

# Identyfikacja, zapobieganie i ograniczanie emisji odorów w gospodarce odpadami

**Dr hab. inż. Izabela Sówka, Prof. uczelni**

II Konferencja pt. „Przyczyny i zwalczanie uciążliwości zapachowej instalacji”, 10 listopada 2021 r., forma on-line



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



Politechnika Wrocławska

# Harmonogram prezentacji

1. Wprowadzenie
2. Źródła emisji odorów w gospodarce odpadami
3. Standardy odorowe
4. Metody pomiarów i badań stosowane w ocenach oddziaływania zapachowego
5. Metody zapobiegania i ograniczania emisji odorów w gospodarce odpadami
6. Przykłady dostępnych rozwiązań na rynku polskim
7. Podsumowanie

# Normy



## PN-EN ISO 5492:2009 - Analiza sensoryczna – Terminologia

### Zakres

W normie zdefiniowano terminy związane z analizą sensoryczną, które mają zastosowanie we wszystkich gałęziach przemysłu, w których produkty oceniane są za pomocą zmysłów organoleptycznych.

Obejmuje:

- terminologię ogólną,
- terminologię związaną ze zmysłami,
- terminologię związaną z cechami organoleptycznymi,
- terminologię związaną z metodami sensorycznymi.

### Olfaktometria

miar odpowiedzi osoby biorącej udział w badaniach sensorycznych na bodźce węchowe

### Olfaktometr

przyrząd używany do zaprezentowania osobom biorącym udział w badaniach sensorycznych bodźców zapachowych w powtarzalnych warunkach

### Odorymetria

Pomiar właściwości zapachowych substancji

### Odorant

substancja, której składniki lotne mogą być 'postrzegane' przez organ węchowy (w tym komórki nerwowe)

### Zapach (ang. odour)

wrażenie postrzegane za pomocą narządu węchowego podczas wachania niektórych lotnych substancji

### Aromat (ang./fr. : aroma)

Zapach o przyjemnej lub nieprzyjemnej konotacji (ang., franc. potoczny)

Właściwość (cecha) sensoryczna wyczuwalna przez zmysł węchu (...) podczas degustacji/ testowania (franc.)

### Metoda obiektywna

*każda metoda w której efekty opinii własnej są minimalizowane*

# Normy



**PN-EN 13725:2007** - JAKOŚĆ POWIETRZA: Oznaczanie stężenia zapachowego metodą olfaktometrii dynamicznej

## Zakres

W normie “ podano metodę **obiektywnego** oznaczania stężenia zapachowego w próbce gazowej z zastosowaniem olfaktometrii dynamicznej (....)”

***Metoda stosowana w pomiarach stężenia zapachowego pojedynczych substancji lub mieszanin gazowych.***

Zakres stosowania normy obejmuje:

- pomiar stężenia masowego odpowiadającego progowi wyczuwalności pojedynczych substancji odorantów w  $\text{g/m}^3$ ,
- pomiar stężenia zapachowego mieszanin odorantów w  $\text{ouE/m}^3$ ,
- pomiar wskaźnika emisji odorantów (...),
- określenie skuteczności urządzeń (...) stosowanych w celu zmniejszenia emisji odorantów.

# Normy



## PN-EN 13725:2007 - JAKOŚĆ POWIETRZA: Oznaczanie stężenia zapachowego metodą olfaktometrii dynamicznej

### Olfaktometria dynamiczna

olfaktometria z zastosowaniem olfaktometru dynamicznego

### Olfaktometr dynamiczny

olfaktometr, który przez wspólny wylot dostarcza kolejno strumienie mieszanin wonnego i obojętnego gazu o znanych stopniach rozcieńczenia

### Próg wyczuwalności

Dla materiału odniesienia:

Stężenie odorantu, przy którym jest on wyczuwany z prawdopodobieństwem 0,5 w warunkach pomiaru

Dla próbki środowiskowej:

Stożek rozcieńczenia próbki, przy którym . Prawdopodobieństwo jej wycucia w warunkach pomiaru wynosi 0,5

### Europejska jednostka zapachowa

Ilość odorantu(ów), która po odparowaniu 1m<sup>3</sup> obojętnego gazu w warunkach standardowych wywołuje reakcję fizjologiczną zespołu oceniającego równoważną reakcji wywołanej przez jednostkę masy europejskiego wzorca zapachu EROM odparowaną do 1m<sup>3</sup> obojętnego gazu w warunkach standardowych

### Masa Europejskiego wzorca zapachu

Przyjęta wartość odniesienia dla europejskiej jednostki zapachowej, równa określonej masie substancji wzorcowej.  
Jedna EROM odpowiada 123ug n-butanolu (CAS 71-36-3).  
Po jej odparowaniu do 1m<sup>3</sup> obojętnego gazu stężenie wynosi 0,040 umol/mol

### Odorant

Substancja pobudzająca system węchowy człowieka tak, że odczuwa on zapach

### Zapach

Cecha organoleptyczna obierana przez organ węchowy podczas wężania pewnych lotnych substancji

### Stężenie zapachowe

Liczba europejskich jednostek zapachowych w m<sup>3</sup> gazu w warunkach standardowych

### Jednostka zapachowa

1 ouE/m<sup>3</sup> to równoważna progowi zespołowej ilość (mieszany) odorantów obecna w 1m<sup>3</sup> wonnego gazu w warunkach standardowych



# Uciążliwość zapachowa –przykłady definiowania

## *Odour annoyance (dokuczliwość zapachu) –*

kompleksowy zbiór reakcji człowieka, które pojawiają się bezpośrednio po ekspozycji na stresor(y) otoczenia (zapach(y)) i **raz odnotowane, wywołują negatywną ocenę poznawczą i wymagają radzenia sobie z niekomfortową sytuacją.**

## *Odour nuisance (uciążliwość zapachowa) –*

jest skumulowanym efektem, spowodowanym **powtarzającymi się w dłuższym przedziale czasu zdarzeniami wywołującymi irytację, który prowadzi do zmodyfikowanego lub zmienionego zachowania ludzi narażanych na odory.**

***Uciążliwość*** wstępuje w sytuacji, kiedy ludzie odczuwają zapach w domu, środowisku pracy, czy na terenach rekreacyjnych i jego **postrzeganie jest negatywne, ocena jest powtarzalna, trudno jest nie odczuwać zapachów oraz zapach jest łączony z negatywnym wpływem na zdrowie.**

# Kryteria (OIC: odor impact criteria)



## FIDOL



częstotliwość ekspozycji na zapach  
(z ang. frequency of the odour exposure - **F**)

czas ekspozycji na zapach  
(z ang. duration of exposure to the odour - **D**)

intensywność zapachu  
(z ang. intensity of the odour - **I**)

ofensywność/ nieprzyjemność  
zapachu (z ang. offensiveness of the odour - **O**)

tolerancja osób narażonych na  
zapach (z ang. tolerance and  
expectation of the exposed subjects  
(location - **L**))

Ze względu na sposób użytkowania (zagospodarowania) terenu rozróżnia się trzy stopnie wrażliwości receptorów (z ang. **sensitivity**):

- wysoką (m.in. tereny mieszkalne, przeznaczone na działalność komercyjną, detaliczną, biznesową, edukacyjną, instytucjonalną, rekreacyjną i turystyczną, chronione),
- średnią (tereny wiejskie, mieszkalne, słabo uprzemysłowione)
- niską (grunty wiejskie i wysoko uprzemysłowione).

# Skala problemu

EMISJA NIEZORGANIZOWANA

ZMIENNOŚĆ EMISJI UWARUNKOWANA CZYNNIKAMI  
ZEWNĘTRZNYMI

NIEJEDNORODNOŚĆ ŹRÓDEŁ

ZRÓŻNICOWANY SKŁAD EMITOWANYCH GAZÓW

ZRÓŻNICOWANIE TYPÓW ŹRÓDEŁ NA TERENIE JEDNEGO  
OBIEKTU



Rodzaj odpadów	Miejsce powstawania odpadów		
	Duże miasta	Małe Miasta	Tereny wiejskie
	Udział % poszczególnych odpadów [%]		
Papier i tektura	19,10	9,70	5,00
Szkło	10,0	10,20	10,00
Metale	2,60	1,00	2,40
Tworzywa sztuczne	15,10	11,00	10,30
Odpady wielomateriałowe	2,50	4,00	4,10
<b>Odpady kuchenne i ogrodowe</b>	<b>28,90</b>	<b>36,70</b>	<b>33,10</b>
Odpady mineralne	3,20	2,80	6,00
Fracja < 10 mm	4,20	6,80	16,90
Tekstylia	2,30	4,00	2,10
Drewno	0,20	0,30	0,70
Odpady niebezpieczne	0,80	0,60	0,80
Inne kategorie	3,20	4,50	4,90
Odpady wielkogabarytowe	2,60	2,60	1,30
Odpady z terenów zielonych	5,30	5,30	2,50



**ODPADY  
ULEGAJĄCE  
BIODEGRADACJI**

# Biologiczny rozkład jako źródło emisji odorów



# Rozkład beztlenowy - fermentacja

- Proces wykorzystujący warunki beztlenowe do rozkładu substancji organicznej
- Prowadzi do wytworzenia gazu fermentacyjnego i pofermentatu
- Gaz fermentacyjny składa się głównie z metanu i dwutlenku węgla oraz w niewielkich ilościach **siarkowodór**, **amoniak**, tlen czy wodór
- Ponadto mogą znajdować się w nim **lotne kwasy tłuszczowe**
- Ilość substancji odorotwórczych uzależniona od warunków prowadzenia procesu

# Rozkład tlenowy - kompostowanie

- Metoda uznawana za najbardziej przyjazną środowisku
- Oparta o tlenowy rozkład substancji ulegających biodegradacji przy pomocy mikroorganizmów
- Produktem końcowym jest kompost
- Źródłami odorów w kompostowniach mogą być np.:
  - **Rozładowanie odpadów**
  - **Magazynowanie odpadów**
  - **Procesy kompostowania**
- Emisje odorów związane są głównie w wyniku złych warunków prowadzenia procesy kompostowania (zbyt duża wilgotność, pojawienie się warunków beztlenowych)

## Związki odorotwórcze:

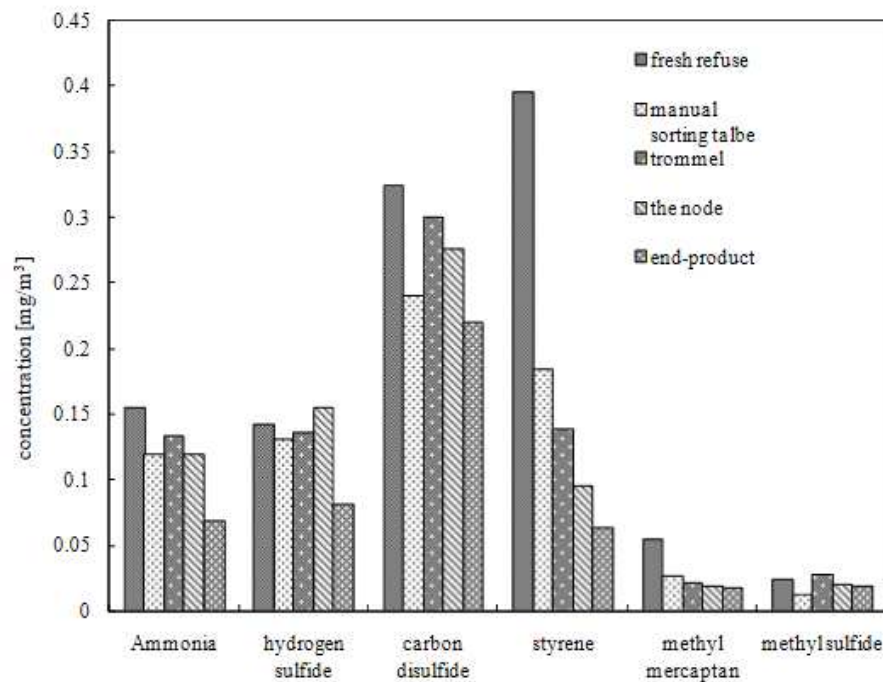
związki siarki, amoniak,  
zredukowane związki azotu,  
lotne kwasy organiczne,  
indol, skatol, aldehydy,  
merkaptany, terpeny,  
węglowodory

Faza kompostowania	Charakterystyczne substancje zapachowe	Stężenie zapachowe, $ou_E/m^3$
Kompostowanie wstępne	aldehydy, alkohole, estry kwasów karboksylowych, ketony, siarczki, terpeny	6000 - 25000
Faza termofilna	ketony, terpeny, amoniak, organiczne związki siarki	1000 - 9000
Schładzanie	siarczki, terpeny, amoniak	150 - 3000

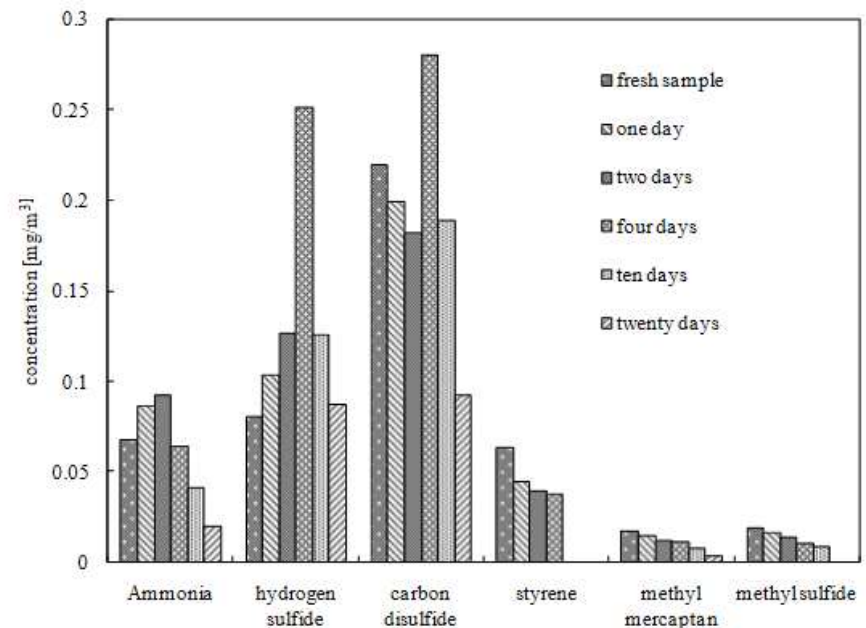
# Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów jako źródło emisji substancji zapachowych

Wg Hou i in., 2013

część mechaniczna



część biologiczna



Hou JQ, Li MX, Wei ZM, Xi BD, Jia X, Zhu CW, Liu DM (2013) Critical components of odors and VOCs in mechanical biological treatment process of MSW. Adv Mater Res:438-449



Politechnika Wroclawska

# Inne źródła w gospodarce odpadami -przykłady

- Transport i zbiórka odpadów
- Przetładunek i magazynowanie
- Składowiska odpadów
  - Gaz składowiskowy
  - Ocieki składowiskowe

lotne kwasy organiczne, merkaptan metylowy

Składnik	Stężenie	Sredni próg wyczuwalności węchowej	Stężenie zapachowe (max)
	g/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	ouE/m <sup>3</sup>
Metan	0-571,43	-	-
Ditlenek węgla	0-1571,43	-	-
Tlenek węgla	0-37,50	-	-
Amoniak	0-0,08	0,50	45536
Etylen	0-0,04	20,00	4
Aceton	0-0,26	1,10	235
Siarkowódór	0-3,79	0,014	271046
Merkaptan etylowy	0-0,40	4*10 <sup>-5</sup>	9877232
Merkaptan metylowy	0-0,02	2*10 <sup>-6</sup>	10714286
Benzen	0-0,35	2,80	62
Aldehyd octowy	0-0,29	0,014	21046
Alkohol etylowy	0-0,00	18,81	0,2
Alkohol butylowy	0-0,17	1,20	138
Alkohol izoamylowy	0-0,16	0,10	1571

# Standardy odorowe

Pojedyncze substancje zapachowe

Mieszanki substancji zapachowych

Standardy emisyjne

(maximum emission standard)

Standard maksymalnej irytacji  
czy uciążliwości

(maximum annoyance standard)

Standard technologiczny

(technology standard )

Standardy imisyjne

(maximum impact standard, separation distance  
standard

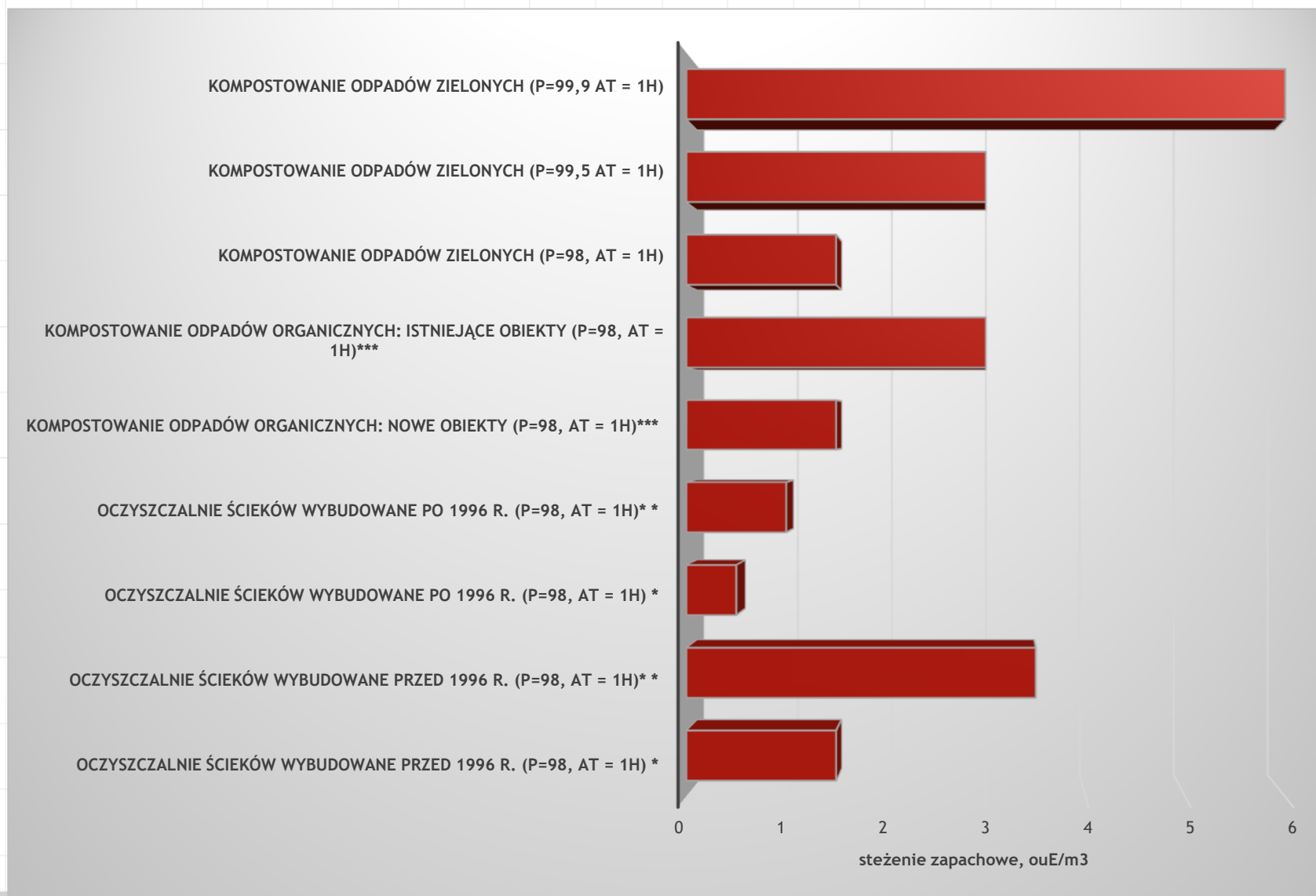
$ou_E/m^3$

Standardy mogą być ustalone dla:

- różnych typów działalności
- różnych typów zagospodarowania terenu
- tzw. wrażliwości receptorów lub osób/społeczności  
(z ang. ang. sensitivity of receptors) zamieszkujących tereny  
przyległe do źródeł emisji odorów



# Przykłady standardów: gospodarka komunalna



# Metody pomiarów i badań

Metoda	Obszar zastosowania	Zastosowanie	Ograniczenia
Olfaktometria dynamiczna	Emisja	Pomiary stężenia zapachów/odorów emitowanych 'u źródła'; Weryfikacja zgodności z limitami określonymi w przepisach; Dostarcza informacji, które mogą być używane jako dane wejściowe do modelowania dyspersji w kontekście oceny narażenia obywateli na zapachy.	Metoda nieciągła; brak charakterystyki chemicznej (składu) mieszaniny.
Analiza chemiczna - ze specjacją	Emisja i/lub imisja	Dostarcza informacji o składzie chemicznym zapachów; Identyfikacja i kwantyfikacja pojedynczych związków chemicznych.	Nie zawsze skuteczna, zwłaszcza w charakteryzowaniu złożonych mieszanin odorów ze względu na synergiczne oddziaływanie i efekty maskowania odorantów; Trudno oszacowująca korelację pomiędzy składem chemicznym i stężeniem zapachu mieszaniny; Mniej wrażliwa niż ludzki nos dla związków o nieprzyjemnym zapachu z niskim progiem wyczuwalności węchowej.
Chromatografia gazowa - olfaktometria (GC-O)	Emisja	Dostarcza informacji o charakterze zapachu związanym z różnymi związkami zawartymi w próbce zapachowej, a tym samym jakości zapachu;	Brak informacji o stężeniu zapachowym; Nie są rozważane właściwości węchowe próbki jako całości; Nie dostarcza informacji o oddziaływaniu zapachu i wyniki nie mogą być stosowane bezpośrednio jako dane wejściowe do modeli dyspersji.
Analiza chemiczna - niespecyficzna	Emisja	Identyfikacja gazów, które są związane z emisją niezorganizowaną.	Brak informacji o właściwościach zapachowych badanych gazów.

<b>Analiza chemiczna - pojedyncze gazy</b>	Emisja i/lub imisja	Kwantyfikacja stężenia pojedynczego związku w emisji lub powietrzu atmosferycznym; Oszacowanie stężenia w emisji, w tych rzadkich przypadkach, w których emitowany zapach jest bezpośrednio skorelowany z substancją wskaźnikową; Umożliwia ocenę wpływu zapachu w tych rzadkich przypadkach, w których występowanie odorów jest bezpośrednio skorelowane ze znacznikami i można jednoznacznie zidentyfikować źródło.	Bezużyteczna w przypadku złożonych mieszanin zapachowych w przypadkach, gdy stężenie zapachowe nie jest związane z koncentracją jednego składnika; Brak informacji o składzie złożonych mieszanin.
<b>Instrumentalny monitoring odorów (E-nosy)</b>	Emisja i/lub imisja	Ciągłe i szybkie wyniki przy ograniczonym budżecie; Ciągły pomiar w warunkach emisji; Określenie zapachów w punktach receptorowych i identyfikacja pochodzenia zapachów. Określenie zapachów w punktach receptorowych i identyfikacja pochodzenia zapachów..	Brak informacji o intensywności zapachu i jakości hedonicznej; Nie zastąpi olfaktometrii dynamicznej.
<b>Inspekcje terenowe</b>	Imisja	Szacuje stopień uciążliwości w zakresie godzin odorowych na określonym problematycznym obszarze (badania w siatce); Określa zasięg smugi zapachowej z obiektu w określonych warunkach meteorologicznych (badania w smudze);	Brak informacji o stężeniu zapachowym; Czasochłonne i drogie (metoda siatki).
<b>Obserwacje społeczne (Badania/Nauka obywatelska)</b>	Imisja	Aktywne zaangażowanie obywateli w mapowanie i zarządzanie problemami odorowymi; Oszacowanie stopnia uciążliwości bezpośrednio odnoszącego się do wpływu na komfort życia społeczności.	Ryzyko subiektywizacji informacji; Duży rozrzut i zmienność wyników.

# Metody pomiarów i badań

## ! Przed podjęciem decyzji o pomiarach

Prowadzone na terenie Polski oraz na świecie badania wskazują, iż w zależności od rodzaju i typu oraz położenia działalności będącej przyczyną uciążliwości zapachowej, przy wyborze metod badań i pomiarów powinno uwzględniać się następujące aspekty :

- krótkookresowość występowania epizodów odorowych o dużej intensywności;
- występowanie maksimów stężeń odorów - w określonych punktach receptorowych – i związanych z nimi warunkami dyspersji zależnymi od: topografii terenu, zmienności warunków meteorologicznych (kierunek wiatru, turbulencja) oraz zmienności emisji w czasie;
- zmienność stężenia odorów w czasie i przestrzeni i brak możliwości wykonania pomiarów na skutek niskich stężeń wraz ze wzrostem odległości od źródła emisji – stężenia poniżej progu detekcji urządzeń, ale ich odbiór możliwy przez ludzki narząd węchu;
- trudność w monitoringu zapachów w przypadku emisji odorów z wyniesionych ponad poziom gruntu źródeł - smuga odorowa może osiągać w przestrzeni punkty receptorowe poza wyznaczonymi punktami monitoringu zapachów;
- zmienność stężeń odorów w czasie przy jednocześnie ograniczonej w wielu przypadkach czasowo metodyce poboru próbek;
- trudność w określeniu głównego źródła emisji będącego przyczyną skarg ludności - w przypadku obszarów charakteryzujących się występowaniem kilku obiektów emitujących związki złowne.

# Unormowania prawne i strategie związane z redukcją emisji odorów w gospodarce odpadami

## Wybrane regulacje prawne

Lp.	Ustawa/Rozporządzenie/Zapis prawny	Zapis odnośnie problematyki odorów
1	<i>Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz. U. z 2020 r. poz. 797)</i>	Art. 16. Gospodarkę odpadami należy prowadzić w sposób zapewniający ochronę życia i zdrowia ludzi oraz środowiska, w szczególności gospodarka odpadami nie może: <b><u>2) powodować uciążliwości przez hałas lub zapach;</u></b>
2	<i>Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2001 nr 62 poz. 627)</i>	przewiduje możliwość wprowadzenia regulacji w razie braku standardów emisyjnych i dopuszczalnych poziomów danej substancji w powietrzu.
3	<i>Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów (Dz.U. 2013 poz. 523)</i>	składowiska odpadów otaczane powinny być pasem zieleni o szerokości minimum 10 metrów, w celu minimalizacji niedogodności związanych z działalnością składowiska, w tym emisji odorów
4	Projekt Ustawy o przeciwdziałaniu uciążliwości zapachowej (27.02.2009)	metody oceny jakości zapachowej powietrza (wykorzystanie metody terenowej czy wykorzystanie prognozowania modelowania rozprzestrzeniania się substancji zapachowych), definiował on również poziomy porównawcze uciążliwości zapachowej dla metod obliczeniowych, częstość przekroczeń
5	<u>Regulacje na poziomie europejskim</u> - <u>Dokumenty BREF</u> - <u>Konkluzje BAT</u>	w myśl <i>Ustawy POŚ</i> stanowią obowiązujące standardy, których stosowanie prowadzi do zapobiegania i redukcji emisji nieprzyjemnych zapachów



## **DECYZJA WYKONAWCZA KOMISJI (UE)**

**2018/1147 z dnia 10 sierpnia 2018 r.**

**ustanawiająca konkluzje dotyczące **najlepszych dostępnych technik (BAT)** w odniesieniu do **przetwarzania odpadów** zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE**

# BAT 34 – poziomy ograniczania emisji do powietrza

$\text{NH}_3$   
0,3 - 20 mg/Nm<sup>3</sup>

Odory  
200 - 1000 ou<sub>E</sub>/Nm<sup>3</sup>

Całkowite LZO  
5 - 40 mg/Nm<sup>3</sup>



**BAT 10.** W ramach BAT należy okresowo monitorować emisje odorów.

Opis

Emisje odorów można monitorować zgodnie z:

- normami EN (np. olfaktometria dynamiczna zgodnie z normą EN 13725 w celu określenia stężenia odoru lub normą EN 16841-1 lub -2 w celu określenia ekspozycji na odór),
- normami ISO, normami krajowymi lub innymi międzynarodowymi normami zapewniającymi uzyskanie danych o równoważnej jakości naukowej w przypadku stosowania alternatywnych metod, w przypadku których niedostępne są normy EN (np. oszacowanie wpływu odorów).

Częstotliwość monitorowania określa się w planie zarządzania odorami (zob. BAT 12).

Zastosowanie

Zastosowanie ogranicza się do przypadków, w których oczekuje się, że w obiektach wrażliwych odczuwana będzie lub zostanie uzasadniona dokuczliwość odorów.



**BAT 12.** W celu zapobiegania występowaniu emisji odorów lub, jeżeli jest to niemożliwe, ich ograniczenia, w ramach BAT należy opracować i wdrożyć plan zarządzania odorami, stanowiący część systemu zarządzania środowiskowego (zob. BAT 1) i obejmujący wszystkie poniższe elementy, oraz dokonywać jego regularnych przeglądów:

- protokół zawierający działania i harmonogram,
- protokół monitorowania odorów określony w BAT 10,
- protokół reagowania na stwierdzone przypadki wystąpienia odorów, np. skargi,
- program zapobiegania występowaniu odorów i ich ograniczania, mający na celu określenie ich źródeł; określenie udziału poszczególnych źródeł oraz wdrożenie środków zapobiegawczych lub ograniczających.



# Plany zarządzania odorami (BAT 12)

1. Protokół działań i harmonogram.
2. Protokół monitorowania odorów (BAT 10).
3. Protokół reagowania na stwierdzone przypadki występowania odorów, np. skargi.
4. Program zapobiegania występowania odorów i ich ograniczania mające na celu określenie ich źródeł, określenie udziału poszczególnych źródeł oraz wdrożenie środków zapobiegawczych lub ograniczających.

## Inne działania i techniki BAT

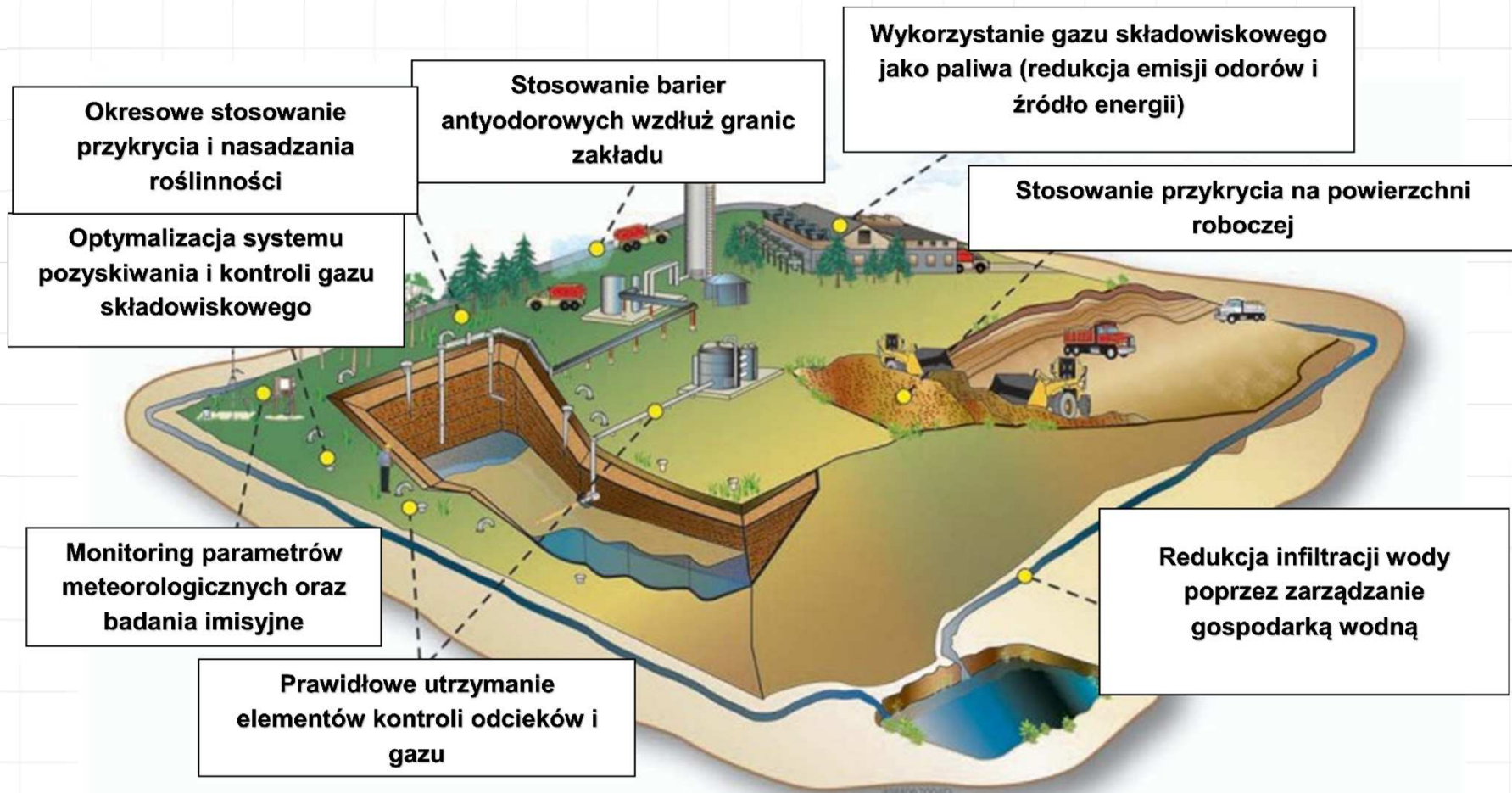
- ❑ BAT 13 – minimalizowanie czasu magazynowania, stosowanie przetwarzania chemicznego, optymalizacja przetwarzania tlenowego
- ❑ BAT 14 – minimalizowanie liczby źródeł rozproszonych, czyszczenie terenów, na których przetwarzane i magazynowane są odpady
- ❑ BAT 21 – zarządzanie emisjami powstającymi w wyniku incydentów

# Zestawienie technik ograniczania emisji odorów dla wybranych procesów przetwarzania odpadów -przykłady

*Na podstawie Najlepszych Dostępnych Technik (BAT)*

Rodzaj przetwarzania odpadów	Zalecane działania	Zalecane techniki w celu redukcji emisji do powietrza (w tym odorów)	Na podstawie konkluzji BAT
Tlenowe przetwarzanie odpadów	<ul style="list-style-type: none"> <li>monitoring i kontrola kluczowych parametrów odpadów i procesów z uwzględnieniem cech charakterystycznych dostarczanych odpadów (stosunek C/N, wielkość cząstek), temperatury i wilgotności pryzm, parametry związane z napowietrzaniem pryzm, wymiary pryzm</li> <li>ma zastosowanie również do ogólnych konkluzji BAT w odniesieniu do biologicznego przetwarzania odpadów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosowanie przykryć z półprzepuszczalnych membran</li> <li>przystosowanie działań do warunków meteorologicznych</li> </ul>	BAT 36 BAT 37
Beztlenowe przetwarzanie odpadów	<ul style="list-style-type: none"> <li>monitoring i kontrola kluczowych parametrów odpadów i procesów poprzez wdrożenie ręcznego lub automatycznego monitorowania mającego na celu zapewnienie dostępu do komory fermentacyjnej, ograniczenie trudności eksploatacyjnych, takich jak pienienie się, które może prowadzić do emisji odorów, zapewnienia odpowiedniego systemu ostrzegania o awariach, sugerowane monitorowane parametry to pH, zasadowość, temperatura pracy komory fermentacyjnej, wielkości ładunków doprowadzanych do komory fermentacji, stężenie lotnych kwasów tłuszczowych i amoniaku w komorze i pofermentacie, ilość skład i ciśnienie biogazu, poziomy cieczy i piany w komorze</li> <li>ma zastosowanie do ogólnych konkluzji BAT odnośnie do biologicznego przetwarzania odpadów</li> </ul>	-----	BAT 38

# Elementy systemu zarządzania na składowisku odpadów



# Kodeks przeciwdziałania uciążliwości zapachowej

- właściwa lokalizacja, budowa i ukształtowanie obiektu;
- właściwa eksploatacja, przestrzeganie reżimów technologicznych i wymagań BAT;
- ujmowanie i obróbka gazu składowiskowego;
- ujmowanie i wywóz odcieków;
- hermetyzacja, wentylacja i ujmowanie gazów;
- ujmowanie gazów procesowych i spalanie z odzyskiem energii;
- dezodoryzacja (biofiltracja, absorpcja), maskowanie zapachów;
- tworzenie naturalnych barier ochronnych (sadzenie drzew i krzewów).

## Wybrane techniki dezodoryzacji

	Wymagania	Zalety	Wady	Efektywność dezodoryzacji %
Adsorpcja	Przepływ gazu <18 m/min Minimalna grubość warstwy węgla aktywnego - 13 mm Czas działania - 4-5 lat	Wysoka wydajność dezodoryzacji Adsorbent może być regenerowany Dla małych instalacji możliwość wykorzystania wymiennych wkładów Relatywnie niskie koszty w porównaniu do innych metod	Wysoka temperatura i duża wilgotność mogą spowodować przebicie złoża Wysoki poziom zapylenia może zablokować złożo Szybkie nasycenie sorbentu przy wysokich stężeniach odorantów Spadek wydajności oczyszczania wraz ze wzrostem nasycenia złoża Nieregenerowany sorbent jest odpadem Gaz musi zostać wstępnie oczyszczony przed skierowaniem do filtra z węgla aktywnego	70-99
Absorpcja	Duża objętość gazów Mały spadek ciśnień Stężenie odorów musi być małe/średnie Kosztowność stosowania dodatkowych reagentów	Możliwość oczyszczania dużych strumieni gazów Wysoka wydajność dezodoryzacji	W przypadku dużego stężenia zanieczyszczeń wymagane jest rozcieńczenie czystym powietrzem W przypadku związków nierozpuszczalnych wymagane są odczynniki chemiczne Absorpcja wielostopniowa wymagana do oczyszczania gazów zawierających związki kwaśne lub zasadowe Stosowanie odczynników chemicznych prowadzi do korozji	60-85

## Wybrane techniki dezodoryzacji c.d.

Utlenianie termiczne	<p>Temperatura 650-800 °C</p> <p>Wymagane duże stężenie odorantów</p> <p>Konieczność pomiarów stężeń CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO i NO<sub>x</sub> w gazach wylotowych</p>	<p>Możliwość odzysku ciepła oraz odzysku ciepła drugiego stopnia (gorąca woda)</p> <p>Może być wykorzystywana dla dużego stężenia odorantów</p>	<p>Bardzo wysokie koszty</p> <p>Może zaistnieć potrzeba wstępnego przygotowania gazu, w tym usunięcia pary z mokrego gazu i usunięcia zanieczyszczeń stałych lub ciekłych</p> <p>Zatykające się palniki</p> <p>Powstawanie sadzy i wtórnych zapachów w przypadku niezgodności z parametrami procesu</p> <p>Konieczność stosowania odpylaczy do gazów pyłących</p>	98-99,9
Metody biologiczne	<p>Ciągły strumień masowy odorantów</p> <p>Stała temperatura</p> <p>Konieczność ciągłego działania</p> <p>Czas działania 3-5 lat</p>	<p>Koszty inwestycyjne i operacyjne niższe niż w przypadku pozostałych technik</p> <p>Technologia bezodpadaowa</p>	<p>Wymagany jest duży obszar dla biofiltrów</p> <p>Nie nadaje się do oczyszczania powietrza o wysokim stężeniu zanieczyszczeń</p> <p>Konieczność utrzymania stałej temperatury, pH i wilgotności</p> <p>Działanie biofiltra zależy od warunków pogodowych</p> <p>Wymagane regularne nawadnianie i dozowanie składników pokarmowych do biomasy</p> <p>Powolna adaptacja mikroorganizmów do stężenia zanieczyszczeń i składu gazów</p> <p>Może być używany tylko w procesach ciągłych</p>	W zależności od rodzaju biofiltru od 70 do 99

# Podsumowanie i wnioski końcowe

- ❑ W Europie brak jest jednolitych dla wszystkich krajów uregulowań w zakresie standardów odorowych.

*Istnieją jednak zapisy normatywne dające możliwość zdefiniowania podstawowych pojęć związanych z tematyką odorową oraz przykłady rozwiązań w zakresie standardów odorowych.*

- ❑ Dostępne metody pomiarowe - zarówno w kontekście stężeń emisyjnych, jak i imisyjnych – umożliwiają monitoring związków zapachowo czynnych.

*Obszary ich zastosowań wynikają m.in. z konieczności realizacji założonych celów, charakteru i trybu działalności badanego obiektu, właściwości badanych gazów oraz ograniczeń wynikających już z samej metody badawczej.*



# Podsumowanie i wnioski końcowe

- Na obszarze Unii Europejskiej, oprócz indywidualnych przepisów ustanawianych na poziomie konkretnych państw lub regionów, obowiązują konkluzje BAT, które są dokumentami obowiązującymi we wszystkich państwach członkowskich.

*Decyzja wykonawcza Unii Europejskiej z dnia 10 sierpnia 2018 roku to jeden z przykładowych obszarów możliwości tworzenia rozwiązań w złożonej tematyce środowiskowej, w tym kwestii związanych z odorami.*

Dziękuję za uwagę

izabela.sowka@pwr.edu.pl

Katedra Inżynierii Ochrony Środowiska

Wydział Inżynierii Środowiska

Politechnika Wrocławska



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



Politechnika Wrocławska