dz.U. 2015 poz. 132), w którym to oprócz rekultywacji terenów zdegradowanych, stabilizat został dopuszczony do zastosowania na pasach zieleni wzdłuż dróg i autostrad. Rozporządzenie określa następujące wymogi technologiczne stawiane produktowi stabilizacji:

- odpady stosowane równomiernie na całej powierzchni,
- rozprowadzanie tylko do głęb. 30 cm,
- dawka ustalana dla każdej partii odpadu z uwagi na udział azotu i fosforu, na podstawie badań w certyfikowanych laboratoriach,
- **wyłącznie na terenach zdegradowanych, pasach zieleni wzdłuż dróg i autostrad,**
- grunty badane co 5 lat na pH i zawartość metali ciężkich,
- wymagania jakościowe: granulacja <40 mm, szkło i ceramika <2 %,
- zachowane standardy jakości gleby i ziemi po wprowadzeniu odpadu,
- zawartości metali ciężkich po wprowadzeniu do gleby wg przepisów dla osadów ściekowych.

Biorąc pod uwagę aktualny rozwój infrastruktury drogowej w Polsce, produkcja stabilizatu przez ZGOK w Olsztynie ma potencjał w kierunku jego odzysku z jednoczesnym wyeliminowaniem unieszkodliwiania odpadów poprzez składowanie.

### **3. Charakterystyka frakcji podsitowej wydzielonej po biosuszeniu odpadów komunalnych**

Heterogeniczna natura odpadów komunalnych powoduje, że nie można zaobserwować powtarzających się zależności w składzie morfologicznym odpadów po procesie biosuszenia. Zasadniczo jednak przeprowadzenie procesu biosuszenia powoduje:

- wzrost udziału frakcji >100 mm (z 9-22 % do 25-47 % w ujęciu wagowym),
- spadek udziału frakcji 40-60 mm oraz 10-20 mm (o ponad połowę w ujęciu wagowym),
- znaczny wzrost udziału frakcji <10 mm (z 4 – 20 % do 18-34 % w ujęciu wagowym),
- zauważalny spadek udziału odpadów BIO oraz papieru w każdej z frakcji.

Odpady bezpośrednio odebrane z reaktora charakteryzują się aktywnością respirometryczną AT4 na poziomie zgodnym z ogólnie przyjętymi normami dla stabilizatu (<10 g O<sub>2</sub>/kg s.m.), lecz powtórne nawilżenie wodą odpadów powoduje częściową (i tylko częściową) reaktywację biologiczną odpadów.

Miejsce poboru próby	Wartość aktywności respirometrycznej AT4 [g O <sub>2</sub> /kg s.m.]		
	Przed procesem	Po procesie	Po procesie po powtórny nawilżeniu wodą
Przód reaktora	33,67	6,48	24,55
Środek reaktora	30,03	2,44	20,73
Tył reaktora	33,62	3,84	14,37

Biorąc pod uwagę powyższe wyniki, stabilizacja biologiczna z zastosowaniem odpadów po biosuszeniu jako substratu powinna być procesem zarówno krótszym, jak i mniej wymagającym technologicznie oraz nie wymaga poddania odpadów procesowi higienizacji. Należy tutaj podkreślić nowatorskie podejście do problemu zagospodarowania odpadów po biosuszeniu – wysegregowanie z ich frakcji o niskiej ziarnistości (o charakterze mineralnym) daje możliwość jej praktycznego wykorzystania w innym zakresie niż odzysk energetyczny przy jednoczesnym podtrzymaniu wymaganej kaloryczności produkowanego paliwa alternatywnego na poziomie 15-16 MJ/kg zgodnie z porozumieniem z MPEC. Jest to szczególnie istotne z punktu widzenia przewidywanego spadku udziału tworzyw w odpadach zmieszanych w kolejnych latach, spowodowanego wzrostem selektywnej zbiórki odpadów.

Zbierane dane wieloletnie z funkcjonowania instalacji biosuszenia ZUOK pozwalają na oszacowanie właściwości fizyko-chemicznych oraz morfologicznych odpadów przed i po uruchomieniu ITPOK. W oszacowaniu założono zmianę ziarnistości frakcji przeznaczonej do przetworzenia termicznego z >60 mm na >40 mm, zgodnie z wymogami określonymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 20 stycznia 2015 r. w sprawie procesu odzysku R10 (Dz.U. 2015 poz. 132). Z przyjętych założeń wynika, że zmiana warunków mechanicznej waloryzacji paliwa pre-RDF spowoduje zapewnienie masy odpadów dla elektrociepłowni na wymaganym poziomie oraz obniżenie ich kaloryczności do 15-16 MJ/kg, spowodowane obniżeniem udziału tworzyw. Zaprezentowane dane, w tym dane aktywności respirometrycznej potwierdzają również zasadność przyjętych założeń dotyczących stabilizacji odpadów o frakcji <40 mm z ich dalszym wykorzystaniem.



Dane analityczne		Przed uruchomieniem ITPOK		Po uruchomieniu ITPOK	
Ogólne	Wielkość frakcji	>60 mm	<60	>40 mm	<40 mm
	Masa frakcji*	36,5 tys. Mg	54,6 tys. Mg	55 tys. Mg	32,63 tys. Mg
	Udział frakcji	~40 %	~60 %	~60 %	~40 %
	Kaloryczność frakcji	>19 MJ/kg	b.d.	15-16 MJ/kg	b.d.
Morfologia	Tekstyli	5 %	0 %	5 %	4 %
	Tworzywa	61 %	0 %	61 %	9 %
	Szkło	1 %	60 %	1 %	10 %
	Papier	8 %	0 %	19 %	23 %
	Inne	24 %	35 %	7 %	40 %
	BIO	2 %	5 %	2 %	9 %
	Metale	0 %	0 %	0 %	1 %
	Wielomateriałowe	0 %	0 %	5 %	4 %

Na podstawie zaprezentowanych wyników założono, że frakcja <40 mm w głównej mierze składa się z odpadów o ziarnistości nie przekraczającej 10 mm oraz szkła, natomiast w ujęciu objętościowym – z tworzyw o niskiej gęstości nasypowej. Odpady po procesie stabilizacji będą zatem wymagały wprowadzenia metod doczyszczania stabilizatu poprzez mechaniczną separację zanieczyszczeń, taką jak przesiewanie. Z drugiej strony należy jednak zauważyć, że w trakcie procesu biosuszenia następuje częściowa stabilizacja odpadów. Świadczą o tym badania aktywności respirometrycznej odpadów komunalnych przed i po procesie biosuszenia.

#### 4. Dobór metody stabilizacji frakcji podsitowej odpadów po biosuszeniu w ZGOK w Olsztynie

Dobór instalacji do procesu stabilizacji powinien mieć na uwadze spełnienie wymogów BAT, poprzez:

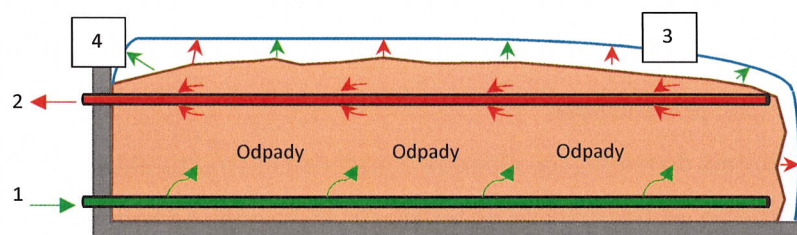
- stosowanie w pełni zamkniętych bioreaktorów,
- unikanie warunków beztlenowych podczas procesu tlenowej stabilizacji poprzez kontrolę przebiegu procesu i ilość wprowadzanego powietrza oraz dostosowanie napowietrzania do aktualnej intensywności biodegradacji,
- efektywne gospodarowanie wodą,
- izolowanie termiczne stropu hali w której prowadzony jest tlenowy proces biologicznej stabilizacji,
- minimalizację ilości wytwarzanych gazów odlotowych do 2500-8000 Nm<sup>3</sup>/Mg odpadów. Poziomy poniżej 2500 Nm<sup>3</sup>/Mg nie były odnotowywane,
- zapewnienie jednorodnego składu wsadu do procesu,

- g) recyrkulacja wody poprocesowej lub osadów w ramach instalacji tlenowej stabilizacji dla wyeliminowania emisji tych wód na zewnątrz,
- h) prowadzenie ciągłego monitoringu korelacji pomiędzy kontrolowanymi parametrami biodegradacji i mierzonymi emisjami gazowymi.
- i) minimalizacja emisji związków azotu przez optymalizację stosunku C:N w przetwarzanych odpadach

Kolejnym aspektem jest ograniczenie emisji z mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów do następujących poziomów:

- a) odory: <math><500-6000 \text{ (ouE/m}^3\text{)}</math>,</li>
- b)  $\text{NH}_3$ : <math><1-20 \text{ (mg/m}^3\text{)}</math>,</li>
- c) lotne związki organiczne: 7-20  $\text{mg/Nm}^3$ , dla niskich ładunków lotnych związków organicznych zakres może być rozszerzony do 50  $\text{mg/Nm}^3$ ,</li>
- d) PM: 5-20  $\text{(mg/Nm}^3\text{)}</math>.$

Ostatnim aspektem wpływającymi na atrakcyjność technologiczną są czynniki ekonomiczne oraz dostępność terenu. Z powyższego punktu widzenia dla Zakładu Gospodarki Odpadami Komunalnymi najbardziej zasadne wydaje się być zastosowanie rozwiązania tunelowego w rękawach foliowych. Zgodnie z dostępną literaturą naukową, instalacja do stabilizacji tunelowej w rękawach foliowych (z wykorzystaniem materiału HDPE lub zamiennika) spełnia wymogi BAT, w tym wymogi emisyjności. Reaktor tunelowy posiada wymuszone napowietrzanie poprzez zastosowanie rur perforowanych, ułożonych wzdłuż stabilizowanej masy, co gwarantuje równomierną saturację tlenem w całej objętości reaktora. Zastosowanie rury zwrotnej ujmującej zużyte powietrze gwarantuje ujęcie potencjalnych substancji odorotwórczych i skierowanie ich do biofiltra, którego zadaniem jest wyeliminowanie bioareozoli w tym metanu i siarkowodoru.



Rys. 1 Przykład przedstawiający koncepcję unieszkodliwiania odpadów w rękawie foliowym; 1 – wlot powietrza świeżego, 2 – wylot powietrza procesowego, 3 – membrana HDPE lub równoważny (rękaw foliowy), 4 – płyta czołowa (betonowa).

Spełnienie wymogu kontroli w instalacji tunelowej następuje poprzez zastosowanie sensorów pomiarowych, kontrolujących stopień saturacji tlenem gazu procesowego, poziom napowietrzania, wysokość temperatury w reaktorach, poziom emisji odorów i zanieczyszczeń po biofiltrze. Ilość wprowadzanego powietrza sterowana jest komputerowo i dostosowywana do aktualnej

intensywności procesu biostabilizacji dzięki zainstalowanym czujnikom temperatury. Właściwości techniczne reaktorów tunelowych w skali technicznej powodują, że system tunelowy jest stabilny termicznie i nie powoduje problemów eksploatacyjnych.

## **5. Podstawowe wymogi technologiczne**

Proces biostabilizacji wymaga odpowiedniej wilgotności stabilizatu. Założona wilgotność frakcji <40 mm po procesie biosuszenia nie powinna przekraczać 20 %. Z punktu widzenia prowadzenia procesu stabilizacji jako etapu uzupełniającego proces biosuszenia, poziom wilgotności może być za niski do optymalnych warunków technologicznych. Konwencjonalnie nawadnianie wykonuje się poprzez wprowadzenie strumienia wody od strony płyty czołowej do wewnątrz rury odprowadzającej powietrze procesowe, lub poprzez rozwiązania równoważne (np. system zraszaczy). W związku z powyższym teren na którym będzie ulokowana instalacja winien posiadać odpowiednie wyposażenie techniczne, w tym instalację nawadniającą, instalację do odprowadzenia odcieków/ścieków. Nadmienia się, że w celu zapewnienia powyższych wymogów technologicznych niezbędne jest wykonanie uzbrojonego placu betonowego, zawierającego wszystkie niezbędne przyłącza do prowadzenia procesu.

Instalacja powinna być również wyposażona w następujące elementy:

- biofiltr z płuczką lub równoważny system oczyszczania powietrza procesowego spełniający wymogi BAT,
- w przypadku technologii tunelowej: samojezdna, quazi-automatyczna maszyna do napęnlania rękawów foliowych, z jednoczesnym rozwijaniem rękawów LDPE oraz rur napowietrzających,
- aparatura kontrolno-pomiarowa umożliwiająca pomiar aktualnej temperatury procesu, wydatku napowietrzania i innych,
- ładowarka kołowa, lub przierzucarka
- potencjalnie: urządzenie do mieszania odpadów z materiałem strukturalnym,
- potencjalnie: urządzenie odseparowania materiału strukturalnego od kompoistu/stabilizatu
- urządzenie do separacji zanieczyszczeń inertnych od stabilizatu, w tym szkła do wymaganego poziomu < 2 % masy, zgodnie z Rozporządzeniem w sprawie procesu R10,.

## **6. Wymogi szczegółowe**

### Nawilżanie wsadu

Wilgotność odpadów jest czynnikiem inicjującym rozkład materii organicznej w odpadach. Utrzymywanie optymalnego ze względów technologicznych poziomu wilgotności powoduje



wytwarzanie znacznych ilości odcieków. Powszechnie stosowanym rozwiązaniem jest recyrkulacja odcieków do stabilizowanego złoża odpadów. W warunkach przetwarzania tlenowego obserwuje się symultaniczną nityfikację i denityfikację, skutkującą spadkiem koncentracji azotu amonowego w recyrkulowanych odciekach. W przypadku możliwości zastosowania procesu recyrkulacji, czynnikiem nawadniającym powinna być woda wodociągowa, lub zgromadzona woda deszczowa.

Standardowo, optymalną wilgotność wsadu procesowego w procesie kompostowania podaje się na poziomie 40 – 60 % masy. Taka wilgotność zapewnia wprowadzenie odpadów w stan termofilowy, umożliwiając higienizację odpadów oraz intensywną mineralizację materii organicznej. Należy jednak zauważyć, że frakcja skierowana do procesu stabilizacji będzie niemal stabilnym biologicznie materiałem po etapie higienizacji w reaktorze zamkniętym (zachodzącym w trakcie procesu biosuszenia). Warunki prowadzenia stabilizacji frakcji po procesie biosuszenia powinny odpowiadać raczej etapowi dojrzewania w warunkach konwencjonalnych, a więc nieznacznej korekty wilgotności w celu obniżenia wartości AT4 frakcji poniżej poziomu  $<10 \text{ mg O}_2/\text{g s.m.}$

#### Kontrola procesu, temperatura

Należy zwrócić uwagę, że zasadniczo proces stabilizacji zachodzi niemal całkowicie podczas procesu biosuszenia. Stąd nie przewiduje się problemów związanych z przegrzewaniem materiału (przekroczeniem  $75^\circ\text{C}$ ), a sam proces pod względem temperaturowym i technologicznym odpowiadać będzie raczej fazie dojrzewania niż fazie intensywnej stabilizacji. Niemniej jednak instalacja powinna być zaprojektowana jak dla kompostowania konwencjonalnych odpadów organicznych, w tym selektywnie zebranych odpadów kuchennych. Temperatura przetwarzanego materiału poniżej  $20^\circ\text{C}$  może wówczas powodować spowolnienie lub zatrzymanie kompostowania. Podobne efekty obserwuje się przy temperaturze powyżej  $80^\circ\text{C}$ . Jako optymalny zakres temperatury podczas biologicznego przetwarzania odpadów, w którym następuje efektywna mineralizacja materii organicznej podaje się najczęściej  $52\text{-}60^\circ\text{C}$ .

O temperaturze masy decyduje stopień napowietrzania wymuszonego, które w ten sposób wpływa na stopień biodegradacji materii organicznej. Technologie z napowietrzaniem aktywnym mogą jednak prowadzić do niekorzystnego zjawiska schładzania stabilizowanej biomasy wtłaczanym powietrzem. Stąd konieczna jest integracja systemu monitorowania temperatury procesowej z systemem napowietrzania w taki sposób, aby system automatycznie dobierał wydatek napowietrzania zapewniając utrzymanie odpowiedniej temperatury w reaktorze. Jako rekomendowane wartości napowietrzania w procesie kompostowania podaje się zazwyczaj zakres od 2 do  $20 \text{ m}^3$  powietrza/Mg-h. W przypadku stabilizacji frakcji po biosuszeniu mogą być to mniejsze wartości.

## Kontrola emisji

Intensywne napowietrzanie oraz przebieg procesu mineralizacji może powodować emisję zanieczyszczeń gazowych, w tym odorów do atmosfery. Emitowane są między innymi lotne kwasy tłuszczowe, aminy, węglowodory aromatyczne i alifatyczne, siarczki organiczne i nieorganiczne, terpeny, amoniak i siarkowodór. Na podstawie zmian temperatury i kwasowości kompostowanego złoża wyróżnia się cztery fazy tego procesu, tj. mezofilową (wstępnego kompostowania), termofilową (intensywnego kompostowania), schładzania (kompostowania właściwego) oraz dojrzewania (kompostowania wtórnego). Do zmian składu i ilości emitowanych gazów zachodzi zazwyczaj w trakcie przechodzenia z jednej fazy procesowej do drugiej.

Ilość emitowanych gazów zależy m.in. od stopnia hermetyzacji procesu. Stąd, ze względu na zaostrożające się przepisy dotyczące kontroli emisji zanieczyszczeń do atmosfery, system napowietrzający w projektowanej instalacji tunelowej powinien być szczelnie połączony z systemem oczyszczania powietrza procesowego. Preferowanym rozwiązaniem w systemie tunelowym jest zastosowanie biofiltra o wydajności pozwalającej unieszkodliwienie wszystkich odorów powstających na placu kompostowym/placu stabilizacji. Podczas projektowania biofiltra należy spełnić następujące warunki:

- substancje odorowe, które mają być usunięte, muszą być biodegradowalne,
- powinny być rozpuszczalne w wodzie lub tłuszczach (lipidach znajdujących się w błonie komórkowej bakterii),
- nie mogą być toksyczne dla mikroorganizmów biofiltra.

Głównym elementem biofiltra jest warstwa materiału filtracyjnego, zasiedlonego przez mikroorganizmy zdolne do biologicznego rozkładu zanieczyszczeń. Podczas powolnego przedmuchiwania gazów za pomocą wentylatora przez warstwę materiału filtracyjnego zanieczyszczenia są sorbowane, a następnie pochłaniane przez mikroorganizmy. W razie potrzeby w urządzeniu do kondycjonowania odpyla się, schładza i nawilża gazy. Podczas pracy biofiltra wewnątrz jego wypełnienia rozwijają się liczne mikroorganizmy naturalnie występujące w glebie i wodzie. Jako wypełnienia biofiltracyjne stanowiące podłoże dla rozwoju mikroorganizmów stosuje się materiały naturalnego pochodzenia, takie jak: kompost, torf, kora, zrębki drzewne, słoma, mech, wrzos. Dobry materiał filtracyjny powinien posiadać odpowiednią strukturę i porowatość. Wypełnienie jako materia organiczna z czasem ulega przemianom i rozkładowi, stąd wymaga się, aby zastosowane wypełnienie podczas projektowania biofiltra charakteryzowało się trwałością wynoszącą kilka lat.

Biofiltry działają najefektywniej przy wilgotności złoża w zakresie 20÷80% oraz w odczynie w zakresie 6÷7,5 pH. Obecność wilgoci w warstwie biofiltra sprzyja procesowi utleniania mikrobiologicznego, jest podstawowym warunkiem zapewniającym optymalną aktywność mikroorganizmów i w dużym stopniu decyduje o sprawności oczyszczania gazu. Optymalny odczyn

również wpływa na aktywność metaboliczną. Klasycznym rozwiązaniem jest wyposażenie biofiltra w płuczkę, która dokonuje korekty właściwości fizykochemicznych powietrza procesowego przed jego bezpośrednim wtłoczeniem do biofiltra.

#### Parametry zakończenia procesu stabilizacji

Stopień stabilności odpadów komunalnych konwencjonalnie oceniany jest na podstawie wartości całkowitego węgla organicznego (CWO), udziału substancji lotnych (LOI) oraz aktywności respirometrycznej ( $AT_4$ ). Kryteria dopuszczające kierowanie odpadów do składowania obejmują wartości:  $CWO \leq 20\%$  s.m.,  $LOI \leq 40\%$ ,  $AT_4 < 10$  mg  $O_2/g$  s.m.

W przypadku frakcji  $< 40$  mm wydzielonej mechanicznie po procesie biosuszenia odpady powinny charakteryzować się parametrem  $AT_4$  na poziomie nie przekraczającym 20mg  $O_2/g$  s.m. bezpośrednio przed procesem stabilizacji, co powinno znacznie ułatwić proces i skrócić jego czas. Pomiar aktywności respirometrycznej  $AT_4$ , pomimo, że nie jest tak popularny jak pomiar  $GB_{21}$ , daje informacje zarówno ilościowe ze względu na to, że jest zależny od ilości materii organicznej, jak i jakościowe, ponieważ jest funkcją poziomu biodegradowalności. Stąd instalacja w miarę możliwości powinna dawać możliwość poboru próbki z tunelu celem zbadania jej właściwości w trakcie procesu unieszkodliwiania.

#### Waloryzacja stabilizatu

Waloryzacja jest ostatnim etapem jest procesu. Polega ona na frakcjonowaniu/przesiewaniu uzyskanego biostabilizatu. Powinna być ona dokonana przy zastosowaniu przesiewacza lub innego urządzenia, umożliwiającego uzyskanie odpadu o potencjale w kierunku wykorzystania w procesie R10. Efektem końcowym procesu waloryzacji są:

- odpad o kodzie 19 05 99 stanowiący frakcję nad sitową, frakcję balastu pokompostowego, składającą się z odpadów, które nie zostały przekompostowane bądź to z uwagi na swój skład (drobne elementy z tworzyw sztucznych, szkła czy metalu) bądź też elementy, które z uwagi na swoją pierwotną gramaturę/wielkość nie przekompostowały się całkowicie
- odpad o kodzie 19 05 03 „kompost nie spełniający norm” stanowiący frakcję podsitową, całkowicie nieczynną biologicznie. Możliwość praktycznego wykorzystania tej frakcji daje Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 stycznia 2015 r. w sprawie procesu odzysku R10 (Dz.U. 2015 poz. 132), w którym to oprócz rekultywacji terenów zdegradowanych, stabilizat jest dopuszczony do zastosowania na pasach zieleni wzdłuż dróg i autostrad. **Przygotowanie odpadów do odzysku w ramach procesu R10 jest nadrzędnym celem w ramach niniejszego działania projektowanego przez ZGOK Sp. z o.o. w Olsztynie.**



