

# Oceny uciążliwości zapachowej obiektów i instalacji w gospodarce ściekowej i odpadowej metodą olfaktometrii terenowej

## Assessing the odour nuisance of facilities and installations in sewage and waste management using the field olfactometry method

Andrzej Kulig\*

**Słowa kluczowe:** gospodarka odpadami, oczyszczanie ścieków, odorant, odór, odorymetria, olfaktometria, uciążliwość zapachowa

### Streszczenie

W Polsce brak jest ścisłych regulacji formalno-prawnych i metodycznych, dotyczących oceny uciążliwości zapachowej obiektów i instalacji, w tym m.in. w gospodarce ściekowej i odpadowej. W tych warunkach została dopracowana i wdrożona, na pracujących instalacjach, metoda bezpośredniej olfaktometrii terenowej oznaczania stężeń odoru za pomocą przyrządów typu Nasal Ranger® oraz Scentroid SM100. W prowadzonych badaniach wykorzystywane są także metody chemiczne oznaczania stężeń podstawowych odorantów (substancji zapachowych), m.in. amoniaku, siarkowodoru, merkaptanów i lotnych związków organicznych. Intensywność zapachu jest oceniana w badaniach sensorycznych według sześciostopniowej skali. Pomiarom stężeń zanieczyszczeń powietrza towarzyszy kontrola warunków mikroklimatycznych, wpływających na powstawanie oraz rozprzestrzenianie się odorów. W artykule przedstawiono przykłady zastosowania olfaktometrii terenowej do oceny instalacji w gospodarce komunalnej.

**Keywords:** odorant, odour, odometry, olfactometry, odour nuisance, sewage treatment, waste management

### Abstract

In Poland, there are no strict formal, legal and methodological regulations regarding the assessment of the odour nuisance of facilities and installations, including e.g. in sewage and waste management. In these conditions, the method of direct field olfactometry for determining odour concentrations using Nasal Ranger® and Scentroid SM100 instruments was refined and implemented on the operating installations. The conducted research also uses chemical methods for determining the concentrations of basic odorants (substances), i.e. ammonia, hydrogen sulfide, mercaptans and volatile organic compounds. The intensity of the fragrance is assessed in sensory tests according to a six-point scale. Measurements of air pollution concentrations are accompanied by control of microclimate conditions affecting the formation and spreading of odours. The article presents examples of the use of field olfactometry for the assessment of installations in municipal management.

## 1. Wprowadzenie

Problem badania emisji i oddziaływania źródeł substancji zapachowych na otoczenie wciąż jest trudny do rozwiązania. Jak dotychczas, w Polsce brak jest szczegółowych przepisów prawnych i w pełni unormowanych rozwiązań metodycznych, mimo że w wielu krajach takie istnieją. Jednym z obszerniejszych opracowań na temat przeglądu i podsumowania przepisów, dotyczących zapachów w kilkunastu krajach na całym świecie, jest artykuł zespołu 19 autorów [4]. Oceny oddziaływania zapachu wymagają obiektywizacji, polegającej na scharakteryzowaniu źródeł odoru poprzez określenie rodzaju zapachu i jego hedonicznej jakości, czasu pracy emitora, a także na wykonaniu obiektywnych pomiarów stężeń i emisji zapachu. W nauce o zapachach opracowano dotychczas liczne metody badania oddziaływania źródeł odoru, zwłaszcza w kontekście ich uciążliwości dla ludzi [3,6]. Dyskomfort, wywołany przez substancje zapachowe lub okoliczności, które towarzyszą występowaniu odorów, definiowany jest jako uciążliwość zapachowa.

## 2. Metody badania odorów

Badania odorów obejmują ocenę sensoryczną rodzaju i intensywności zapachu oraz pomiar stężenia zapachu, który może być uzupełniony, ale nie jest tożsamy z pomiarem stężenia odorantów, wykonywanym klasycznymi metodami chemicznymi, metodami

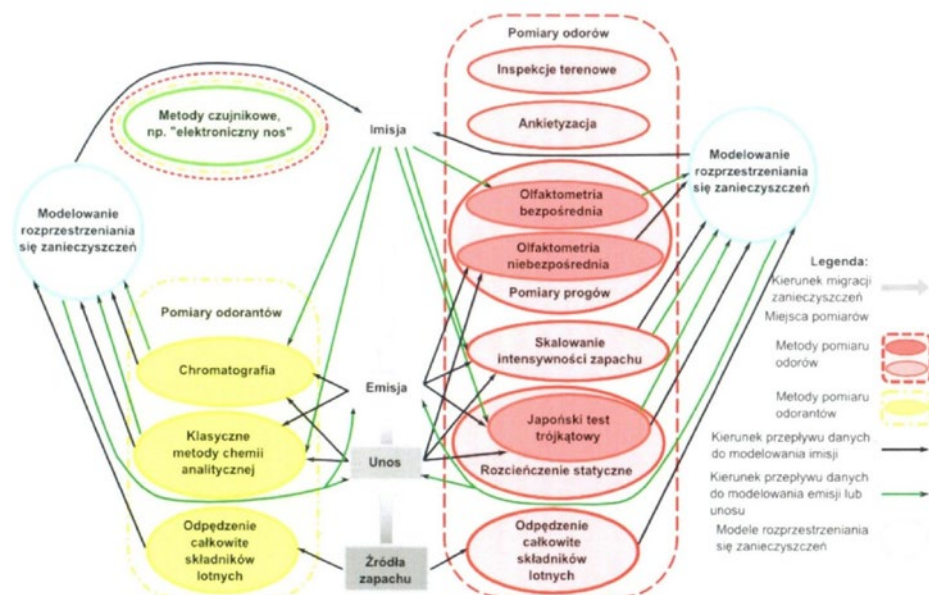
instrumentalnymi lub przy użyciu przenośnych detektorów gazów, z wykorzystaniem metody czujnikowej. Na rys. 1. przedstawiono różne metody oceny oddziaływania zapachowego instalacji.

Procedura oznaczania stężenia zapachu  $c_{od}$  [ou/m<sup>3</sup>] i emisji zapachu  $q_{od}$  [ou/s] ze źródeł zorganizowanych metodą olfaktometrii dynamicznej jest szczegółowo opisana w normie PN-EN 13725:2022-07 [13]. Nie zostały dotychczas znormalizowane procedury pomiaru emisji zapachu ze źródeł dyfuzyjnych, emisji chwilowej (np. występującej w czasie awarii lub w krótkotrwałych operacjach uciążliwych) oraz małych i szybko zmiennych wartości stężenia zapachu w przygruntowej warstwie powietrza. Takie oznaczenia stężeń w powietrzu atmosferycznym można wykonywać metodą dynamicznych rozcieńczeń do progu wyczuwalności, wykonywanych *in situ*, przy użyciu olfaktometrów terenowych. Biorąc pod uwagę potrzeby gospodarki, uwzględniając specyfikę źródeł odorów, w tym przypadku głównie w sektorze komunalnym, do badań i oceny źródeł odorów wybrano olfaktometrię bezpośrednią (terenową), w połączeniu z pomiarami stężeń wybranych odorantów.

## 3. Charakterystyka olfaktometrii terenowej

Olfaktometria terenowa polega na analizie powietrza pochodzącego bezpośrednio ze źródła emisji lub swobodnej przestrzeni, np. atmosfery [16]. Jest metodą, którą można stosować do bezpośredniej

\* Andrzej Kulig, dr hab. inż., prof. PW – Zespół Ochrony Powierzchni Ziemi, Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska, Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska, Politechnika Warszawska, ul. Nowowiejska 20, 00-653 Warszawa, tel. 22-629-3026, e-mail: Andrzej.Kulig@pw.edu.pl



Rys. 1. Klasyfikacja metod badawczych stosowanych w ocenie oddziaływania zapachowego [3]

Fig. 1. Classification of research methods used in the assessment of odour impact [3]

kontroli uciążliwości zapachowej, w obrębie instalacji i obiektów emitujących odory. Umożliwia monitorowanie problemów związanych z uciążliwością zapachową, jednocześnie dając natychmiastowe wyniki. Wykorzystanie olfaktometru terenowego pozwala na bezpośredni pomiar stężenia zapachu w wielu punktach receptorowych i stanowi metodę oceny stężenia zapachu m.in. na terenie oczyszczalni ścieków i w obiektach gospodarki odpadami oraz w ich otoczeniu. Jest również metodą umożliwiającą kontrolę procesów technologicznych i operacji jednostkowych w ww. obiektach, co wykazano na podstawie wyników badań [18,19,20,21].

Innowacyjność bezpośredniej dynamicznej olfaktometrii terenowej polega m.in. na możliwości:

- wyeliminowania konieczności pobierania próbek powietrza (gazów procesowych) do worków analitycznych i uniknięcia związanych z tym błędów,
- uniknięcia zmian w składzie pobranej mieszaniny gazów podczas transportu,
- uzyskania natychmiastowych wyników,
- kontroli nie tylko uciążliwości zapachowych, ale także przebiegu poszczególnych procesów technologicznych i operacji jednostkowych,
- oznaczania szybkozmiennych wartości stężenia zapachu → co oznacza możliwość monitorowania nagłych zmian w uciążliwości zapachowej, wywołanych czynnikami zewnętrznymi, np. warunkami atmosferycznymi, zmiennością składu oczyszczanych ścieków lub przetwarzanych odpadów,
- pomiaru stężenia zapachu w sytuacji, gdy emisja odorów jest okresowa i zmienna w czasie,
- zróżnicowania źródeł uciążliwości zapachowej na terenie danego zakładu (objektu) lub należących do różnych zakładów zlokalizowanych w bliskim sąsiedztwie, np. w tzw. strefach przemysłowych,
- identyfikacji okresowo obserwowanych ekstremalnych uciążliwości, czyli tzw. epizodów odorowych,
- wspierania działań zapobiegających powstawaniu uciążliwości zapachowej oraz promocji dobrych praktyk w zakresie ograniczania emisji odorów,
- uproszczenia procedur pomiarowych.

Należy podkreślić, że proponowane rozwiązania metodyczne służą bezpośrednio ochronie środowiska, ale warto dodać, że są wdrażane na oczyszczalniach ścieków i obiektach gospodarki odpadami, które zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa są instalacjami zawsze

lub potencjalnie znacząco oddziałującymi na środowisko: zarówno korzystnie, jak i niekorzystnie [14,17]. Dodatkowo wyniki badań olfaktometrycznych mogą być podstawą edukacji i upowszechnia w społeczeństwie wiedzy o odorach (np. w mediach, podczas konferencji naukowo-technicznych i na zajęciach Uniwersytetu Trzeciego Wieku), kładąc nacisk na możliwość obiektywizacji tego oddziaływania.

#### 4. Urządzenia i sprzęt pomiarowy

Badania podstawowe – obejmujące pobieranie próbek powietrza oraz oznaczanie stężeń zapachu przeprowadzane są za pomocą olfaktometrów terenowych – przenośnych urządzeń typu Nasal Ranger® oraz Scentroid SM100, przedstawionych na rys. 2, 3 i 4.



Rys. 2. Olfaktometr terenowy typu Nasal Ranger®

Fig. 2. Nasal Ranger® field olfactometer



Rys. 3. Zestaw olfaktometru Scentroid

Fig. 3. Scentroid olfactometer set



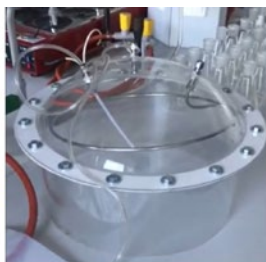
Rys. 4. Olfaktometr terenowy typu Scentroid SM100

Fig. 4. Scentroid SM100 field olfactometer

W sektorze gospodarki ściekowej i gospodarki odpadami obok typowych źródeł punktowych w formie kominów i wyrzutni wentylacyjnych (dachowych, ściennych lub terenowych) z hal technologicznych lub zbiorników, zdecydowana większość instalacji charakteryzuje się emisją rozproszoną, tzn. nieorganizowaną, pochodzącą z niskich (aktywnych lub pasywnych) źródeł powierzchniowych, a także emisją nieorganizowaną ze źródeł quasi-punktowych, np. nieszczelności instalacji. Z tego względu podczas badań konieczne jest stosowanie specjalnych przyrządów do pobierania próbek. Wykorzystywane są rozwiązania oferowane na rynku, np. *Wind Tunnel SW60* firmy *Scentroid*, ale także osłony statyczne skonstruowane w Politechnice Warszawskiej (rys. 5 i 6). Na rys. 7 przedstawiono pobieranie próbek powietrza z nad powierzchni ścieków w piaskowniku przy użyciu osłony typu wind tunnel z wymuszonym przepływem powietrza.



Rys. 5. *Wind Tunnel SW60* firmy *Scentroid*  
Fig. 5. *Wind Tunnel SW60* by *Scentroid*



Rys. 6. Osłona opracowana w Pracowni Badania Odorów KOiKŚ PW  
Fig. 6. The cover developed in the Odour Testing Laboratory of KOiKŚ WUT



Rys. 7. Osłona typu wind tunnel (z wymuszonym przepływem powietrza) do pobierania próbek powietrza z piaskownika  
Fig. 7. *Wind tunnel type cover (with forced air flow)* for taking air samples from the sand trap

Intensywność zapachu oceniana jest w badaniach sensorycznych według sześciostopniowej, zmodyfikowanej i rozszerzonej przez A. Kuliga o jeden stopień organoleptycznej skali Justa [7]. Pomiarom stężeń zanieczyszczeń powietrza towarzyszy kontrola (pomiar i obserwacja) warunków mikroklimatycznych, wpływających na powstawanie oraz rozprzestrzenianie się odorów.

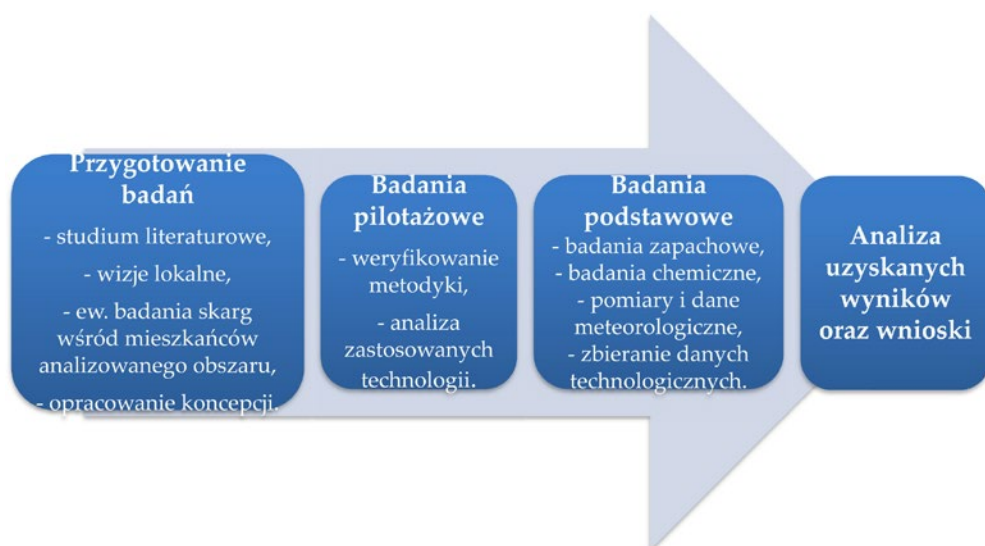
## 5. Procedura badań terenowych oddziaływania zapachowego źródeł odorantów

Procedura metodyczna badań oddziaływania zapachowego instalacji i obiektów, będących źródłami odorantów, składa się z kilku etapów. Można ją ująć w schemat przedstawiony na rys. 8.

## 6. Wdrożenia olfaktometrii terenowej w obiektach komunalnych

Na Wydziale Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej od ponad czterdziestu lat prowadzone są badania z zakresu powstawania i emisji oraz rozprzestrzeniania się odorantów i odorów, a także zwalczania uciążliwości zapachowej. Ponieważ duża część potencjału badawczego i dydaktycznego Wydziału dotyczy tematyki wodno-ściekowej i odpadowej, dlatego zainteresowania problematyką odorową, w szeroko zdefiniowanej gospodarce, obok przemysłu i rolnictwa, skupiły się głównie na obiektach gospodarki komunalnej. Podstawą zintensyfikowania prac w tym zakresie były wyniki zrealizowanego w latach 2007-2010 projektu: „*Identyfikacja i inwentaryzacja źródeł odorantów w obiektach gospodarki ściekowej i odpadowej*”. Wykazano konieczność rozwoju i wdrażania metod bezpośredniego badania i oceny (*in situ*) oddziaływania oraz uciążliwości odorantów i odoru w środowisku człowieka. Obok funkcjonowania stacjonarnych laboratoriów chemicznych (wykorzystujących głównie techniki chromatograficzne) oraz olfaktometrycznych wskazano potrzebę prowadzenia pomiarów z wykorzystaniem metod badań terenowych. Wyniki badań były prezentowane na konferencjach naukowych oraz opublikowane w czasopiśmie naukowych i w monografii [8].

W ramach grantu nt. *Analiza porównawcza olfaktometrii terenowej z innymi metodami badawczymi w ocenie oddziaływania zapachu oczyszczalni ścieków* wykonano porównanie sensorycznych i analitycznych metod badania stężenia zapachu oraz stężeń odorantów [1,2]. Monitorowanie emisji związków złoonych jest bez wątpienia jednym z istotnych zagadnień w procesie kontroli stabilizacji odpadów komunalnych, zachodzącej m.in. w instalacjach mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów (M-BP).



Rys. 8. Schemat procedury metodycznej badania oddziaływania zapachowego źródeł emisji odorantów

Fig. 8. Scheme of the methodological procedure for testing the odour impact of odorant emission sources

W pracach podejmowanych przez Zespół dowiedziono, że badania olfaktometryczne (ze szczególnym uwzględnieniem badań *in situ*) mogą być odpowiednią adekwatną techniką do monitorowania procesu tlenowej stabilizacji odpadów komunalnych. Ponadto mogą być wykorzystywane do wyboru najefektywniejszego rodzaju preparatu stosowanego do dezodoryzacji [15].

Do badań wybrano oczyszczalnie ścieków komunalnych. W ich wyniku stwierdzono, że metoda bezpośredniej olfaktometrii dynamicznej z użyciem olfaktometru terenowego, może być stosowana w procedurach oceny oddziaływania zapachowego oczyszczalni ścieków. Obiektami, na których przeprowadzono badania wdrożeniowe, były m.in.: Oczyszczalnia Ścieków „Czajka” w Warszawie, oczyszczalnia w Pruszkowie oraz system kanalizacji i oczyszczalnia w Białymstoku [12], a także Zakład Mechaniczno-Biologicznego Przetwarzania Odpadów „Radiowo” w Warszawie i Składowisko Odpadów w Otwocku.

Badania odorowe kontynuowano w biogazowniach przetwarzających odpady komunalne. Celem badań było określenie źródeł emisji odorantów i odoru oraz stopnia ich oddziaływania, z uwzględnieniem rodzajów odpadów, rozwiązań techniczno-technologicznych oraz warunków mikroklimatycznych. Analiza wyników intensywnie prowadzonych badań terenowych pozwoliła na znalezienie powiązań między wpływem procesów technologicznych oraz czynników meteorologicznych (temperatura, wilgotność powietrza) i mikroklimatycznych w obiektach zamkniętych a emisją odorantów i odorów, co jest szczególnie cenne z punktu widzenia nie tylko prowadzenia instalacji, ale także udoskonalania istniejących i rozwijania nowych metod dezodoryzacji gazów procesowych [18,19,20,21]. Efektem końcowym jest określenie lub ewentualnie wyeliminowanie barier rozwoju tej technologii zagospodarowania odpadów i pozyskiwania „zielonej” energii. Wyniki badań prowadzonych w Pracowni Badania Odorów wykazały także zależność pomiędzy intensywnością a stężeniem zapachu dla procesów technologicznych, realizowanych w badanych zakładach. Dla wielu źródeł emisji, większej intensywności zapachu towarzyszyły wyższe wartości stężenia zapachu. Jest to zgodne z prawem Webera-Fechnera, określającym zależność między intensywnością percepcji węchowej i stężenia zapachu, które stanowi teoretyczną podstawę dla percepcji doznań zapachowych przez ludzki zmysł węchu.

W 2021 r. w czasopiśmie naukowym „Sensors” zostały opublikowane wyniki badań, w których wykorzystano olfaktometrię terenową do oceny stopnia degradacji terenu w wyniku działalności górniczej oraz błędnej koncepcji jego rekultywacji [11].

Wyniki dotychczasowych badań jednoznacznie wskazały na możliwość oceny oddziaływania zapachowego obiektów komunalnych, nawet przy braku w tym zakresie ścisłych ogólnokrajowych standardów formalnych. Dodatkowo badania, prowadzące do określenia wskaźników emisji substancji zapachowych, pozwalają opracować:

- strategie zwalczania uciążliwości zapachowych [np. 10],
- programy zarządzania odorami, wymagane w niektórych branżach w ramach tzw. konkluzji BAT (najlepszych dostępnych technik), a wynikające z decyzji wykonawczych Komisji Unii Europejskiej [np. 5,9].

## 7. Możliwości wdrożenia olfaktometrii terenowej przez innych przedsiębiorców i eksploatorów

Rozwiązanie metodyczne, dotyczące oceny uciążliwości zapachowej, jest wykorzystane w bezpośrednich badaniach instalacji i obiektów, m.in. w ramach standardowych przeglądów ekologicznych oraz w tzw. analizach porealizacyjnych, jako niestandardowe rozszerzenie ich zakresu, a niekiedy jako podstawowy cel badania. Wyniki tych ocen są z kolei niezbędne do oceny potrzeb w zakresie planowanych działań dezodoryzacyjnych, które powinny być dostatecznie uzasadnione przez decydentów (zarówno pod względem

koniecznych nakładów finansowych, jak i osiąganego tzw. efektu ekologicznego, tj. poprawy stanu czystości środowiska), oraz wykorzystywane pośrednio do oceny oddziaływania na środowisko planowanych przedsięwzięć. Inwestor (zamawiający) dokonuje wyboru oferenta programu badawczego na podstawie oceny jakości pomiarów i ocen w funkcji niezbędnych kosztów badań.

Wielu specjalistów, poszukujących uzasadnienia bardzo powolnego postępu w zakresie zwalczania uciążliwych źródeł odorów w Polsce, obok tzw. subiektywności odczuć zapachowych i braku stosownych rozwiązań prawno-metodycznych, wskazuje na znaczne koszty badań odorymetrycznych i technologii dezodoryzujących. Przykładowo, w stosunkowo prostym programie badawczym, przy kilku – kilkunastu potencjalnych źródłach emisji odoru, podczas jednej sesji pomiarowej wykonywanych jest 20-30 pomiarów (oznaczeń) stężeń zapachu metodą olfaktometrii terenowej bezpośredniej, których koszt jest około pięć razy mniejszy od kosztu badań metodą niebezpośredniej olfaktometrii dynamicznej w stacjonarnym laboratorium odorowym, do których należy jeszcze doliczyć koszt pobrania próbek powietrza.

## 8. Podsumowanie

Terenowe badania oddziaływania źródeł emisji odorantów na otoczenie, w celu oceny ich uciążliwości, wykonywane są od wielu lat, ale coraz częściej są rozszerzane o pomiary stężenia odoru. Jedną z technik, stosowanych do oceny stopnia uciążliwości zapachowej, jest olfaktometria terenowa, w której pomiar stężenia zapachu można wykonać za pomocą przenośnych olfaktometrów terenowych. W Politechnice Warszawskiej wdrożono olfaktometrię terenową do ocen uciążliwości zapachowej obiektów i instalacji, ze szczególnym uwzględnieniem gospodarki ściekowej i gospodarki odpadami. Wyniki badań odorymetrycznych pozwalają przedstawiać mapy przestrzennego rozkładu intensywności i stężenia zapachu oraz stężenia substancji chemicznych. Dodatkowo, zwłaszcza w przypadku określenia wskaźników emisji substancji zapachowych, pozwalają m.in.:

- określić i scharakteryzować źródła odorantów,
- zobiektywizować oceny uciążliwości zapachowej,
- rozwiązać konflikty społeczne związane z emisją odorów,
- opracować strategie zwalczania uciążliwości zapachowych,
- ocenić efektywność rozwiązań dezodoryzacyjnych i metod zwalczania uciążliwości zapachowych,
- stworzyć programy zarządzania odorami, wymagane w niektórych branżach w ramach tzw. konkluzji BAT, wynikające z decyzji wykonawczych Komisji UE.

Włączenie badań olfaktometrycznych do standardów badań jakości powietrza wokół obiektów gospodarki komunalnej stanowi istotną wartość dodaną, wzbogacając wiedzę o środowisku bytowania ludzi o obiektywny, mierzalny parametr, mający niebagatelny wpływ na dobrostan społeczeństwa. ■

## LITERATURA

- [1] Barczak R., Kulig A. 2016. “Odour Monitoring of a Municipal Wastewater Treatment Plant in Poland by Field Olfactometry”. *Chemical Engineering Transactions*, ISSN 1974-9791.
- [2] Barczak R., Kulig A. 2017. “Comparison of different measurement methods of odour and odorants used in the odour impact assessment of wastewater treatment plants in Poland”. *Water Sci. Technol.*, 2017 75 (4): 944–951. <https://doi.org/10.2166/wst.2016.560>.
- [3] Barczak R., Kulig A. 2017. „Charakterystyka metod badawczych wykorzystywanych w ocenie oddziaływania zapachowego”. *Współczesne problemy inżynierii i ochrony środowiska*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Inżynieria Środowiska, nr 74, 2017, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, s. 25-62, Warszawa ISBN 978-83-7814-646-9, ISSN: 1234-4338.
- [4] Bokowa A., Diaz C., Koziel J.A., McGinley M., Barclay J., Schauburger G., Guillot J.-M., Sneath r., Capelli L., Zorich V., Izquierdo C., Bilsen

- I., Romain A.C., del Carmen Cabeza M., Liu D., Both r., Van Belois H., Higuchi T., Wahe L. 2021. "Summary and Overview of the Odour Regulations Worldwide". *Atmosphere*, 12(2), 206. doi.org/10.3390/atmos12020206.
- [5] 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 (notyfikowana jako dokument nr C(2018) 5070) (Tekst mający znaczenie dla EOG) (OJ L 208 17.08.2018, p. 38, ELI: [http://data.europa.eu/eli/dec\\_impl/2018/1147/oj](http://data.europa.eu/eli/dec_impl/2018/1147/oj)).
- [6] Kośmider, J., Mazur-Chrzanowska, B., Wyszyński, B. 2012. „Odory”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [7] Kulig A. 2004. „Metody pomiarowo-obliczeniowe w ocenach oddziaływania na środowisko obiektów gospodarki komunalnej”. Wydanie II (zaktualizowane). Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa.
- [8] Kulig A., Lelicińska-Serafin K., Podedworna J., Sinicyn G., Heidrich Z., Czyżkowski B. 2010. „Identyfikacja, inwentaryzacja i charakterystyka źródeł odorantów w gospodarce komunalnej w Polsce”. *Współczesna problematyka odorów*, s. 14-53. Red. M.I. Szynkowskiej i J. Zwoździaka. WN-T, Warszawa, ISBN 978-83-204-3674-7.
- [9] Kulig A., Szyłak-Szydłowski M. 2016. „Identyfikacja źródeł odorów i charakterystyka ich udziału w problemie oddziaływania zapachowego Zakładu Kronospan Mielec Sp. z o.o. w celu opracowania programu zarządzania odorami”. Raport Pracowni Badania Odorów WIBHiŚ PW 02-16/KOiKŚ. Warszawa, grudzień 2016 r. w związku z decyzją wykonawczą Komisji (UE) nr 2015/2119 z dnia 20 listopada 2015 r., ustanawiającą konkluzje dotyczące BAT w odniesieniu do produkcji płyt drewnopochodnych, zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola) wraz z załącznikiem, Dziennik Urzędowy UE L 306/32-51 z dnia 24 listopada 2015 r.
- [10] Kulig A., Szyłak-Szydłowski M., Heidrich Z. 2018. „Analiza zasadności stosowania preparatów maskujących w celu doraźnego ograniczenia uciążliwości zapachowej oraz wskazanie uznanych metod badawczych do oceny skuteczności stosowanych preparatów antyodorowych (maskujących lub neutralizujących)”. Raport WIBHiŚ PW 02-18/KOiKŚ-Z. ZwWiOŚ, W-wa, sierpień 2018 r.
- [11] Kulig A., Szyłak-Szydłowski M., Wiśniewska M. 2021. „Application of Chemical Sensors and Olfactometry Method in Ecological Audits of Degraded Areas”. *Sensors*, 21 (18):1-13. doi.org/10.3390/s21186190.
- [12] Kulig, A., Szyłak-Szydłowski, M. i Wiśniewska, M., 2022. „Application of Field Olfactometry to Monitor the Odour Impact of a Municipal Sewage System”. *Energies*, vol. 15, nr 11. <https://doi.org/10.3390/en15114015>.
- [13] PN-EN 13725:2022-07 – wersja angielska. *Emisja ze źródeł stacjonarnych – Oznaczanie stężenia odorów za pomocą olfaktometrii dynamicznej i szybkości emisji odorów* (zastąpiła normę PN-EN 13725:2007 – wersja polska, która została wycofana).
- [14] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. poz. 1839).
- [15] Szyłak-Szydłowski M. 2018. „Olfaktometryczna metoda oceny stopnia biostabilizacji odpadów w instalacjach mechaniczno-biologicznego przetwarzania”. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Inżynieria Środowiska*, nr 78, 2018, Warszawa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 107 s., ISBN 9788378148241.
- [16] Szyłak-Szydłowski M. 2019. „Oznaczanie stężenia zapachu metodą olfaktometrii terenowej”. *GWiTŚ* (4): 131-134; DOI:10.15199/17.2019.4.3
- [17] Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U. nr 199, poz. 1227, t.j. Dz.U. 2022 poz. 1029 z późn. zm.).
- [18] Wiśniewska M., Kulig A., Lelicińska-Serafin K. 2020. „The Importance of the Microclimatic Conditions Inside and Outside of Plant Buildings in Odorants Emission at Municipal Waste Biogas Installations”. *Energies*, 13, 6463; DOI:10.3390/en13236463.
- [19] Wiśniewska M., Kulig A., Lelicińska-Serafin K. 2020. „Olfactometric testing as a method for assessing odour nuisance of biogas plants processing municipal waste”. *Archives of Environmental Protection*, vol. 46 no. 3 pp. 60–68 PL ISSN 2083-4772; doi:10.24425/aep.2020.134536.
- [20] Wiśniewska M., Kulig A., Lelicińska-Serafin K. 2020. „The Impact of Technological Processes on Odorant Emissions at Municipal Waste Biogas Plants”. *Sustainability*, 12, 5457; DOI:10.3390/su12135457.
- [21] Wiśniewska M., Kulig A., Lelicińska-Serafin K. 2020. „Odour Emissions of Municipal Waste Biogas Plants – Impact of Technological Factors, Air Temperature and Humidity”. *Applied Sciences*, 10, 1093; DOI:10.3390/app10031093.

## Warunki prenumeraty „Gaz, Woda i Technika Sanitarna” na 2023 r.

**Zamówienia na prenumeratę czasopism wydawanych przez Wydawnictwo SIGMA-NOT Sp. z o.o. można składać w dowolnym terminie. Mogą one obejmować dowolny okres, tzn. dotyczyć dowolnej liczby kolejnych zeszytów każdego czasopisma.**

**Zamawiający** – po dokonaniu wpłaty – może otrzymywać zaprenumerowany przez siebie tytuł począwszy od następnego. Zamówienia na zeszyty sprzed daty otrzymania wpłaty będą realizowane w miarę możliwości z posiadanych zapasów magazynowych.

Prenumerata roczna czasopism Wydawnictwa jest możliwa w **trzech** wariantach:

- **PAPIEROWA** – czasopismo tylko w wersji papierowej (z opłatą za dostarczenie przesyłki)
- **CYFROWA** – czasopismo tylko w wersji cyfrowej dostępne na Portalu Informacji Technicznej [www.sigma-not.pl](http://www.sigma-not.pl) Prenumerator otrzymuje link do aktywacji konta zaprenumerowanego tytułu
- **PLUS** – czasopismo w wersji papierowej (bez opłaty za dostarczenie) oraz cyfrowej, a także dostęp do archiwum zaprenumerowanego tytułu na Portalu Informacji Technicznej [www.sigma-not.pl](http://www.sigma-not.pl).

Cena 1 egzemplarza w roku 2023 wynosi **34,00 zł** (w tym 8% VAT). Cena prenumeraty rocznej w wersji papierowej z wysyłką **420,00 zł brutto**. Cena prenumeraty rocznej cyfrowej **360,00 zł brutto**. Cena prenumeraty rocznej PLUS **552,00 zł brutto (papier+cyfra+archiwum)**.

**Prenumeratę można zamówić:**

**mailem:** [prenumerata@sigma-not.pl](mailto:prenumerata@sigma-not.pl),

**przez Internet:** [www.sigma-not.pl](http://www.sigma-not.pl),

**listownie:** Zakład Poligrafii i Kolportażu Wydawnictwa SIGMA-NOT, ul. Ks. J. Popieluszki 19/21, 01-595 Warszawa

**telefonicznie:** 22 840 30 86 lub 22 840 35 89