



## **Zastosowanie krajowych i europejskich rozwiązań w ocenie jakości zapachowej powietrza na obszarach w pobliżu obiektów gospodarowania odpadami**

*Izabela Sówka, Agnieszka Grzelka*  
*Politechnika Wroclawska*

### **1. Wprowadzenie**

Emisja odorów do powietrza atmosferycznego z obiektów przemysłowych i obiektów gospodarki komunalnej, w tym gospodarowania odpadami stanowi znany od wielu lat problem, w związku z którym organy ustawodawcze w wielu krajach wysokorozwiniętych podejmują się tworzenia regulacji prawnych, które wyznaczyłyby dopuszczalne wielkości emisji zanieczyszczeń zapachowych. Na wybór metody pomiaru uciążliwości zapachowej ma wpływ kilka czynników, przede wszystkim są to charakterystyka i skład emitowanych gazów, zakres i cel przeprowadzanego monitoringu, wymagany stopień szczegółowości pomiarów, lokalizacja miejsca pomiarów i wymagana częstość dokonywania pomiarów. Wśród metod stosowanych w ocenie jakości zapachowej powietrza atmosferycznego, wyróżnić można między innymi metody sensoryczne – olfaktometrię dynamiczną, inspekcje terenowe oraz obliczenia modelowe (Sówka 2011).

W Unii Europejskiej dokumentem, który opisuje sugerowaną metodykę przeprowadzania badań emisyjnych jest norma EN 13275:2003 z poprawką z 2006 r. Norma ta została wprowadzona w Polsce jako PN-EN 13725:2005 Jakość powietrza. Oznaczanie stężenia zapachowego metodą olfaktometrii dynamicznej i zastąpiona w 2007 r. normą PN-EN 13725:2007. Wytyczne w niej zawarte sugerują stosowanie olfaktometrii

dynamicznej jako metody oznaczania stężenia zapachowego w próbkach wonnych gazów. (PN-EN 13725:2007, Sówka 2011).

Z kolei badania intensywności, jakości hedonicznej oraz charakteru/rodzaju zapachu w punktach receptorowych na obszarach położonych w pobliżu obiektów będących źródłem emisji odorów w Polsce oraz w Europie w głównej mierze opierają się na przeprowadzaniu inspekcji terenowych. W przypadku oceny zapachowego oddziaływania, dokonywanej w ten sposób, w Europie często stosowane są normy Stowarzyszenia Inżynierów Niemieckich VDI – norma VDI 3940, która określa zasady wykonywania pomiarów terenowych w siatce oraz w smudze (Sówka 2011, VDI 3940 B.1 2006, VDI 3940 B.2 2006). W ocenie uciążliwości zapachowej obiektów gospodarowania odpadami zastosowanie mają także obliczenia modelowe. Wśród modeli stosowanych w celu prognozy oddziaływania uciążliwości zapachowych dominującą rolę odgrywają modele wywodzące się od modelu Gaussa (Neumann 2005). Obowiązujące w Polsce Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu zawiera opis metodyki obliczania przygruntowych stężeń zanieczyszczeń gazowych pochodzących ze źródeł punktowych, która znajduje zastosowanie w modelowaniu rozprzestrzeniania się odorantów. Jako bazę obliczeń Rozporządzenie określa model referencyjny – gaussowski model smugi zanieczyszczeń (Sówka 2011).

W pracy dokonano przeglądu metod pomiarowych, które stosuje się w ocenie jakości zapachowej powietrza oraz przedstawiono przykłady wyników badań przeprowadzonych z ich wykorzystaniem dla pięciu wybranych obiektów gospodarowania odpadami. Dokonano oceny możliwości oraz zakresu zastosowania podanych metod w ocenie oddziaływania zapachowego w Polsce.

## **2. Metody oceny zapachowej jakości powietrza**

### **2.1. Olfaktometria dynamiczna**

Metodą sugerowaną w Polsce do pomiaru uciążliwości zapachowej, zgodnie z normą PN-EN 13725:2007, jest olfaktometria dynamiczna. Uważa się, że procedura narzucana przez tę normę jest stosunkowo obiektywna, a wyniki dzięki niej uzyskiwane charakteryzuje powtarzalność i odtwarzalność – pomimo że funkcję czujnika pomiarowego pełni

w niej grupa ludzi, która ocenia zapach (Kośmider 2007). Metoda ta polega na ilościowej identyfikacji substancji zapachowych przez określenie ich stężenia zapachowego (Sówka 2011, Sówka 2013).

W pomiarach stężenia zapachowego bierze udział zespół, składający się przynajmniej z czterech osób, z których każda musi spełniać określone kryteria, które dotyczą wrażliwości węchowej. Wymagane jest, aby każdy członek zespołu przeszedł selekcję, która polega na wykonaniu oznaczenia indywidualnego progu wyczuwalności zapachu dla substancji wzorcowej – n-butanolu. Zespół powinien przestrzegać zasad takich, jak zakaz jedzenia i picia (z wyjątkiem czystej wody) oraz palenia papierosów na 30 minut przed i w trakcie pomiarów. Nie należy również używać wonnych kosmetyków. Pomieszczenie przeznaczone do przeprowadzania pomiarów powinno być komfortowe pod względem panującej w nim temperatury, obecności niepożądanego hałasu oraz zapachu. Zadaniem zespołu oceniającego jest sygnalizowanie, przy jakim prezentowanym im rozcieńczeniu zapach jest dla nich wyczuwalny (PN-EN 13725:2007, Sówka 2013).

## 2.2. Obliczenia modelowe

Obliczenia prognozowania zapachowego oddziaływania obiektu na otoczenie bazują na ogólnych metodach stosowanych do modelowania dyspersji zanieczyszczeń w powietrzu, czyli określania charakterystyki pola stężeń odorów wokół emitora (Kielbasa i in. 2013, Neumann 2005). Zalecany do stosowania zgodnie z polskim prawodawstwem model Gaussa jest znany także jako model smugi Pasquilla. Gaussofskie modele smugi zakładają, że smuga rozprzestrzeniająca się ze źródła emisji nie jest zmienna w czasie, a rozkład stężeń w smudze obliczany jest w płaszczyźnie prostopadłej do uśrednionej wartości kierunku wiatru. Najwyższe wartości stężeń substancji występują w osi smugi, a w miarę oddalania się od niej maleją zgodnie z krzywą rozkładu normalnego Gaussa, dążąc do wartości zerowej, którą osiągną dopiero w nieskończoności (Neumann 2005, Kielbasa 2013)

Obliczenia uzyskane w wyniku zastosowania modelowania mogą być pomocne w oszacowaniu oddziaływania zapachowego emitatorów, jednakże metoda ta pozwala na uzyskanie wyników uśrednionych w dłuższych skalach czasowych, które nie zawsze ukazują rzeczywistą uciążliwość zapachową badanego obiektu. W związku z tym, zaleca się,

aby uzyskiwane tą metodą wyniki były poparte badaniami terenowymi (Sówka 2011).

### 2.3. Inspekcje terenowe

W Europie badania terenowe przeprowadza się m.in. zgodnie z wytycznymi VDI 3940 (VDI 3940 B.1 2006, VDI 3940 B.2 2006, VDI 3940 B.3 2008), które opisują metodykę wykonywania pomiarów w siatce i w smudze. W obu przypadkach pomiary wykonywane są przez przeszkolony zespół oceniających, spełniających wymogi zawarte w normie oraz znający określony zapach, pochodzący z zakładu. Badania przeprowadzane w siatce polegają na cyklicznym wykonywaniu przez określony czas oceny występowania odorów na wyznaczonej dookoła zakładu siatce pomiarowej, której środek pokrywa się ze źródłem emisji. Na podstawie uzyskanych wyników możliwe jest wyznaczenie tzw. „godzin odorowych” – liczby godzin oddziaływania odorów w ciągu roku. W przypadku pomiarów wykonywanych w smudze możliwe jest uzyskanie informacji o oddziaływaniu zapachu w zasięgu smugi, na której kształt wpływ mają panujące warunki meteorologiczne – kierunek i prędkość wiatru, obecność opadów, mgły (Sówka 2010, Sówka 2011). Podczas dokonywania oceny każdy członek grupy testerów dokonuje oceny intensywności odczuwanego zapachu zgodnie ze skalą proponowaną przez normę VDI 3940 B.3, w której 0 oznacza brak zapachu, 1 – bardzo słaby zapach, 2 – słaby zapach, 3 – wyraźny zapach, 4 – mocny zapach, 5 – bardzo mocny zapach, 6 – skrajnie mocny zapach, oraz charakteru zapachu przypisując odpowiedni kod spośród wcześniej ustalonych rodzajów zapachów (VDI 3940 B.3 2008, Sówka 2011).

## 3. Przykładowe wyniki badań i ich dyskusja

Z działalnością zakładów gospodarowania odpadami nieodzownie związana jest emisja odorów, które mogą powstawać praktycznie na wszystkich etapach przetwarzania odpadów. Głównymi źródłami emisji związków zapachowo czynnych są: składowiska odpadów, sortownie oraz obiekty mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów (Kulig i in. 2010).

W Tabeli 1. zestawione zostały wyniki uzyskane dla trzech zakładów zajmujących się gospodarowaniem odpadami, dla których przeprowadzone zostały pomiary stężenia zapachowego metodą olfaktometrii dynamicznej oraz obliczenia modelowe. Na podstawie stężeń zapachowo-

wych wyznaczona została całkowita emisja dla zakładów oraz zasięg ich oddziaływania. Działalność Obiektu I obejmuje gospodarowanie odpadami innymi niż niebezpieczne i obojętne, w szczególności jej zadania polegają na obsłudze systemu selektywnej zbiorki odpadów oraz ich sortowaniu. Ponadto, na terenie zakładu prowadzony jest odzysk odpadów wielkogabarytowych oraz przekazywane są wydzielone frakcje nadające się do recyklingu. Obiekt II zajmuje się odzyskiem odpadów innych niż niebezpieczne, natomiast przedmiotem działalności Obiektu III jest przetwarzanie odpadów komunalnych. Z przeprowadzonej analizy wyników pomiarów i obliczeń wynika iż największym zasięgiem oddziaływania zapachowego charakteryzował się Obiekt nr I na którego terenie zlokalizowane jest źródło powierzchniowe w postaci bryły składowiska o powierzchni 2,75 ha, co w znaczący sposób wpływa na zasięg oddziaływania zapachowego.

**Tabela 1.** Zestawienie uzyskanych wyników stężenia zapachowego, emisji zapachu i zasięgu oddziaływania zapachowego dla przykładowych obiektów gospodarowania odpadami

**Table 1.** Summary of the results of odor concentration, odor emissions and odour range of influence for the sample of waste facilities

Nazwa obiektu	Stężenie zapachowe	Całkowita emisja zapachu	Zasięg oddziaływania zapachowego (granica 1 $ou_E/m^3$ )
	$ou_E/m^3$	$ou_E/s$	$m$
Obiekt I	2333	1 443 475	1000
Obiekt II	969	42152	225
Obiekt III	3178	7482,3	240

W tabeli 2 zestawiono przykładowe wyniki uzyskane dla obiektów gospodarowania odpadami w wyniku przeprowadzania badań terenowych, na podstawie których określony został zasięg oddziaływania zapachowego zakładu oraz charakter emitowanego z niego zapachu oraz jego intensywność (w skali 0-6).

**Tabela 2.** Zestawienie uzyskanych wyników z przeprowadzonych badań terenowych dla przykładowych obiektów gospodarowania odpadami  
**Table 2.** Summary of results from the field research for the exemplary waste management facilities

Nazwa obiektu	Zasięg oddziaływania zapachowego	Charakter zapachu	Intensywność zapachu		Częstość występowania	
			- przedział	max		
	<i>m</i>	-	-		%	
Obiekt IV	2300	Rodzaje zapachów:	A	0	0	57,40
		A – brak zapachu	B	1-6	6	10,98
		B – kompostowanie	C	0	0	0,00
		C – chemiczny (słodki z dezodoryzacji)	D	1-5	5	10,39
		D – odpady komunalne	E	1-3	3	2,06
		E – odpady zielone	F	1-4	4	0,10
		F – odpady budowlane	G	1-4	4	13,33
		G – spaliny samochodowe	H	1-4	4	4,31
		H – paleniska domowe	I	1-2	2	1,42
Obiekt V	1000	I – inne	A	0	0	57,22
			B	1-2	2	0,56
			C	1-4	4	5,00
			D	1-6	6	10,91
			E	1-3	3	0,63
			F	0	0	0,00
			G	1-6	6	5,40
			H	1-4	4	8,41
			I	1-2	2	11,87

Przedmiot działalności Obiektu IV stanowi zagospodarowanie odpadów komunalnych i surowców wtórnych w trzech instalacjach przetwarzania odpadów: na składowisku, w instalacji mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych (MBP) i w kompostowni przetwarzającej odpady zielone. Natomiast Obiekt V zajmuje się głównie mechaniczno-biologicznym przetwarzaniem zebranych odpadów, ich zaawansowaną segregacją i kompostowaniem. Z przeprowadzonych pomiarów oraz obliczeń wynika iż maksymalne wartości intensywności zapachów dla zidentyfikowanych rodzajów zapachów odnotowywane były

dla Obiektu IV w odległościach od 50 do 100 m od zakładu oraz dla Obiektu V w odległości od 50 do 100 m.

#### 4. Podsumowanie

Dostępne w Polsce, jednak w przeważającej części stosowane na świecie rozwiązania w zakresie oceny zapachowego oddziaływania obiektów gospodarki komunalnej, w tym obiektów gospodarowania odpadami obejmują zarówno pomiary u ‘źródła’ emisji odorów, jak i w ich otoczeniu. Pomiar stężenia zapachowego oraz określenie emisji zapachu, następnie wykonanie obliczeń modelowych pozwala na wyznaczenie stężeń odorów w siatce punktów receptorowych na wybranym obszarze lub w punktach/ miejscach zamieszkałych i wskazywanych przez mieszkańców jako zapachowo uciążliwych. Wykonanie tego typu analiz wymaga jednak wykonania precyzyjnych i reprezentatywnych badań w obiektach będących źródłem emisji odorów, co nie zawsze ze względów formalno-prawnych w naszym kraju jest możliwe. W związku z tym, po wykonaniu rzetelnego rekonesansu terenowego, alternatywą stosowaną w ocenach zapachowego oddziaływania mogą być inspekcje terenowe. Wymagają one jednak czasochłonnych i kosztownych serii badań. Opracowywane zatem rozwiązania w zakresie ocen oddziaływania zapachowego powinny uwzględniać propozycje procedur i tryb administracyjny umożliwiający dostęp do obiektów będących przyczyną uciążliwości zapachowej celem wykonania reprezentatywnych badań, szczególnie w terminach oraz przypadkach, gdy ilość skarg w otoczeniu źródła emisji odorów jest znacząca.

*Praca współfinansowana z badań statutowych S50-563*

#### Literatura

- Kiełbasa, T. i in. (2013). *Narzędzia modelowe w ocenie zasięgu zapachowego oddziaływania obiektów gospodarki komunalnej (OGK)*, [w:] Interdyscyplinarne zagadnienia w inżynierii i ochronie środowiska Tom 3: Praca zbiorowa pod red. Teodory M. Traczewskiej i Bartosza Kaźmierczaka, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 261-268.
- Kośmider, J. (2007). Pomiary stężenia zapachowego metodą olfaktometrii dynamicznej zgodnie z PN-EN 13725:2007. *Wodociągi – Kanalizacja*, 10, 34-35.

- Kulig, A. i in. (2010). *Identyfikacja, inwentaryzacja i charakterystyka źródeł odorantów w gospodarce komunalnej w Polsce*, [w:] Współczesna problematyka odorów, pod red. M. Szyrkowskiej, J. Zwoździaka. Warszawa: Wydawnictwo Naukowo-Techniczne.
- Neumann, M. (2005). Modelowanie jakości zapachowej powietrza atmosferycznego. *Przegląd Komunalny*, 11, 114-119.
- PN-EN 13725:2007 (2007). Jakość powietrza. Oznaczanie stężenia zapachowego metodą olfaktometrii dynamicznej.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu.
- Sówka, I. i in. (2010). *Charakterystyka wybranych metod badań terenowych stosowanych w ocenie zapachowej jakości powietrza wokół obiektów przemysłowych*, [w:] Współczesna problematyka odorów, pod red. Małgorzaty I. Szyrkowskiej i Jerzego Zwoździaka. Warszawa: Wydawnictwo Naukowo Techniczne, 86-111.
- Sówka, I. (2011). *Metody identyfikacji odorotwórczych gazów emitowanych z obiektów przemysłowych*, Prace Naukowe Instytutu Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej 90, Seria: Monografie 55. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
- Sówka, I. i in. (2013). Warunki i wymogi niezbędne do prawidłowego funkcjonowania Laboratorium Badań Olfaktometrycznych. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 15, 120-1215.
- Sówka, I. i in. (2011). Zastosowanie niemieckich rozwiązań w ocenie uciążliwości zapachowej w Polsce. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 13, 1275-1288.
- VDI 3940 B.1 (2006). *Measurement of odour impact by field inspections – Measurement of the impact frequency of recognizable odours – Grid measurement*. Berlin: Verein Deutscher Ingenieure.
- VDI 3940 B.2 (2006). *Measurement of odour impact by field inspections – Measurement of the impact frequency of recognizable odours- Plume measurement*. Berlin: Verein Deutscher Ingenieure.
- VDI 3940 B.3 (Draft) (2008), *Measurement of odour in ambient air by field inspections – Determination of odour intensity and hedonic odour tone*. Berlin: Verein Deutscher Ingenieure.



## **Application of National and European Solutions in the Assessment of Odour Air Quality in the Vicinity of Waste Facilities**

### **Abstract**

Numerous methods are employed all over the world in order to assess the odour air quality, including, among others, analytical chemistry, sensory, olfactometric and sensory-instrumental methods. Basic procedures for collecting of gas samples from point and area sources, and the determination of odour concentration by dynamic olfactometry are described in the PN-EN 13725 standard: 'Air Quality. Determination of odour concentration by dynamic olfactometry'. The main purpose of the standard is to ensure the consistency of the assessment of odour emissions in the European Union. In the case when other methods (field inspections, modelling) are used and in the case of odour standards in European countries, own solutions are applied. In Poland, there is still a lack of legislation in this area. The work comprises an overview of the measurement methods used in the evaluation of the odour air quality with examples of test results, among others, for measurement and modeling of odour concentration, and field inspections for the five selected waste facilities. The possibility of applying the selected methods in olfactory impact assessments of the waste facilities in Poland is presented.

### **Słowa kluczowe:**

Uciążliwość zapachowa, olfaktometria dynamiczna, modelowanie, badania terenowe

### **Keywords:**

Odour nuisance, dynamic olfactometry, modelling, field inspections