

**Akademia Nauk Stosowanych w Nowym Sączu**

Jerzy Zwoździak, Łukasz Szałata, Małgorzata Paciorek,  
Piotr Jadczyk, Maksym Byelyayev

**Identyfikacja związków złowonnych  
w powietrzu atmosferycznym  
i diagnostyka mikrobiologiczna  
wokół rzeczywistych obiektów**

pod redakcją  
Jerzego Zwoździaka

Nowy Sącz 2024

**Redaktor Naukowy**

prof. dr hab. inż. Jerzy Zwoździak

**Recenzja**

prof. dr hab. inż. Zygmunt Kowalski  
prof. dr hab. inż. Maria Włodarczyk-Makuła

**Redaktor Techniczny**

dr Tamara Bolanowska-Bobrek

© Copyright by Akademia Nauk Stosowanych w Nowym Sączu  
Nowy Sącz 2024

ISBN 978-83-67661-33-1

**Wydawca**

Akademia Nauk Stosowanych w Nowym Sączu  
ul. Staszica 1, 33-300 Nowy Sącz  
tel.: +48 18 443 45 45, e-mail: [sog@ans-ns.edu.pl](mailto:sog@ans-ns.edu.pl)  
[www.ans-ns.edu.pl](http://www.ans-ns.edu.pl)

**Adres redakcji**

Wydawnictwo Naukowe Akademii Nauk Stosowanych w Nowym Sączu  
ul. Staszica 1, 33-300 Nowy Sącz  
tel.: +48 18 443 45 45, e-mail: [wn@ans-ns.edu.pl](mailto:wn@ans-ns.edu.pl), [tbolanowska@ans-ns.edu.pl](mailto:tbolanowska@ans-ns.edu.pl)  
[wydawnictwo.ans-ns.edu.pl](http://wydawnictwo.ans-ns.edu.pl)

**Druk**

Wydawnictwo i drukarnia NOVA SANDEC s.c.  
Mariusz Kałyniuk, Roman Kałyniuk  
ul. Lwowska 14, 33-300 Nowy Sącz  
tel.: +48 18 441 02 88, e-mail: [biuro@novasandec.pl](mailto:biuro@novasandec.pl)

## Spis treści

<b>Streszczenie</b> .....	4
<b>Wprowadzenie</b> .....	5
<b>1. Modelowanie rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w powietrzu</b> .....	8
<b>2. Pomiary stężeń gazów złoonych</b> .....	11
<b>3. Badania mikrobiologiczne powietrza</b> .....	14
<b>4. Przykłady wykorzystania metodyk modelowania poziomów substancji zanieczyszczających powietrze</b> .....	17
4.1. Referencyjny system modelowania .....	17
4.1.1. Obszar modelowania I .....	17
4.1.2. Modelowanie rozprzestrzeniania się związków złoonych i bioaerozolu w powietrzu .....	19
4.2. System modelowania CALMET/CALPUFF .....	25
4.2.1. Obszar modelowania II .....	25
4.2.2. Modelowanie rozprzestrzeniania się związków złoonych w powietrzu .....	30
<b>5. Badania terenowe</b> .....	35
5.1. Obszar modelowania I – ferma trzody chlewnej .....	35
5.2. Obszar modelowania II – zakład motoryzacyjny .....	38
<b>Podsumowanie</b> .....	44
<b>Bibliografia</b> .....	45

## Streszczenie

Oddziaływanie odorotwórcze i mikrobiologiczne zakładów produkcyjnych jest istotnym źródłem konfliktów społecznych. Określenie, w jakim stopniu emisje związków zapachowych i zanieczyszczeń mikrobiologicznych wpływają na uciążliwość zapachową/mikrobiologiczną w otoczeniu źródła emisji, zwłaszcza gdy znajdują się tam obszary mieszkalne, staje się ważnym problemem. W tym celu realizowane są zarówno badania terenowe, jak i symulacyjne, wykorzystujące modele transportu i rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w atmosferze. W monografii omówiono oba te podejścia na przykładzie dwóch istniejących zakładów produkcyjnych o odmiennej specyfice – pierwszy to ferma trzody chlewnej, a drugi to zakład branży motoryzacyjnej. Stwierdzono duże rozbieżności pomiędzy wynikami uzyskanymi z pomiarów odorów w otoczeniu zakładów i przy zastosowaniu referencyjnego modelu dyspersji i/lub modelu CALMET/CALPUFF. Przeprowadzone analizy wyraźnie wskazują, że nawet zaawansowane modele dyspersji, wyposażone w prawidłowe dane wejściowe, mogą w ocenie różnić się od wyników badań terenowych, a oba podejścia mogą odbiegać od faktycznych odczuć osób zamieszkujących w sąsiedztwie obiektów potencjalnie oddziałującymi zapachowo. Przedyskutowano możliwe przyczyny tych rozbieżności. Stwierdzono, że obecnie stosowane metody wyznaczania propagacji zapachów – odorantów są niedoskonałe, gdyż nie uwzględniają „tunelowania odorowego”, które jest ważne w rozprzestrzenianiu zapachów.

## Wprowadzenie

W obliczeniach modelowych polega się na programistach, matematykach i fizykach, którzy opracowali narzędzia do aplikacji w różnych dziedzinach nauki. Jaka jest jednak natura wiedzy i prawdy argumentacji matematycznej? Wydaje się, że wiedza matematyczna nie ma charakteru wiedzy ostatecznej i niezmiennej. Podlega weryfikacji, zaś samym twierdzeniom matematycznym nie powinno się przypisywać statusu niepodważalnych prawd, ale raczej hipotez, które są lub nie są udowodnione. Jest to odniesienie do problematyki aksjomatów. Koncepcja pełni rolę pewnego rodzaju kłamry wskazującej na związki i analogie między zagadnieniami uzasadniania aksjomatów i dowodzenia twierdzeń.

Połączenie czynników empirycznych w procesie zdobywania danych i modelowania komputerowego może być uważane za eksperyment fizyczny. Pojawia się w związku z tym pytanie, czy ten fakt ma istotne znaczenie z punktu widzenia dyskusji dotyczącej statusu wiedzy w interpretacji wyników uzyskanych z modelowania matematycznego. Dalej pozostaje kwestia dotycząca empirycznych aspektów dowodzenia i wprowadza ona nową jakość do dyskusji na temat natury danych uzyskanych z pomiarów. Ważnym zagadnieniem jest poznawcza wartość tak uzyskanych wyników i przetworzenie ich w trakcie modelowania matematycznego. Można sobie wyobrazić, że komputer po tygodniowej pracy ustalił, iż istnieje dowód i informuje o tym. Zagadnienie rozumienia eksploracyjnej roli dowodu wprowadza nową jakość do dyskusji.

W monografii zwraca się uwagę na pewne metodologiczne aspekty całego procesu identyfikacji uciążliwości zapachowej oraz mikrobiologicznej w powietrzu atmosferycznym na przykładzie dwóch istniejących zakładów produkcyjnych o odmiennej specyfice – pierwszy to ferma trzody chlewnej, a drugi to zakład branży motoryzacyjnej.

Należy wyraźnie podkreślić, że w chwili obecnej ustawodawstwo krajowe nie reguluje w sposób bezpośredni poziomów oddziaływania mikrobiologicznego oraz zapachowego, jak też wielkości emisji poszczególnych odorantów, a w konsekwencji standardów środowiskowych związanych z tą emisją. Chociaż projekt ustawy odorowej opracowano w 2019 roku, to nie została ona przyjęta.

Mikroorganizmy, związki toksyczne, ich metabolity nie unoszą się w powietrzu bezpośrednio, lecz są zawieszane w kropelkach wody bądź też są zaadsorbowane na cząsteczkach pyłu, tworząc bioaerazol. Bioaerazol może opadać na powierzchnię ziemi i znajdujące się na niej przedmioty, a także na powierzchnię innych organizmów i wnikać do układu oddechowego człowieka oraz zwierząt.

Nieprzyjemny zapach to ważna uciążliwość w powietrzu. Z tego też względu znajomość stężenia zapachu jest bardzo istotna dla oceny wpływu zapachu na środowisko. W Europie norma EN 13725:2003 (CEN 2003) reguluje metodę pomiaru stężenia zapachowego. W 2022 roku norma ta została znowelizowana i zastąpiona przez normę EN 13725:2022. Choć olfaktometria jest jedyną znormalizowaną metodą pomiaru stężenia zapachu, to jednak interesująca jest możliwość oceny zapachu na podstawie fizyko-chemicznej analizy (Fisher i in., 2018).

Stężenie zapachowe można wyliczyć za pomocą następującego równania:

$$\text{Stężenie odorów} = \Sigma \text{OAV}_i = \Sigma c_i / \text{ODT}_i$$

W tym równaniu  $\text{OAV}_i$  jest wartością aktywności zapachowej (bezwymiarowa), która odpowiada stosunkowi stężenia związku chemicznego „i” ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) do progu wykrywania jego zapachu ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ).  $C_i$  odpowiada stężeniu związku „i” w mieszaninie gazowej, a  $\text{ODT}_i$  oznacza próg wykrywalności zapachu tego związku. Te dwa parametry wpływają na wartość aktywności zapachowej, a tym samym dokładność oceny stężenia zapachów.

Pojęcie „wartość aktywności zapachowej” (OAV), zdefiniowane jako stosunek stężenia związku chemicznego zapachu do progu wykrywalności, zostało wprowadzone i jest szeroko stosowane (Friedrich, Acree, 1998; Kim, Park, 2008; Parker i in., 2012; Sivret, Wang, Parcsi, Stuetz, 2016; Trabue, Anhalt, Zahn, 2006).

Ponieważ jest kilka progów wykrywania zapachów, ich wielkości mogą się znacznie różnić, zatem zgodnie z powszechną praktyką zastosowano wartość średnią geometryczną jako wartość średnią (Parker i in., 2012).

Wprowadzono specyficzną masę odorantów,  $m_{\text{OD}}$ , analogicznie do europejskiej masy referencyjnej dla n-butanolu, tzn. rozpuszczenie  $123 \mu\text{g}$  w  $1 \text{ m}^3$  czystego powietrza daje jednostkową masę zapachu:

$$C_{\text{OD},0} = 1 \text{ ou}/\text{m}^3 \text{ i dalej } m_{\text{OD}} = \text{ODT}/C_{\text{OD},0}$$

gdzie: ou – jednostka odorowa (odor unit)

Ostatecznie:

$$\text{Stężenie odorów (SOAV)} = \Sigma \text{OAV}_i = \Sigma c_i / m_{\text{OD},i} (\text{ou}/\text{m}^3)$$

SOAV jest liczbą bezwymiarową, jednak często jest interpretowana jako stężenie zapachu (np. Wenjing i in., 2015; Capelli i in., 2008), zwane teoretyczną koncentracją zapachu. Dlatego sugeruje się użycie określonej masy zapachowej substancji, „i”, która opiera się na progu wykrywalności zapachu, aby uzyskać odpowiedni wymiar dla stężenia zapachu. Jedną z zalet SOAV jest ocena względnego znaczenia postrzegania pojedynczej substancji w mieszaninie (Laor, Parker, Pagé, 2014). Względne znaczenie każdej indywidualnej substancji można obliczyć przez część  $P_i = \text{OAV}_i/\text{SOAV}$ . Jednak w przypadku emisji mieszaniny odorów nie zawsze jest możliwe zidentyfikowanie wszystkich związków śladowych ani powiązanie ich stężeń z właściwościami zapachu, co powoduje, że uwzględnienie pojedynczych związków zapachowych może nie wystarczyć do skutecznej oceny postrzegania zapachu.

Dynamiczna olfaktometria jest obecnie szeroko rozpowszechnioną techniką ilościowego określania emisji odorów oraz uciążliwości zapachowej w powietrzu atmosferycznym, wyrażonych stężeniem zapachu. Sama charakterystyka źródła nie jest wystarczająca, aby ocenić skuteczny wpływ zapachów na lokalną społeczność. Wymaga to ilościowego określenia stężenia zapachów bezpośrednio w receptorach (Naddeo, Belgiorno, Zarra, 2013). Mimo względnie prostego pomiaru zapachów u źródła emisji, jego pomiar w terenie jest znacznie bardziej skomplikowany (Brandt

i in., 2011a; Brandt, Adviento-Borbe, Elliott, Wheeler, 2011b). Trudności te są jedną z przyczyn wykorzystania modeli rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w powietrzu do oceny wpływu emisji odorów na uciążliwość zapachową w pobliżu ich źródeł (Capelli i in., 2011a; Capelli i in., 2011b; Sheridan, Hayes, Curran, Dodd, 2004).

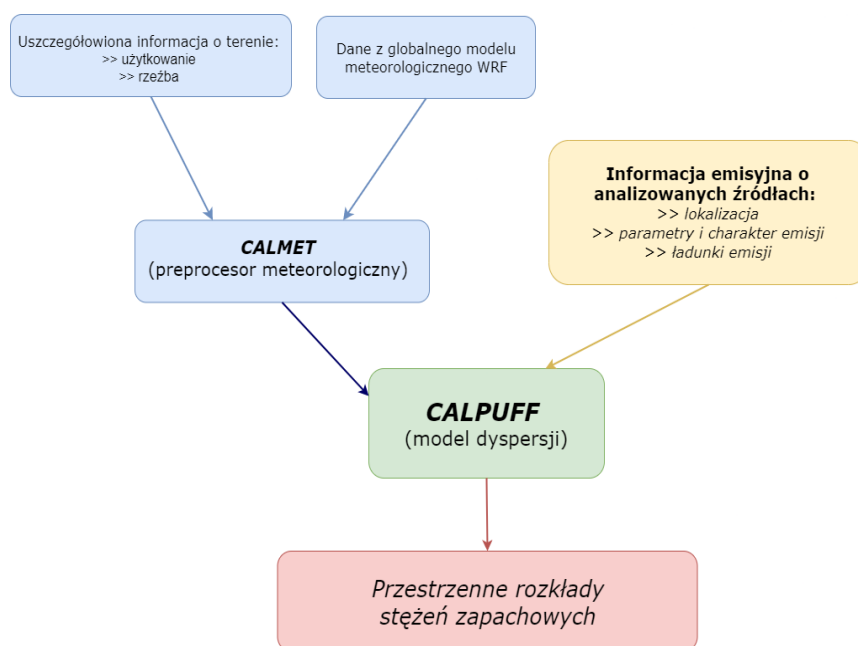
Celem monografii było porównanie uzyskanych wyników z dwóch klasycznych podejść, tj. badań terenowych i modelowych, zastosowanych do oceny uciążliwości zapachowej i mikrobiologicznej w otoczeniu dwóch istniejących zakładów produkcyjnych o odmiennej specyfice, z których pierwszy to ferma trzody chlewnej, a drugi – zakład branży motoryzacyjnej.

## 1. Modelowanie rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w powietrzu

Smuga zanieczyszczeń, po opuszczeniu emitora, jest medium trudnym do modelowania, ponieważ jej zachowanie w atmosferze zależy od szeregu czynników. Powszechnie stosowanym modelem rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń powietrza w smudze, w tym odorów, jest gaussowski model „smugi zanieczyszczeń”. Procedura tych obliczeń jest wykorzystywana w zastosowaniach inżynierskich już od lat 80. XX wieku. Referencyjna metodyka modelowania poziomów substancji w powietrzu szczegółowo opisana została w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz.U. z 2010 r., Nr 16, poz. 87). W modelu tym smuga zanieczyszczeń kształtowana jest przez wiatr i procesy dyfuzji, a zależność stężenia zanieczyszczeń ( $c_{xyz}$ ) w punkcie  $P(x,y,z)$  smugi zależy od:

- $q_{od}$  – strumienia emisji [kg/h];
- $\bar{u}$  – średniej prędkości wiatru w warstwie powietrza od  $z = 0$  do  $z = H$  [m/s];
- $H$  – wysokości pozornego punktu emisji (tzw. wysokości efektywnej w  $x=0, y=0$ ) [m];
- $m$  – wykładnika meteorologicznego;
- $z_0$  – parametru aerodynamicznej szorstkości powierzchni [m];
- $\sigma_z$  i  $\sigma_y$  – współczynników dyfuzji atmosferycznej (zależność  $\sigma$  od  $m$  i  $z_0$  opisują równania empiryczne).

Obecnie innym i jednym z lepszych dostępnych na rynku polskim systemów modelowania dyspersji zanieczyszczeń w atmosferze jest program CALMET/CALPUFF, opracowany przez Sigma Research Corporation (Scire, Strimaitis, Yamartino, 2000; Scire, Yamartino, Fernau, 2000). Na rysunku 1 ukazano schemat działania tego modelu.



Rysunek 1. Schemat systemu modelowania jakości powietrza wykorzystany w pracy.



Podstawą systemu jest model dyspersji, będący modelem obłoku II generacji. W porównaniu do modeli uproszczonych charakteryzuje się on większą wrażliwością na parametry meteorologiczne, ale również uwzględnia wpływ na stężenia zanieczyszczeń zmiennych w przestrzeni warunków terenowych. Jest to istotne szczególnie w przypadku rozprzestrzeniania się odorów, które najczęściej są uciążliwe incydentalnie. W modelach tych przyjmuje się, że smuga zanieczyszczenia emitowanego ze źródła emisji jest wyrażona w postaci obłoków, które przemieszczają się zgodnie z lokalnym wektorem prędkości wiatru w wybranej jednostce czasu (najczęściej dostosowanej do danych meteorologicznych). W ciągu każdej godziny do atmosfery wprowadzane są zanieczyszczenia, w analizowanym przypadku odory, o masie  $Q$ , a przemieszczenie obłoku określane jest w oparciu o współrzędne początkowe jego wyniesienia z uwzględnieniem wektora wiatru według wzorów:

$$\begin{aligned}x_k &= x_p + u \cdot 3600 \\y_k &= y_p + v \cdot 3600,\end{aligned}$$

gdzie:

$(x_p, y_p)$  – współrzędne początkowe środka obłoku [m],

$(x_k, y_k)$  – współrzędne środka obłoku po przesunięciu względem wektora wiatru [m],

$(u, v)$  – współrzędne wektora wiatru.

Równocześnie jednostkowe stężenie zanieczyszczenia jest opisane podstawową formułą gaussowską jak w modelu smugi (ze względu na nakładanie się na siebie obłoków i tworzenie przez nie smugi, w związku z uśrednieniem stężeń zanieczyszczeń do przedziałów czasu dłuższych niż czas transportu zanieczyszczenia ze źródła do receptora) przy założeniu, że obłok jest okrągły, a odchylenia standardowe w kierunku równoległym ( $\sigma_x$ ) i prostopadłym ( $\sigma_y$ ) do kierunku wiatru są sobie równe ( $\sigma_x = \sigma_y$ ).

$$C = \frac{Q}{2\pi\sigma_y^2} \cdot g \cdot \exp\left[-\frac{R^2}{2\sigma_y^2}\right],$$

gdzie:

$C$  – stężenie zanieczyszczenia w receptorze o współrzędnych  $(x_r, y_r, z_r)$  [ $\text{g}/\text{m}^3$ ],  
gdzie  $z_r$  to wysokość receptora [m],

$Q$  – masa zanieczyszczenia w obłoku [g],

$\sigma_y$  – odchylenie standardowe rozkładu Gaussa w kierunku prostopadłym do kierunku wiatru [m],

$R$  – odległość środka obłoku o współrzędnych  $(x_k, y_k)$  od receptora o współrzędnych  $(x_r, y_r)$  [m] wyznaczana według wzoru:

$$R = \sqrt{(x_k - x_r)^2 + (y_k - y_r)^2}$$

$g$  – pionowa składowa w równaniu Gaussa [m] wyznaczona według wzoru:

$g$

$$= \frac{1}{\sqrt{(2\pi)\sigma_z}} \cdot \left( \exp\left[-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{z_r - H_e}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{z_r + H_e}{\sigma_z}\right)^2\right] + \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \exp\left[-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{H_1}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{H_2}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{H_3}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{H_4}{\sigma_z}\right)^2\right] \right\} \right)$$

$$H_1 = z_r - (2nh_{bl} - H_e),$$

$$H_2 = z_r + (2nh_{bl} - H_e),$$

$$H_3 = z_r - (2nh_{bl} + H_e),$$

$$H_4 = z_r + (2nh_{bl} + H_e),$$

gdzie:

$\sigma_z$  – odchylenie standardowe rozkładu Gaussa w kierunku pionowym [m],

$H_e$  – wysokość efektywna środka obłoku względem powierzchni ziemi [m],

$n$  – liczba odbić od warstwy inwersji,

$h_{bl}$  – miąższość warstwy mieszania [m].

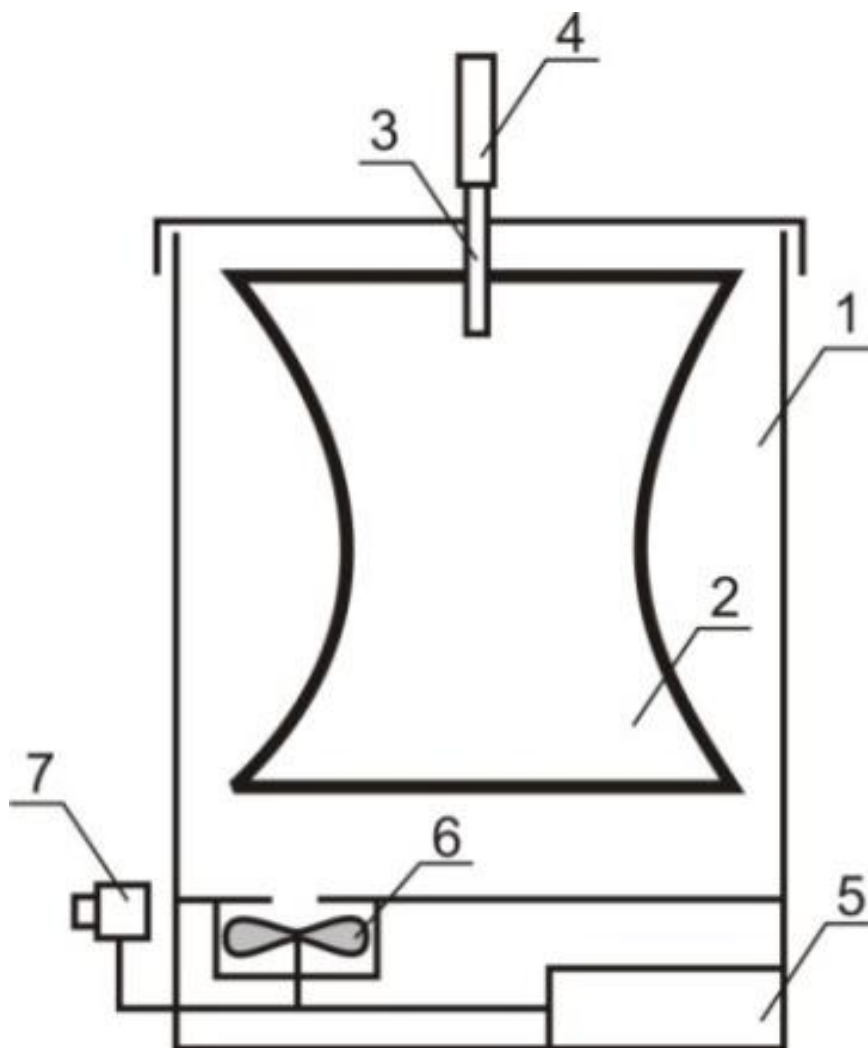
Pionowa składowa równania Gaussa ( $g$ ) uwzględnia wielokrotne odbicie od warstwy inwersji i od warstwy mieszania. Pierwszy człon równania dotyczy pionowej dyspersji bez odbić, drugi uwzględnia odbicia od powierzchni, a ostatni to wielokrotne odbicia od warstwy inwersji. Wartości odchyleń  $\sigma_y$  i  $\sigma_z$  (inaczej współczynników dyfuzji atmosferycznej) zależą od turbulencji atmosferycznych oraz wporu wewnątrz obłoku w czasie uwolnienia i są związane z rodzajem źródła, typem równowagi atmosfery oraz wyniesieniem obłoku. Całkowite stężenie zapachowe w danym punkcie recepcyjnym jest wyznaczone w wyniku zsumowania stężeń jednostkowych ze wszystkich obłoków wygenerowanych przez źródło. W modelu możliwa jest implementacja prostych przemian chemicznych czy depozycji. Choć jest to podejście bardziej zaawansowane niż referencyjna metodyka Gaussa, prawdopodobnie nie uwzględnia szeregu bliżej niezidentyfikowanych zjawisk, które mogą mieć miejsce w naturze.

## 2. Pomiary stężeń gazów złownnych

Oddziaływanie odorotwórcze zakładów produkcyjnych jest istotnym źródłem konfliktów społecznych. Dlatego ocena oddziaływania zakładu, w którym możliwe jest uwalnianie tego typu zanieczyszczeń, wymaga również określenia jego wpływu na stan jakości powietrza w otoczeniu, zwłaszcza gdy znajdują się tam obszary mieszkalne. W tym celu realizowane są badania terenowe.

Od czasu wprowadzenia znormalizowanej metody pomiaru odorów (CEN, 2003) wiele badań akademickich skupiało się na ocenie oraz kwantyfikacji emisji odorów z obiektów przemysłowych. Większość tych badań miała zazwyczaj na celu ocenę ilości emitowanego zapachu i ostatecznie zastosowanie modeli dyspersji w celu określenia, w jakim stopniu te emisje wpływają na uciążliwość zapachową w otoczeniu źródła emisji (Capelli i in., 2011a; Capelli i in., 2011b; Capelli, Sironi, Del Rosso, Guillot, 2014; Sheridan, Hayes, Curran, Dodd, 2004).

Poboru próbek złownnych gazów dokonuje się zgodnie z metodyką opisaną w normie PN-EN 13725:2007 „Jakość powietrza. Oznaczanie stężenia zapachowego metodą olfaktometrii dynamicznej” (obecnie PN-EN 13725:2022) podczas pogody bezdeszczowej, co gwarantuje powtarzalność wyników. Do poboru najczęściej używa się próbnika ręcznego lub automatycznego CSD 30 i worków z PTFE charakteryzujących się brakiem pochłaniania oraz wydzielania zapachów. Pozostałe elementy zestawu do poboru prób wykonane są z materiałów bezwonnych, niepochłaniających substancji lotnych. Do zamykania worków próbnikowych używa się jednorazowych korków PET i PTFE. Teflonowe sondy i przewody do pobierania próbek są również jednorazowe. Partie materiału na worki testowane są pod kątem pojawienia się zanieczyszczeń zapachowych przed dopuszczeniem nowej partii do użycia. Przygotowane do badań worki próbnikowe sprawdzane są mechanicznie natychmiast po przygotowaniu i przechowywane w warunkach bezwonnych nie dłużej niż 2 doby. Próbniki: ręczny i automatyczny CSD 30 są urządzeniami działającymi według „zasady płuca” (rysunek 2). Pobierane powietrze przepływa z sondy bezpośrednio do worka próbnikowego, dzięki podciśnieniu wytwarzanemu w przestrzeni między zewnętrzną ścianą worka a wnętrzem próbniaka. Worki zamykane są szczelnie, zabezpieczane przed samoczynnym otwarciem, oznaczane numerami właściwymi dla punktu pomiarowego, próbki i ewidencji zlecenia. W czasie prowadzenia kolejnych poborów i na czas transportu worki przechowywane są w pojemnikach zaopatrzonych w czujniki oraz rejestratory warunków termicznych. Zgodnie z wymaganiami próbki dostarczane są do akredytowanego laboratorium w celu oznaczenia stężenia zapachowego zgodnie z zapisami normy PN-EN 13725:2022. Czas rozpoczęcia badań od chwili pobrania próbki musi być krótszy niż 30 godzin.



Rysunek 2. Schemat urządzenia do poboru próbek do oznaczeń olfaktometrycznych.  
1 – naczynie podciśnieniowe, 2 – worek z tworzywa, 3 – rurka szklana lub teflonowa, 4 – przewód teflonowy, 5 – akumulator, 6 – wentylator, 7 – włącznik

Urządzeniem pomiarowym może być np. czterostanowiskowy olfaktometr TO8 z automatycznym systemem rozcieńczania i oprogramowaniem, zgodny z normą CEN, 2003. Zgodnie z normą, badania prowadzone są w wyciszonym i odizolowanym pomieszczeniu o stabilnych warunkach temperaturowych i oświetleniowych. Zespół pomiarowy złożony jest z 4 osób oceniających i jednego operatora. Osoby oceniające selekcjonowane są zgodnie z wytycznymi zawartymi w normie przy użyciu certyfikowanego materiału odniesienia (n-butanol w azocie). Podczas pomiaru próbka analizowanego gazu podłączona jest do olfaktometru, a zadaniem osób oceniających jest sygnalizowanie, czy wyczuwają zapach w prezentowanym strumieniu gazów. Gazy rozcieńczane są bezwonnym powietrzem w sposób dynamiczny, zgodnie z normą ISO 6145-7:2018. Nad przebiegiem pomiaru czuwa operator, którego zadaniem jest właściwy dobór początkowego rozcieńczenia badanej próbki. Rozcieńczenie początkowe powinno być takie, aby zapach z próbki nie był wyczuwalny. Kolejne zmniejszające się rozcieńczenia uzyskuje się przez manualne ustawienia przepływów gazów, zgodnie z wynikającymi z programu komputerowego wskazaniem na monitorze. Ze względu

na indywidualne różnice w postrzeganiu wrażliwości na zapach w badaniu biorą udział cztery osoby o sprawdzonej wrażliwości na zapach. Zadaniem tych osób jest sygnalizowanie, przy którym poziomie rozcieńczenia zaczynają wyczuwać zapach. Sygnalizowanie polega na naciśnięciu odpowiedniego klawisza na pulpicie olfaktometru. Wśród prób znajdują się tzw. „ślepe próby” lub „próby zerowe”, w których zamiast zapachu jest czyste, bezwonne powietrze. Przyrząd jest połączony z komputerem z zainstalowanym programem sterowania pracą układu rozcieńczeń. Wyniki są gromadzone w pamięci komputera. Po obróbce zebranych danych programem statystycznym uzyskuje się wynik średni. Jeden pomiar składa się z czterech serii. Zebrane w komputerze wyniki zostają obliczone jako wynik pomiaru zespołowego – średnia geometryczna ze wszystkich pomiarów indywidualnych. Jednocześnie jest to wartość stężenia odorów w danej próbie ( $c_{od}$ ), wyrażona w europejskich jednostkach zapachowych w metrze sześciennym ( $ou_E/m^3$ ), zgodnie z PN-EN 13725:2022.

W pomieszczeniu, w którym prowadzone są oznaczenia, powinien być zagwarantowany odpowiedni komfort (wentylacja, temperatura normalna, brak hałasu, zapachu). Zespół testujący zostaje wprowadzony do tego pomieszczenia 15 minut przed pomiarem.

Sprzęt oraz materiały stosowane w laboratorium do analizy próbek powietrza obciążonego odorantami są wykonane z dopuszczonych, do tego typu oznaczeń, materiałów: politetrafluoroetylen (PTFE), poli(tetraftalan etylenu) (PET, Nalophan®TM), stal nierdzewna, szkło.

Podsumowując, olfaktometria dynamiczna jest metodą oznaczania stężenia zapachowego, czyli intensywności wrażenia zapachowego wywołanego u ludzi obecnością odorantów w powietrzu. Intensywność wrażenia zapachowego jest zależna od stężenia odorantów. Metoda ta nie służy do analizy jakościowej próbek powietrza złowonego ani do ilościowego oznaczania poszczególnych odorantów w próbce, co w ocenie oddziaływania zapachowego obiektów objętych badaniami nie umożliwia kontroli procesu technologicznego, odpowiedzialnego za powstawanie uciążliwości zapachowej u źródła.

### 3. Badania mikrobiologiczne powietrza

Bioaerazol najczęściej pobiera się metodą zderzeniową na zestalone pożywki znajdujące się na szalkach Petriego o średnicy 90 mm. Za pomocą próbnika powietrza SAS Super DUO 360 z dwoma głowicami o 401 otworach w ciągu 1 minuty pobiera się bioaerazol ze 100 dm<sup>3</sup> powietrza. Mikroorganizmy inkubuje się w warunkach odpowiednich dla każdej ich grupy (tabela 1). Po zakończeniu inkubacji liczy się kolonie mikroorganizmów rosnące na podłożach z uwzględnieniem poprawki zalecanej przez producenta próbnika. Wszystkie próbki pobiera się w trzech powtórzeniach. Wyniki podaje się w postaci liczby jednostek tworzących kolonie (j.t.k.) w jednostce objętości powietrza (1 m<sup>3</sup>) – średnia arytmetyczna dla trzech powtórzeń i odchylenie standardowe.

Tabela 1

*Metodyka inkubacji mikroorganizmów według PN-89/Z-04111/02, PN-89/Z-04111/03*

Grupa mikroorganizmów	Podłoże mikrobiologiczne	Temperatura inkubacji [°C]	Czas inkubacji [doba]
Bakterie psychrofilne	agar odżywczy	22	3
Bakterie mezofile	agar odżywczy	37	1
<i>Enterobacteriaceae</i> fermentujące laktozę	MacConkey	37	1
gronkowce mannitolododatnie	Chapmana	37	1- 2
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	King B	26	5
		4	7
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	agar CN dla <i>Pseudomonas</i>	26	5
Bakterie z grupy <i>coli</i>	Endo-LES	37	1
<i>Salmonella</i>	SS	37	1
Enterokoki kałowe	Slanetzaa i Bartley'a	37	1
Promieniowce	Pochon	26	3
Grzyby pleśniowe	Sabourad z chloramfenikolem	26	3-5
Drożdżaki	Sabourad z TTC	26	3-5

Kryteriami wyboru grup mikroorganizmów uwzględnianych w badaniach są: specyfika obiektu badań, zalecenia nieaktualnych już norm, PN-89/Z-04111/02 oraz PN-89/Z-04111/03 i Zespołu Ekspertów ds. Czynników Biologicznych. Przepisy dotyczące diagnostyki mikrobiologicznej powietrza nie zostały jeszcze znowelizowane.

Bakterie mezofilne są to bakterie, dla rozwoju których optymalna jest temperatura ciała ludzkiego (37°C). Wiele z nich bytuje wewnątrz lub na powierzchni ciała człowieka oraz innych organizmów stałocieplnych, np. zwierząt domowych. Niektóre bakterie mezofilne są chorobotwórcze dla człowieka i zwierząt hodowanych. Odchody zwierząt stanowiące substrat do produkcji podłoża do uprawy pieczarek mogą być znaczącym źródłem emisji tych związków do powietrza atmosferycznego. Dlatego ważne jest określenie przynależności tych bakterii do gatunku albo przynajmniej do taksonu

wyższej rangi. Można to zrobić na podstawie cech diagnostycznych, takich jak: kształt komórki, skład chemiczny ściany komórkowej czy cechy fizjologiczne. Pod względem kształtu komórek wyróżnia się trzy zasadnicze grupy bakterii (niezależnie od optymalnej temperatury rozwoju): ziarniaki (kuliste), pałeczki (lekko wydłużone, tzn. ich długość stanowi ok. 1,5 szerokości). Pod względem składu chemicznego ściany komórkowej bakterie (niezależnie od optymalnej temperatury rozwoju) dzieli się na dwie grupy: Gram-dodatnie (których ściana barwi się fioletem krystalicznym) i Gram-ujemne (których ściana nie barwi się fioletem krystalicznym). W diagnostyce mikrobiologicznej wykorzystuje się też różnice fizjologiczne pomiędzy gatunkami bakterii, takie jak: zdolność do wytwarzania niektórych enzymów (objawiająca się np. zdolnością do hemolizy albo fermentacji niektórych składników). Niektóre podłoża mikrobiologiczne mają skład dobrany w taki sposób, by umożliwić rozwój mikroorganizmów posiadających określone cechy, albo na wykrywanie tych cech, np. przez reakcje barwne ze znajdującymi się w nich wskaźnikami. Podłoża takie nazywa się podłożami różnicującymi.

Ziarniaki z rodzaju gronkowiec *Staphylococcus* występują w organizmie człowieka i innych ssaków, jak również ptaków (na skórze i błonach śluzowych). Są wśród nich niechorobotwórcze saprofity (stanowiące mikroflorę fizjologiczną czyli prawidłową), chorobotwórcze patogeny i bakterie warunkowo chorobotwórcze (czyli powodujące choroby tylko w określonych warunkach, np. po dostaniu się do organu, w którym zwykle nie występują albo u osób o obniżonej odporności). Mogą one powodować wiele chorób, w tym stany zapalne. Organizmy wchodzące w skład mikroflory (fizjologicznej oraz patologicznej) organizmów zwierzęcych znajdują się też na ogół w ich odchodach. Do cech pozwalających na identyfikację poszczególnych gatunków z rodzaju *Staphylococcus* są:

- zdolność do fermentacji mannitolu (podział na gronkowce mannitolododatnie i mannitoloujemne); zdolność fermentacji tego cukru posiada m.in. chorobotwórczy dla człowieka *Staphylococcus aureus* (gronkowiec złocisty), a nie posiada jej *Staphylococcus epidermidis*;
- zdolność hemolizy, czyli przechodzenie hemoglobiny do osocza krwi na skutek rozerwania błon komórkowych erytrocytów; hemoliza może być częściowa ( $\alpha$ -hemoliza) lub całkowita ( $\beta$ -hemoliza); brak hemolizy nazywany jest  $\gamma$ -hemolizą.

Pałeczki z rodziny *Enterobacteriaceae* są wszechobecnymi, najczęściej niechorobotwórczymi, bakteriami. Występują w jelicie grubym człowieka (i zwierząt), mogą też występować na skórze, w jamie ustnej oraz wodzie. Niektóre z nich mogą powodować zakażenia przyranne, zakażenia układu moczowego, posocznice i wtórne zapalenia płuc. *Salmonella Typhi* powodują dur brzuszny (tyfus). *Shigella* należą do mikroorganizmów powodujących czerwonkę (dyszenterię). W przewodach pokarmowych ludzi i zwierząt bytują pałeczki z rodzaju *Escherichia*, m.in. *Escherichia coli*. Zwykle odgrywają one pozytywną rolę, współuczestnicząc w trawieniu pokarmów i wytwarzając witaminy z grupy B oraz K. Mogą jednak być przyczyną chorób, głównie układu pokarmowego i moczowego. Powszechność występowania *Escherichia coli* powoduje, że jest ona wykorzystywana jako organizm wskaźnikowy przy ocenie stanu sanitarnego wody i gleby. Jedną z cech wykorzystywanych w diagnostyce *Enterobacteriaceae* jest zdolność do fermentacji laktozy (podział na pałeczki fermentujące i niefermentujące

laktozę). Wśród bakterii należących do *Enterobacteriaceae* zdolności fermentacji laktozy nie posiadają m.in. bakterie z rodzajów *Salmonella*, *Shigella* i *Proteus*. Wiele z nich to bakterie chorobotwórcze dla człowieka. Przedstawicielem bakterii mannitolododatnich jest *Escherichia coli*. Odchody zwierząt stanowiące substrat do produkcji podłoża do uprawy pieczarek mogą być znaczącym źródłem emisji *Enterobacteriaceae* do powietrza atmosferycznego.

Grzyby pleśniowe są niepożądane w środowisku człowieka z kilku powodów. Wiele z nich powoduje rozkład biologiczny produktów spożywczych, materiałów budowlanych i wielu innych przedmiotów, niektóre wytwarzają także substancje toksyczne, mutagenne, rakotwórcze i teratogenne. Inne mogą być przyczyną chorób zakaźnych nazywanych grzybicami. Niektóre grzyby drożdżopodobne (drożdżaki) u człowieka powodują grzybice.



## 4. Przykłady wykorzystania metodyk modelowania poziomów substancji zanieczyszczających powietrze

### 4.1. Referencyjny system modelowania

#### 4.1.1. Obszar modelowania I

Obiektem badań był teren istniejącej fermy trzody chlewnej. Chów trzody chlewnej jest prowadzony w technologii tuczenia warchlaków do 30 kg w systemie bezściółkowym, w cyklu otwartym, na poziomie do 4076,60 DJP. Ferma posiada wszystkie przyłącza wodno-ściekowe i energetyczne. Gnojowica jest kierowana do sąsiadującej z fermą biogazowni (oddzielny podmiot gospodarczy). Istniejąca zabudowa zawiera 24 budynki, w tym 40 sekcje (sektory) powiązane technologicznie. Obiekty fermy wyposażone są w następujące instalacje: wodociągową – z własnego ujęcia wód podziemnych, kanalizację deszczową odprowadzającą wody opadowe i roztopowe do rowu, kanalizacji sanitarnej – do bezodpływowego zbiornika wybieralnego, elektryczną – z sieci energetycznej, ogrzewania – ciepło z biogazowni, a także wentylację mechaniczną.

W skład ww. instalacji wymagających pozwolenia zintegrowanego wchodzi urządzenia technologiczne zainstalowane w budynkach inwentarskich na fermie, gdzie prowadzona jest hodowla i chów trzody chlewnej (sektor rozrodu, sektor porodu, sektor odchowni o maksymalnej liczbie stanowisk dla świń o wadze do 30 kg [warchlaków] o liczbie 26 720 stanowisk, sektor tuczu) z urządzeniami wentylacyjnymi, urządzeniami transportującymi i dozującymi paszę, tj. 24 budynki inwentarskie wraz z silosami na paszę. Chów warchlaków o wadze poniżej 30 kg został objęty pozwoleniem ze względu na powiązania funkcjonalne wewnątrz fermy i brak technicznych możliwości wyodrębnienia samodzielnych instalacji wymagających uzyskania pozwolenia zintegrowanego.

Zdolność produkcyjna fermy trzody chlewnej wynosi 208 000 sztuk warchlaków i ok. 6 000 tuczników rocznie. Proces technologiczny z działaniami pomocniczymi przebiega w siedmiodniowym cyklu produkcyjnym – co 7 dni wyprasza się jedna grupa macior (po ok. 10 prosiąt od lochy, czyli ok. 440 prosiąt). Prosięta przebywają z maciorami 28 dni, po czym są przenoszone do odchowni, gdzie przebywają do osiągnięcia masy ok. 30 kg, a następnie są sprzedawane i wywożone z fermy specjalistycznym transportem. Część warchlaków jest przepędzana do tuczarni, gdzie są tuczone przez ok. 90 dni do masy 100-105 kg. Maciory po odsadzeniu od nich prosiąt, przepędzane są do sektora krycia, gdzie są inseminowane po 5-7 dniach od odsadzenia.

Żywienie zwierząt na fermie odbywa się w sposób automatyczny. Pasza na potrzeby fermy jest magazynowana w 17 silosach o pojemności 17,4 Mg każdy, 12 silosach o pojemności 12,8 Mg każdy, 13 silosach o pojemności 8,1 Mg każdy, po jednym silosie o pojemności 5,1 Mg i 3,1 Mg – zlokalizowanych przy obiektach inwentarskich.

Zwierzęta karmione są paszą z silosów zlokalizowanych przy budynkach poszczególnych sektorów, z których następnie podawana jest przenośnikiem spiralnym do autokarmników.

Zwierzęta mają nieograniczony dostęp do wody, w każdym sektorze zainstalowane są poidła smoczkowe, z których zwierzęta mogą w bezpośredni sposób pobierać wodę.

W budynkach inwentarskich znajdują się betonowe i plastikowe podłogi rusztowe wykonane zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa o dobrostanie zwierząt. Podłoga tego typu zachowuje higienę i czystość zwierząt oraz budynków bez konieczności niskociśnieniowego splukiwania wodą.

Budynki są wyposażone w nowoczesną wentylację podciśnieniową sterowaną komputerowo. W zależności od wieku i fazy fizjologicznej życia zwierząt, komputer automatycznie dostosowuje temperaturę, wilgotność i wymianę powietrza, działając w systemie ciągłym.

Energia cieplna do ogrzewania budynków inwentarskich jest pobierana w całości z biogazowni. Zastosowanie nowoczesnej wentylacji i termiczna izolacja budynków zapewniają efektywne wykorzystanie energii cieplnej zgodnie z wymaganiami najlepszych dostępnych technik.

W przypadku awarii zasilania elektrycznego eksploatowany jest agregat prądowrczy o nominalnej mocy cieplnej 280 kW – źródło to nie jest objęte pozwoleniem zintegrowanym.

W wyniku eksploatacji instalacji chowu i hodowli trzody chlewnej powstają ścieki przemysłowe, tj. gnojowica, która kierowana jest do instalacji biogazowni jako odpad.

Instalacja posiada swój plan bezpieczeństwa biologicznego, zgodnie z którym sytuacja epizodyczna jest monitorowana na bieżąco. Na teren budynków inwentarskich można wejść jedynie poprzez jedno wejście, po przejściu przez odpowiednie sekcje dezynfekujące, w odpowiednim ubraniu. Na wejściu na teren przedsięwzięcia każdy pracownik jest sprawdzany według jego stanu zdrowotnego. Wszystkie samochody dostawcze zarówno wjeżdżające, jak również opuszczające teren obiektu podlegają dezynfekcji w wysokiej temperaturze. Budynki podlegają dezynfekcji zgodnie z instrukcją zakładową.

Hodowla zwierząt gospodarskich, zwłaszcza prowadzona na skalę przemysłową, jest źródłem emisji mikroorganizmów do powietrza w pomieszczeniach, w których jest prowadzona oraz otaczającego je powietrza atmosferycznego (Ko i in., 2008). Unoszące się w powietrzu mikroorganizmy pochodzą zarówno z samych zwierząt, których zagęszczenie jest najczęściej duże, jak też ich odchodów (Chien, Chen, Lin, Chien, 2011) oraz paszy (Ropek, Frączek, 2016). Mikroklimat pomieszczeń inwentarskich sprzyja utrzymywaniu się mikroorganizmów w powietrzu, ze względu na znaczną wilgotność i sprzyjającą temperaturę. Liczebność mikroorganizmów jest wyższa w pomieszczeniach, w których zwierzęta są utrzymywane na ściółce, zwłaszcza jeżeli jest ona rzadko wymieniana, niż w pomieszczeniach z bezściółkowym pokryciem podłogi oraz w pomieszczeniach, w których zwierzęta są brudne (Buczyńska, Szadkowska-Stańczyk, 2010).

Budynki inwentarskie uważane są istotne źródła bioaerozolu, mogącego wpływać na zdrowie człowieka przez emisję patogenów i rozpowszechnianie genów oporności na antybiotyki (Arfken, Song, Sung, 2015). W bioaerozolu pochodzącym z takich zabudowań dominują oportunistyczne bakterie Gram-dodatnie, przede wszystkim niepatogenne lub warunkowo niepatogenne gatunki z rodzajów: *Micrococcus*, *Enterococcus*, *Staphylococcus* (Ławniczak-Wałczyk i in., 2014). Mogą one stanowić do 85% mikrobioty.

Najwięcej bioaerozolu bakteryjnego i grzybowego było w chlewniach z głęboką ściółką, mniej w chlewniach ze zgarniaczem obornika, a najmniej w chlewniach z rusztowym systemem podłogowym (Kim i in., 2007).

Skład gatunkowy mikroorganizmów obecnych w powietrzu chlewni zmienia się w miarę rozwoju osobniczego utrzymywanych tam osobników (lochy prośne, porodówka, prosięta odstawione od macior, osobniki tuczne, knury hodowlane). Jest to spowodowane m.in. zmianami mikrobioty jelitowej osobników w różnych fazach rozwoju osobniczego.

Analiza genetyczna mikrobioty powietrza w chlewniach wykazała, że dominują w niej te same grupy mikroorganizmów, co w innych środowiskach: *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Actinobacteria*, *Proteobacteria* (Yan i in., 2019).

W powietrzu chlewni najczęściej spotykane były bakterie z rodzajów: *Bacillus*, *Clostridium*, *Lachnospora*, związane z mikrobiotą jelit zwierzęcych. Nie stwierdzono rozpoznanych patogenów ostrych, był jednak oportunistyczny patogen *Aerococcus viridans*, a stężenia bakterii badanych metodą mikroskopową były w zakresie  $6 \times 10^5 \div 2 \times 10^7$  (Evgragov i in., 2013).

Dla funkcjonującej instalacji przeprowadzono modelowanie rozprzestrzeniania się związków złowonnych i bioaerozolu w powietrzu. W modelowaniu odorów uwzględniono ich pomiary wyrażone w jednostkach odorowych. Modelowanie zostało wykonane dla każdego zidentyfikowanego źródła emisji substancji złowonnych na terenie instalacji i dla całego obszaru potencjalnie narażonego na oddziaływanie emisji.

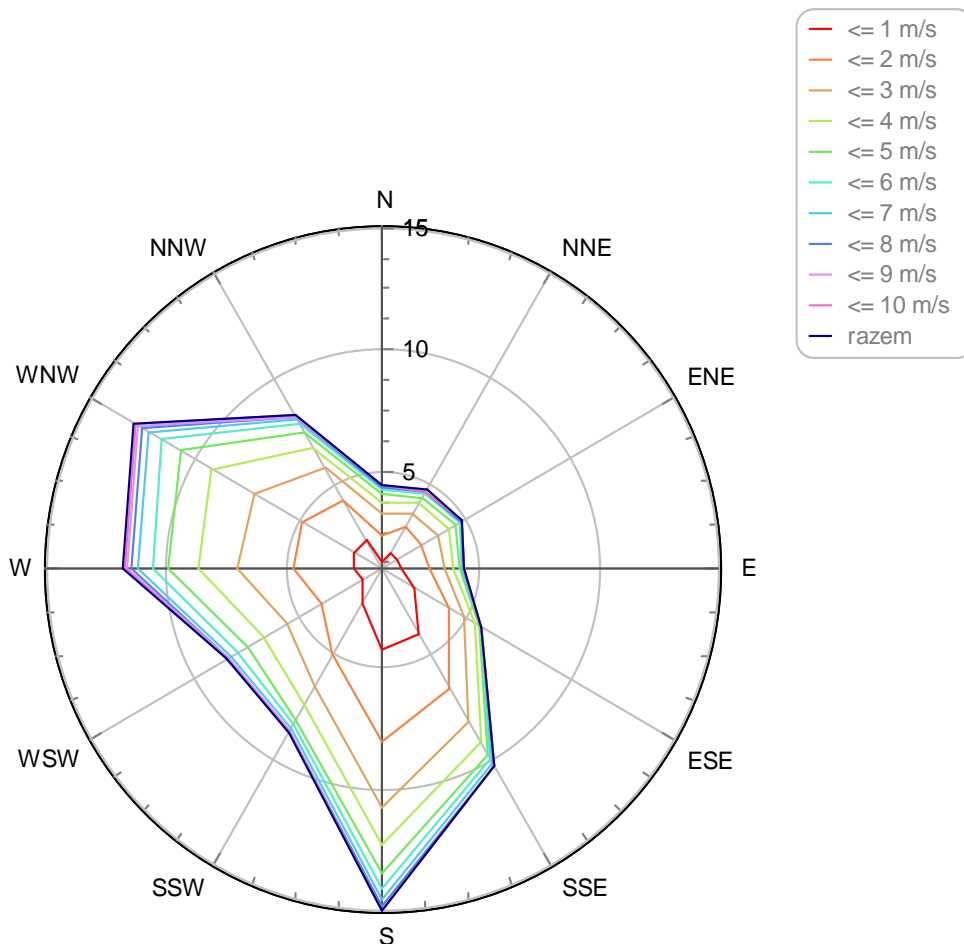
#### **4.1.2. Modelowanie rozprzestrzeniania się związków złowonnych i bioaerozolu w powietrzu**

W części obliczeniowej rozprzestrzeniania zanieczyszczeń, dane meteorologiczne przyjęto na podstawie „Katalogu Danych Meteorologicznych. Wytyczne obliczania stanu zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego”, dla najbliższej stacji:

- wysokość anemometru: 14 m;
- średnia temperatura roczna: 281,6 K.

Zgodnie z Załącznikiem nr 4 do Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu – Referencyjne metodyki modelowania poziomów substancji w powietrzu w części obliczeniowej, przyjęto dla wysokości anemometru  $h_a = 14,0$  m.

Rysunek 3 prezentuje roczną różę wiatrów dla najbliższej stacji meteorologicznej w Opolu.



Rysunek 3. Róża wiatrów dla najbliższej od zakładu stacji (róża roczna).

Zgodnie z wymaganiami metodyki referencyjnej, wyznaczono uśredniony współczynnik szorstkości terenu dla obszaru o średnicy powierzchni równej pięćdziesięciokrotności najwyższego emitora na terenie instalacji. Wartość współczynnika aerodynamicznej szorstkości terenu obliczono jako średnią ważoną względem powierzchni danego obszaru, z wartości szorstkości terenu wokół rozpatrywanego obiektu dla poszczególnych typów obszarów. Obszar, dla którego przeprowadzono obliczenia, jest wolny od zabudowy mieszkalnej. Przyjęto następujący współczynnik szorstkości:

$$z_0 (\text{rok}) = 0,97718$$

Modelowanie wykonano w oparciu o wskaźniki emisji, obliczone na podstawie prowadzonych pomiarów na terenie Zakładu. Wyznaczono emisje odorów dla każdego budynku technologicznego, zatem przyjęto dla każdego emitora odpowiednie stężenia zanieczyszczeń w zależności od procesu technologicznego.

Znając stężenie związku złoonego w powietrzu, wyznaczone dla poszczególnych źródeł i strumień przepływu powietrza w stosowanym urządzeniu do poboru próbek związków złoonych ze źródeł powierzchniowych pasywnych, obliczono jednostkową wielkość emisji na podstawie wskaźnika SOER (SOER – *specific odour emission rate*), a następnie wielkość emisji (E) dla poszczególnych źródeł:

$$E_{emitor} = Q_{emitora} \cdot E_{OU_e}$$

gdzie:

$E_{emitor}$  – jednostkowa wielkość emisji substancji złowonnych (mg/h),

$Q_{emitora}$  – strumień przepływu powietrza w tunelu wiatrowym (m<sup>3</sup>/h),

$E_{OU_e}$  – wyznaczone stężenie zapachowe (mg/m<sup>3</sup>).

Stężenie zanieczyszczeń w mieszaninie związków odorowych oznaczono w postaci jednostek odorowych. Wartość stężenia dla oznaczonej wartości OU<sub>E</sub> wynosi  $E_{OU_e}$ :

$$E_{OU_e} = \left( (S_{OU_e} \cdot k_{org}) \cdot \frac{P_{org}}{R_{org}} \right) + \left( (S_{OU_e} \cdot k_{nieorg}) \cdot \frac{P_{nieorg}}{R_{nieorg}} \right), [\text{mg/m}^3]$$

$S_{OU_e}$  – stężenie odorów z pomiarów, ou<sub>e</sub>/m<sup>3</sup>,

$k_{org}$  – udział związków organicznych w mieszańce odorów, przyjęto 0,625 (Kośmider, Mazur-Chrzanowska, 2021),

$k_{nieorg}$  – udział związków nieorganicznych w mieszańce odorów, przyjęto 0,375 (Yan i in., 2019),

$P_{org}$  – próg wyczuwalności zapachu dla związków organicznych wynosi 0,011 mg/m<sup>3</sup> (Zwoździak i in., 2016),

$P_{nieorg}$  – próg wyczuwalności zapachu dla związków nieorganicznych wynosi 0,004 mg/m<sup>3</sup>,

$R_{org}$  – wymagana wartość stężenia odorów dla osiągnięcia progu wyczuwalności, ou<sub>e</sub>/m<sup>3</sup> (dla związków organicznych wartość wynosi 0,1 ou<sub>e</sub>/m<sup>3</sup>),

$R_{nieorg}$  – wymagana wartość stężenia odorów dla osiągnięcia progu wyczuwalności, ou<sub>e</sub>/m<sup>3</sup> (dla związków nieorganicznych wartość wynosi 0,07 ou<sub>e</sub>/m<sup>3</sup>).

Wartości progów wyczuwalności przy odpowiednim stężeniu odorów przyjęto na podstawie dostępnych danych literaturowych. Metodę obliczeniową stężenia odorów w mg/m<sup>3</sup> na podstawie progów wyczuwalności oraz stężenia zapachowego zaczerpnięto z pracy J. Kośmider i B.B. Mazur-Chrzanowska (2021).

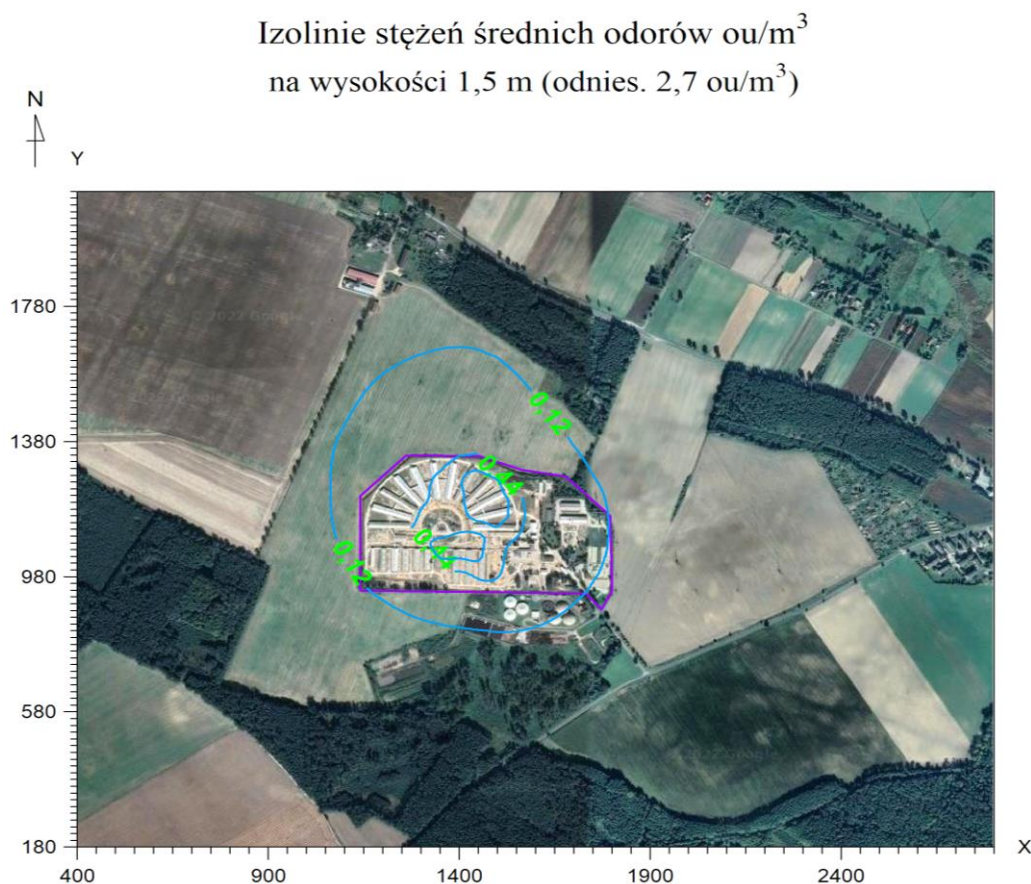
Zanieczyszczenia mikrobiologiczne, wyznaczone na podstawie badań dla każdego budynku technologicznego, zostały określone w jednostce j.t.k./m<sup>3</sup> (skrót j.t.k. oznacza „jednostka tworząca kolonie”). Na podstawie danych literaturowych przyjęto, że 1 j.t.k. = 1 μg (pyłu zawieszonego) (Kołwzan, Adamiak, Grabas, Pawełczyk, 2005). Należy zauważyć, że emisje obliczono w warunkach rzeczywistych pracy obiektu.

Wyniki obliczeń emisji związków zapachowych i materiału mikrobiologicznego zestawiono w Załącznikach 1 i 2.

Modelowanie dyspersji zanieczyszczeń w atmosferze wykonane zostało łącznie dla całego Zakładu (rysunki 4-6). Dla badanych zanieczyszczeń nie wyznaczono wartości odniesienia zgodnie Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz.U. z 2010 r., Nr 16, poz. 87). Wartości odniesienia „odnieś.” określają progowe wartości odniesienia odczuwalności zapachowej. Przyjęto je na podstawie pracy J. Kośmider i B.B. Mazur-Chrzanowskiej (2021).







Rysunek 6. Wykres izolinii średnich stężeń odorów („odnies.” – progowe wartości odniesienia zgodnie z: J. Kośmider i B.B. Mazur-Chrzanowska [2021]).

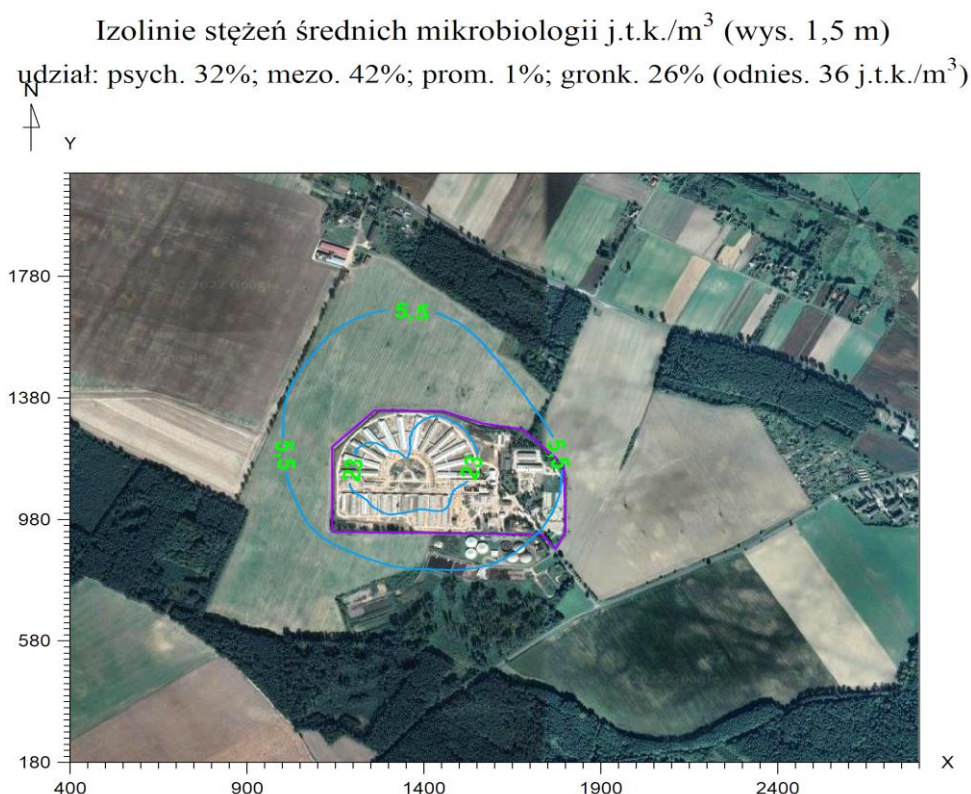
W wyniku przeprowadzonych obliczeń można stwierdzić, że są rejestrowane przekroczenia stężeń maksymalnych jednogodzinnych substancji złoonych poza obszarem Zakładu. Oddziaływania związków zapachowych emitowanych z określonego obiektu najczęściej określa się na podstawie częstości przekroczeń stężeń jednogodzinnych, które wiarygodniej oceniają to oddziaływanie. Obliczenia wykazały brak przekroczeń dopuszczalnej częstości przekroczeń, stanowiącej 3% wartości odniesienia, na terenie poza Zakładem.

Udział masowy dla zanieczyszczeń mikrobiologicznych, w zależności od grupy mikroorganizmów, odniesiono do całkowitej emisji. Wynosi on odpowiednio dla: bakterii psychrofilnych – 32%, bakterii mezofilnych – 42%, promieniowców – 1%, gronkowców mannitolododatnich – 26%. Wyliczone izolinie stężeń zestawiono na rysunkach 7-9.









*Rysunek 9.* Wykres izolinii średnich stężeń zanieczyszczeń mikrobiologicznych („odnies.” – progowe wartości odniesienia zgodnie z: J. Kośmider i B.B. Mazur-Chrzanowska [2021]).

Wartości odniesienia w zakresie mikrobiologicznego stanu powietrza nie są przekroczone na terenach, które przez analogię do terminologii stosowanej w badaniach nad narażeniem na hałas i odory, określić można mianem wrażliwych, co oznacza, że powietrze nie jest zanieczyszczone bioaerozolem na tych terenach. Wyniki modelowania stężeń mikroorganizmów w powietrzu, na granicy terenów wrażliwych, wskazują, że stężenie mikroorganizmów wyemitowanych przez farmę spadło do poziomu o 2-3 rzędy mniejszego niż na stanowiskach kontrolnych. W rezultacie mikroorganizmy emitowane przez urządzenia wentylacyjne fermy ulegały w powietrzu atmosferycznym rozproszeniu w stosunkowo niewielkiej odległości od źródeł emisji. Pozwala to wnioskować, że wpływ farmy na stan sanitarny powietrza na najbliższym położonym terenie wrażliwym jest nieznaczący.

## **4.2. System modelowania CALMET/CALPUFF**

### **4.2.1. Obszar modelowania II**

Do analiz przyjęto zróżnicowany obszar pod względem topograficznym oraz meteorologicznym, zlokalizowany w centralnej części Polski, a badano oddziaływanie znajdującego się tam zakładu przemysłowego z branży motoryzacyjnej na jakość zapachową powietrza. Zakład nie jest źródłem emisji materiału mikrobiologicznego.

Wykorzystano system modelowania matematycznego CALMET/CALPUFF, który z powodzeniem aplikowany jest do ocen wpływu różnych inwestycji na jakość zapachową powietrza zarówno w Polsce, jak i Europie.

Przy obecnym stanie wiedzy wiadomo, że dyspersja zanieczyszczeń odorotwórczych silnie kształtowana jest przez dwa naturalne czynniki: warunki meteorologiczne oraz warunki terenowe, dlatego do prawidłowego funkcjonowania modelu niezbędne jest zapewnienie właściwych danych meteorologicznych oraz informacji o terenie w postaci rzeźby i użytkowania. W przypadku modelu obłoku zarówno pierwsza, jak też druga musi być zmienna w czasie oraz przestrzeni. Pozyskanie danych meteorologicznych zapewniających wysoką sprawdzalność modelu jest utrudnione w przypadku informacji pochodzących wyłącznie z meteorologicznych stacji naziemnych, a także sondowań aerologicznych. Biorąc pod uwagę fakt, że ocena oddziaływania pojedynczych źródeł wykonywana jest niejednokrotnie w bardzo lokalnych skalach (rysunek 10), dostęp do danych pomiarowych jest praktycznie niemożliwy przede wszystkim ze względu na zbyt rzadką sieć stacji.

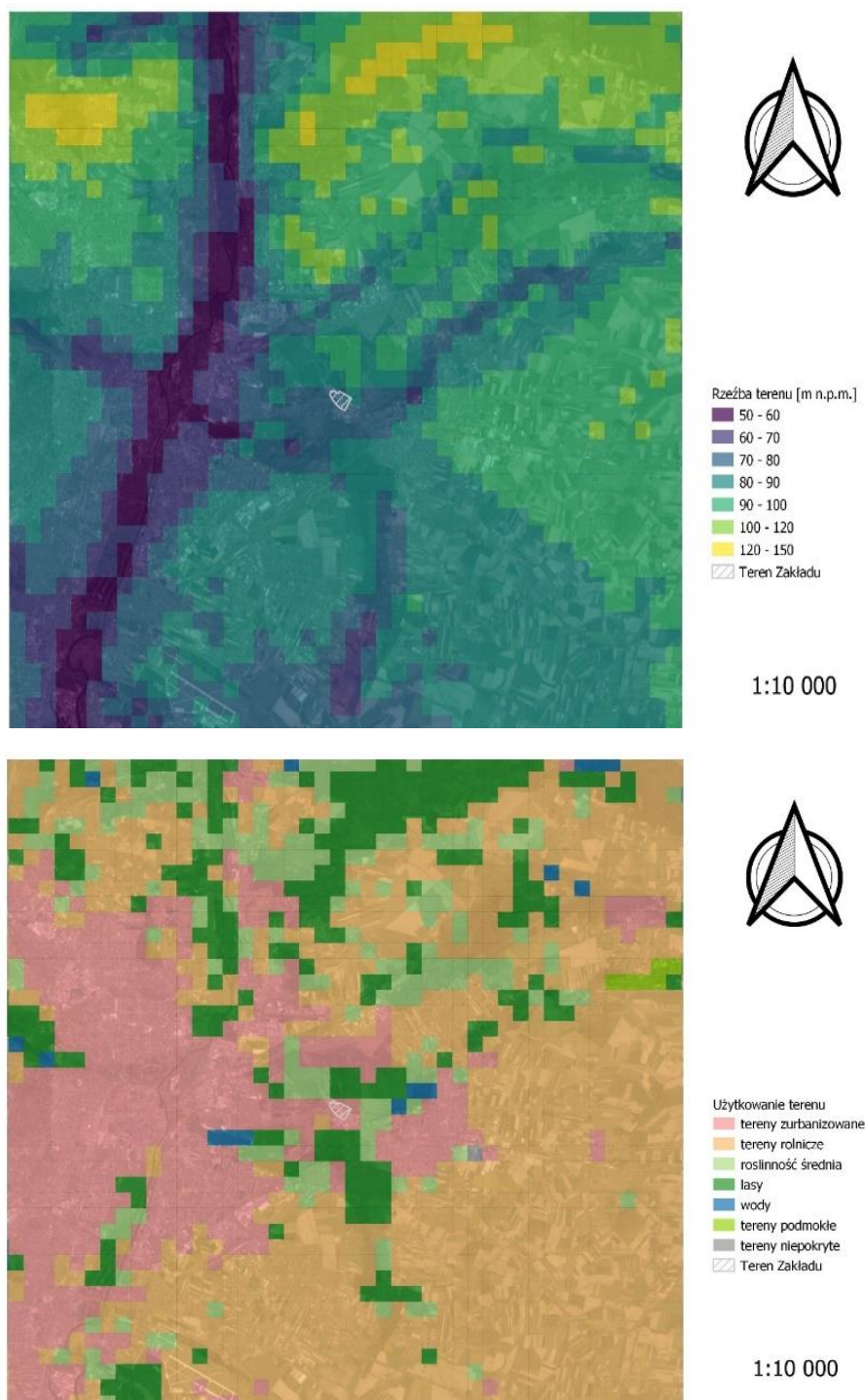


Rysunek 10. Obszar analizy, siatka receptorów.

Dlatego bardzo dobrym rozwiązaniem jest stosowanie danych pochodzących z modeli meteorologicznych w skali regionalnej, które następnie przy użyciu odpowiedniego preprocesora mogą zostać zagęszczone i dostosowane do skali lokalnej. Preprocesor taki wyposażony jest w odpowiednie formuły obliczeniowe, pozwalające z jednej strony na interpolację części parametrów meteorologicznych do mniejszej skali, a z drugiej na obliczenie niezbędnych dla określenia rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń wskaźników



fizycznych. Obliczenia takie najczęściej odbywają się w zdefiniowanych przez użytkownika siatkach i oprócz danych meteorologicznych z modelu w skali regionalnej wymagają dostarczenia do preprocesora odpowiednio zagęszczonej i uszczegółowionej informacji o terenie. Dotyczy ona rzeźby terenu (jako średnia wysokość w oczku siatki obliczeniowej) i użytkowania (jako przeważająca w danym oczku klasa użytkowania), na podstawie której określa się parametr szorstkości (rysunek 11).



Rysunek 11. Rzeźba i użytkowanie terenu w zagęszczonej siatce obliczeniowej (rozdzielczość 500 m) wykorzystane w obliczeniach.

Źródło: Główny Urząd Geodezji i Kartografii oraz CORINE Land Cover.

Należy jednak pamiętać, że stosowanie modeli meteorologicznych w skali „mezo”, a nawet lokalnej, nie zawsze jest adekwatne do panujących warunków w skali „mikro”.

Podstawowym elementem niezbędnym do obliczeń jest określenie stężenia zapachowego ( $ou_e/m^3$ ) w próbkach powietrza technologicznego z króćców pomiarowych bezpośrednio w instalacji. Materiałem badawczym było 21 próbek powietrza pobranych z obiektów znajdujących się na terenie zakładu, a na ich podstawie zidentyfikowano 11 emitorów punktowych. Stężenia substancji złoonych w emitowanych gazach określono metodą olfaktometrii dynamicznej.

Następnym podstawowym elementem niezbędnym do obliczeń dyspersji zanieczyszczeń jest informacja emisyjna, której jakość determinuje wiarygodność uzyskanych wyników. Najlepszym jej źródłem są pomiary emisyjne, dlatego w niniejszej monografii wykorzystano dane pochodzące z serii pomiarów emisji zrealizowanych w czerwcu 2021 roku i kolejnych dniach pomiarowych w terenie.

Na podstawie ww. badań olfaktometrycznych określono średnią wielkość emisji substancji odorotwórczych dla 11 źródeł punktowych (tabela 2). W tabeli 2 umieszczono też podstawowe parametry emitorów, takie jak wysokość (h), średnica (D), prędkość wypływu gazów (V), temperaturę gazów (T) i natężenie wypływu gazów (Q).

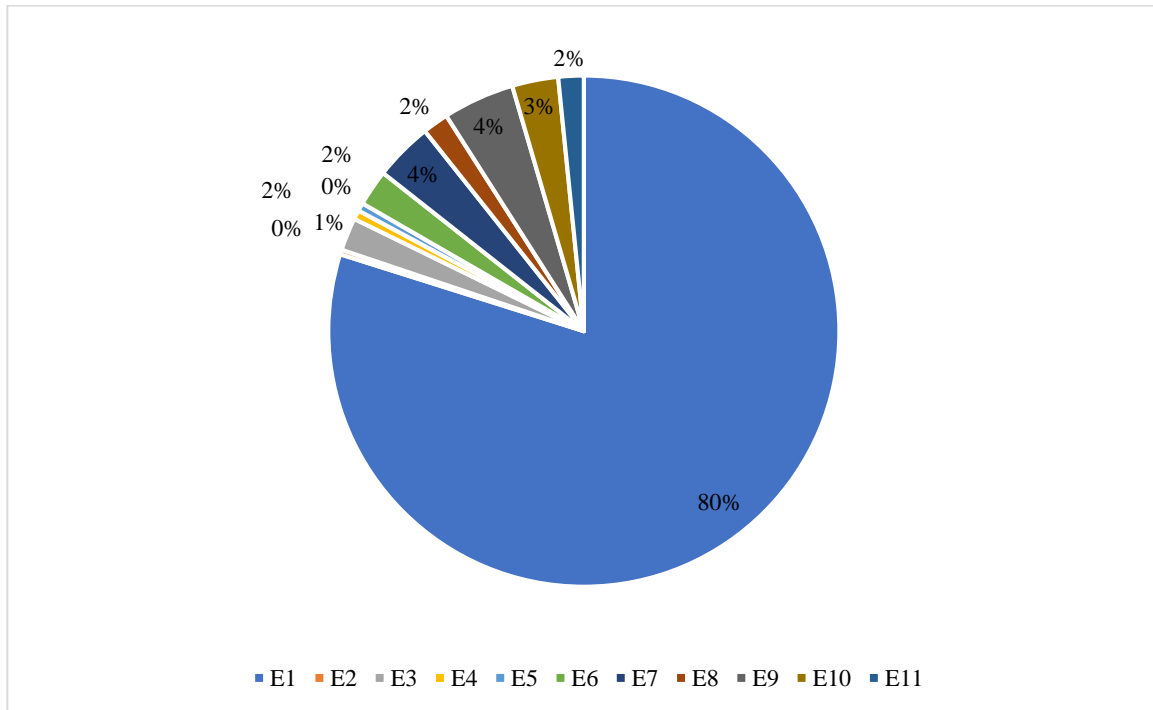
Tabela 2

*Parametryzacja źródeł emisji do obliczeń modelowych*

Nr pkt	h [m]	D [m]	V [m/s]	T [K]	Q [m <sup>3</sup> /h]	Wielkość emisji [OU <sub>E</sub> /s]
E1	68,0	8,48	5,2	287,8	1 050 000	1533386
E2	34,8	1,35	9,2	310,8	2 900	5658
E3	34,9	1,49	10,4	290,5	65 100	39964
E4	22,0	1,28	3,3	293,4	15 100	11114
E5	22,0	1,28	3,3	294,0	15 100	9863
E6	26,2	0,80	13,5	384,0	24 400	43954
E7	34,9	0,80	13,1	402,0	23 700	70903
E8	33,4	2,05	5,0	305,3	59 700	31530
E9	33,5	1,63	3,7	484,0	27 500	86882
E10	32,6	1,70	4,9	328,4	40 300	55961
E11	36,3	0,80	12,1	462,0	21 830	30829

Największe emisje odorów związane są z kominem głównym E1 (udział 80%), już znacznie niższe z kominem E9 (4%) oraz E7 (3%). Udział pozostałych źródeł w całkowitej emisji jest mniej istotny (rysunek 12).

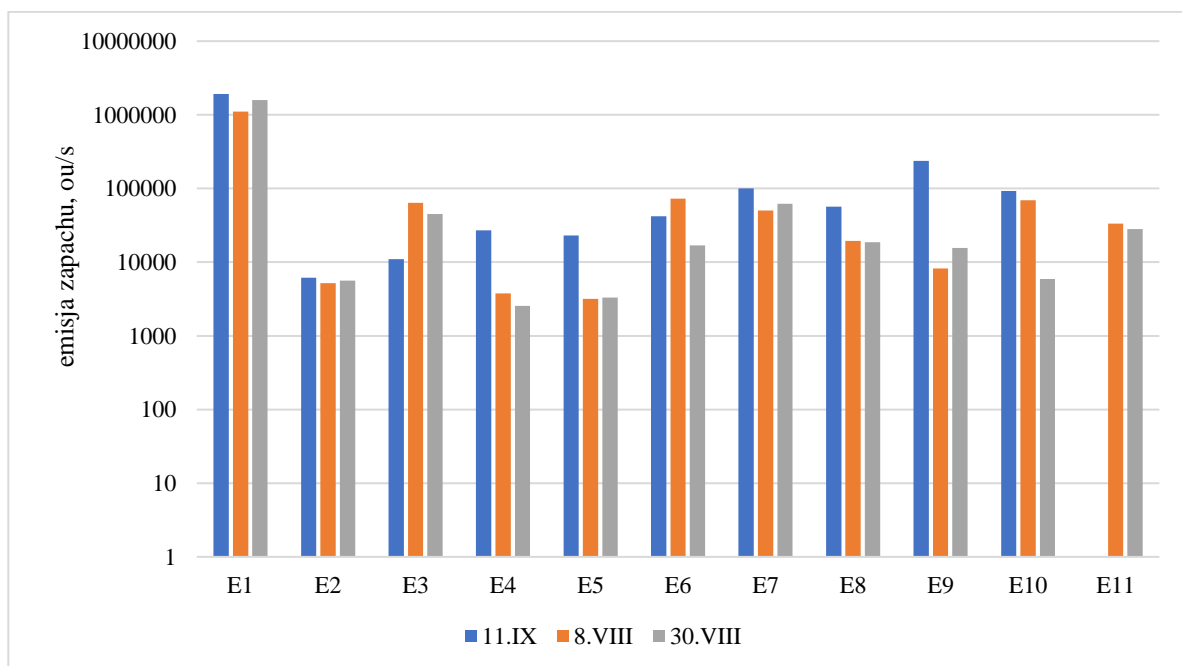
**Identyfikacja związków złoonych w powietrzu atmosferycznym  
i diagnostyka mikrobiologiczna wokół rzeczywistych obiektów**



Rysunek 12. Udział poszczególnych źródeł w emisji substancji odorotwórczych.

Współczynnik zmienności emisji związków zapachowych zmieniał się w szerokich granicach w poszczególnych dniach pomiarowych – od 12% (E11) do 80% (E10). Dla emitora 1 wynosił 26%.

Na rysunku 13 zestawiono wielkości emisji odorów dla 3 dni, dla których przeprowadzono pomiary stężeń związków zapachowych w terenie. Z danych tych wynika, że zdecydowanie dominuje emisja z komina 1.



Rysunek 13. Emisja substancji złoonych w okresie prowadzenia pomiarów terenowych.

#### 4.2.2. Modelowanie rozprzestrzeniania się związków złoonych w powietrzu

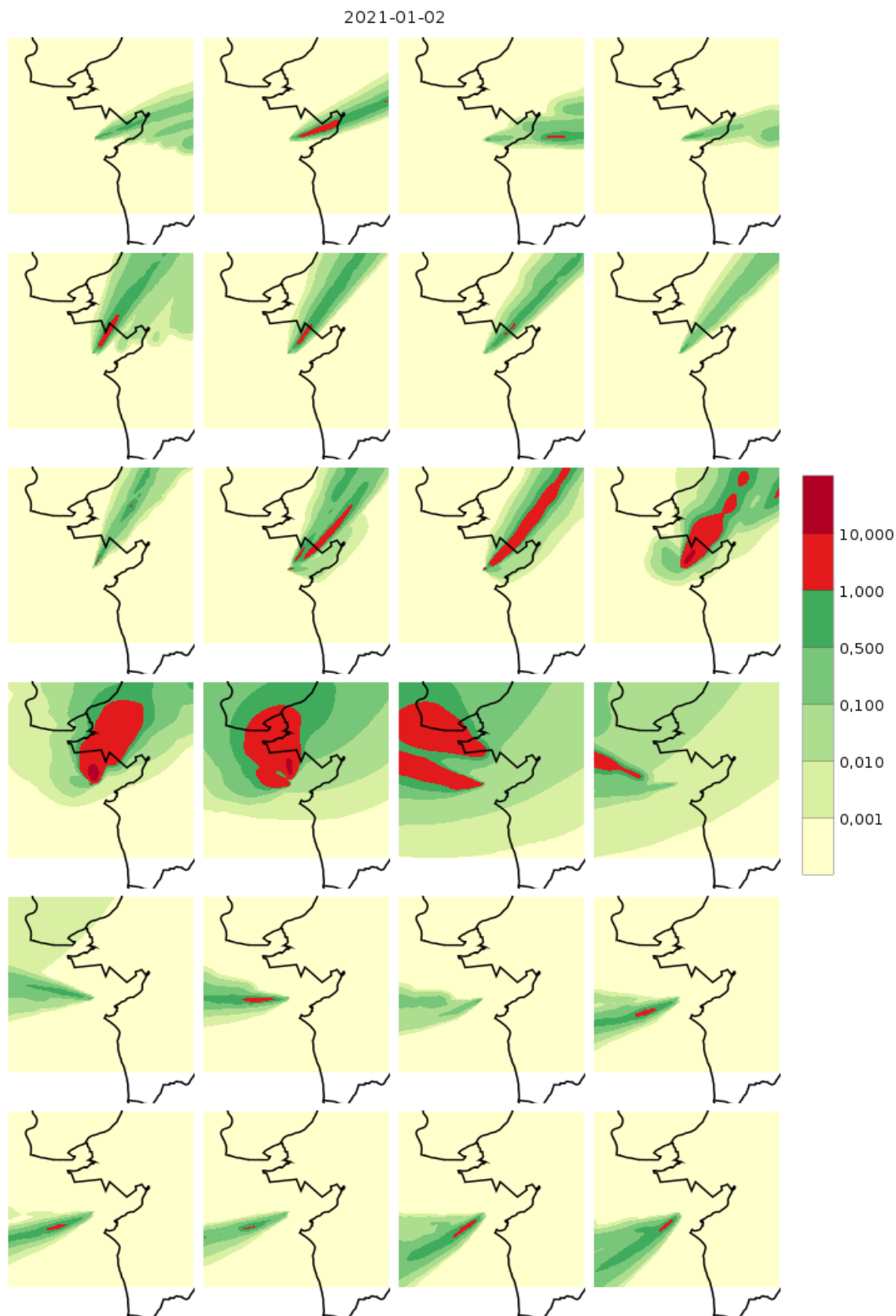
W przypadku zakładów przemysłowych niezwykle istotna jest analiza krótkookresowego ich oddziaływania, gdyż wtedy mogą pojawiać się uciążliwości mające wpływ na negatywny jego odbiór przez lokalną społeczność. Szczególnie jest to ważne przy analizie oddziaływania zapachowego, które ma charakter często incydentalny, silnie zależny od warunków emisji i warunków meteorologicznych. Poniżej przedstawiono przykłady epizodów zapachowych, przy założeniu ustalonej emisji substancji odorotwórczych, żeby pokazać, jak warunki meteorologiczne, a zwłaszcza ich zmienność, wpływają na proces propagacji substancji złoonych w niewielkiej skali lokalnej.

W oparciu o wyniki modelowania stężeń zanieczyszczeń z wykorzystaniem danych meteorologicznych dla roku 2021 określono maksymalne stężenia zapachowe w poszczególnych receptorach. Informacja ta posłużyła do identyfikacji na badanym obszarze epizodów wysokich stężeń zapachowych. Przy ich wyborze przeanalizowano długość trwania epizodu (określoną liczbą godzin z przekroczeniem progu wyczuwalności zapachowej w ciągu doby), jego zasięg (określony liczbą receptorów z przekroczeniem progu wyczuwalności zapachowej) oraz średnie stężenie w obszarze przekroczenia (przekraczające próg wyczuwalności zapachowej, czyli  $>1 \text{ ou/m}^3$ ). Jako wartości graniczne przyjęto, że epizod powinien trwać dłużej niż 6 godzin, obejmować ponad 100 receptorów, a średnie stężenie w obszarze przekroczenia powinno być większe od  $3 \text{ ou/m}^3$ . Na tej podstawie wytypowano 8 dni, z których wybrano 2: z największym zasięgiem (22 lipca) oraz najdłuższym czasem trwania (28 września) i jeden w porze zimowej (2 stycznia). Przedstawiono ewolucję epizodu dla całej doby (rysunek 14 dla 2.01, rysunek 15 dla 22.07 i rysunek 16 dla 28.09). Do obliczeń wykorzystano średnią emisję, wyznaczoną podczas sesji pomiarowej w czerwcu.

##### *Epizod 2 stycznia 2021 roku*

Dnia 2 stycznia, przez całą dobę, w pojedynczych godzinach (np. godzina 1, 4, 5) przekroczone wartości progu wyczuwalności zapachowej obejmowały niewielkie obszary (rysunek 14). W godzinach nocnych smuga zanieczyszczeń miała kształt wydłużony w kierunku wschodnim i północno-wschodnim. Od ok. godziny 10 zaobserwowano rozrost smugi, która od godziny 12 zaczęła przyjmować kształt koła i zmieniać swój kierunek. W godzinach 11-13 zanotowano najwyższe stężenia zapachowe, zaś od godziny 15 oddziaływanie zaczęło ustawać, a kierunek smugi zmienił się na południowo-zachodni. Od godziny 16 smuga zaczęła się stabilizować, tj. stawała się bardziej jednorodna.

W krytycznych dla epizodu godzinach (od ok. 11 do 15) miała miejsce istotna zmiana warunków meteorologicznych. Lokalny charakter epizodu związany był ze zmianą prędkości wiatru i odwróceniem jego kierunku. Miąższość warstwy mieszania tego dnia również nie była zbyt duża (w krytycznym okresie nawet poniżej 100 m). W godzinach, kiedy epizod się formował, panowała równowaga lekko chwiejna i niskie prędkości wiatru (poniżej 1,5 m/s), co ograniczało proces dyspersji i powodowało utworzenie się „zastoiska”. Niska temperatura i duża wilgotność mogły wpływać na spotęgowanie odczucia intensywności zjawiska.

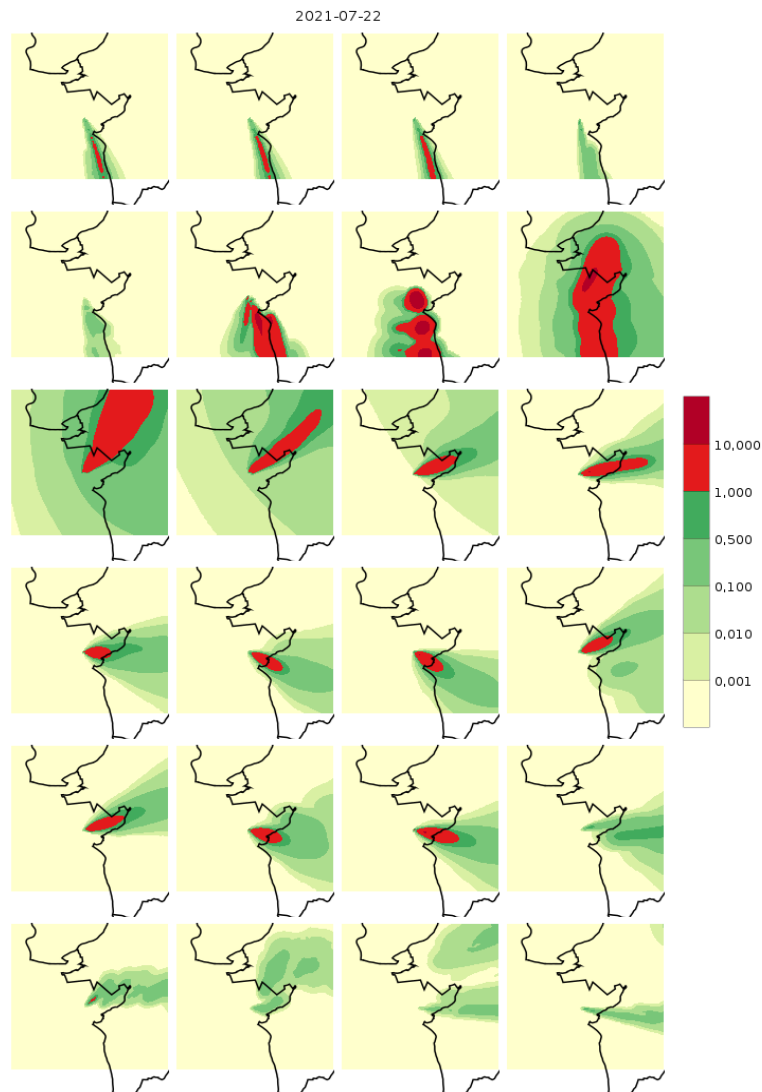


Rysunek 14. Zmiana pola stężeń substancji odorotwórczych podczas epizodu 2 stycznia 2021 roku (I wiersz – rozkład stężeń dla godz. od 0 do 3, II wiersz – godz. 4-7, III wiersz – godz. 8-11, IV wiersz – godz. 12-15, V wiersz – godz. 16-19, VI wiersz – godz. 20-23).

*Epizod 22 lipca 2021 roku*

W trakcie trwania epizodu 22 lipca oddziaływanie zakładu pojawiło się już w godzinach nocnych (rysunek 15). Smuga zanieczyszczeń miała wydłużony w kierunku południowym kształt, zaś pomiędzy północą i godziną 2 identyfikowano niewielkie obszary z przekroczoną wartością progu wyczuwalności zapachowej. Od ok. godziny 5 zaobserwowano rozrost smugi, co miało związek ze zmianą kierunku wiatru. O godzinie 6 zanotowano najwyższe stężenia zapachowe, a od godziny 6 do 8 obszar przekroczeń progu wyczuwalności zapachowej miał największy zasięg. Równocześnie kierunek smugi zmienił się na północno-wschodni, a następnie wschodni. Od godziny 9 zasięg oddziaływania stopniowo się zmniejszał, by o godzinie 18 zaniknąć.

Przed pojawieniem się wysokich stężeń warunki były stabilne. Brak wiatru, równowaga obojętna, mała miąższość warstwy mieszania (100-300 m) wpłynęły na kumulację zanieczyszczeń. W miarę wzrostu prędkości wiatru oraz wzrostu miąższości warstwy mieszania stężenia substancji odorotwórczych w smudze zmniejszały się. Na poprawę jakości zapachowej powietrza wpłynęło również pojawienie się opadu.



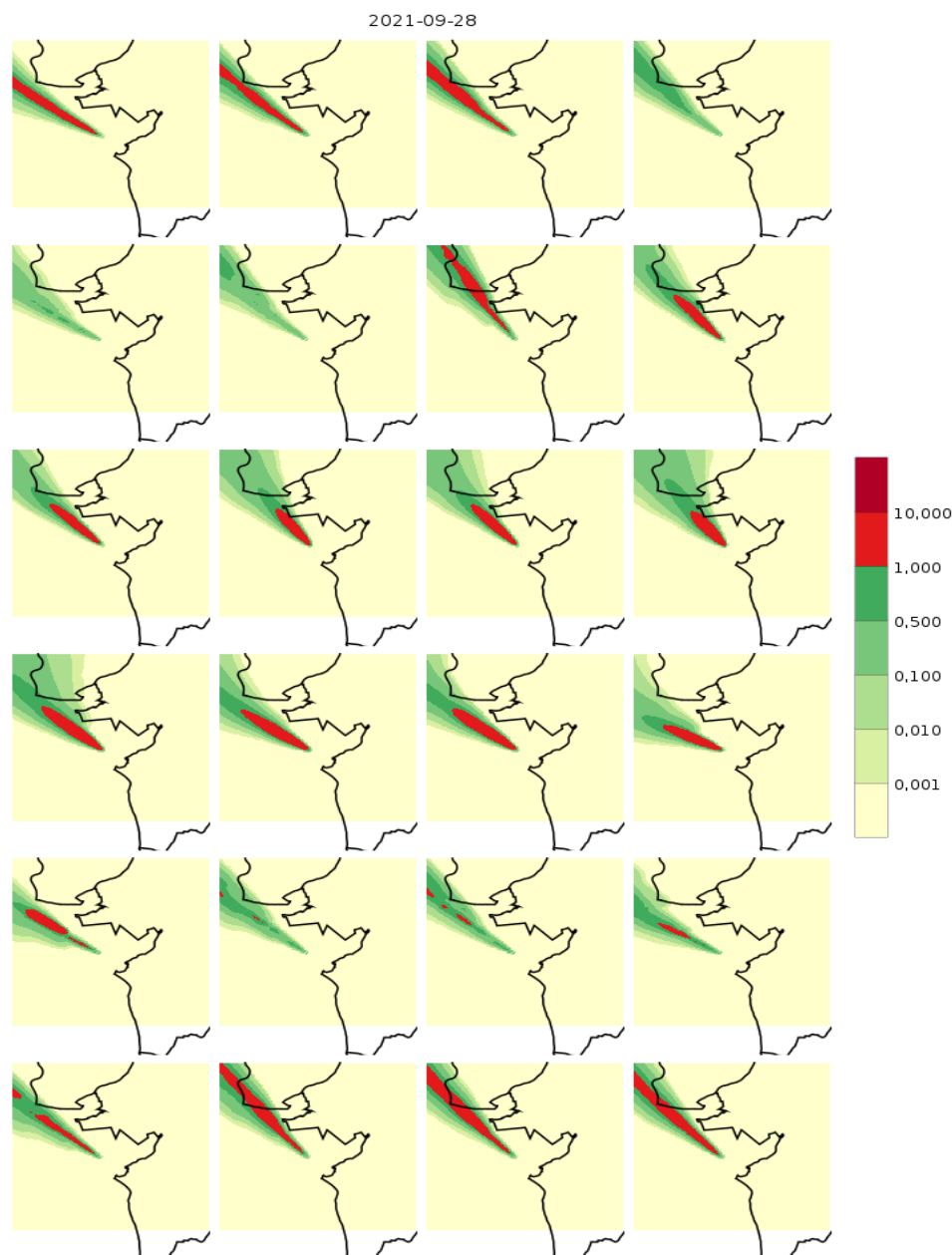
Rysunek 15. Zmiana pola stężeń substancji odorotwórczych podczas epizodu 22 lipca 2021 roku (I wiersz – rozkład stężeń dla godz. od 0 do 3, II wiersz – godz. 4-7, III wiersz – godz. 8-11, IV wiersz – godz. 12-15, V wiersz – godz. 16-19, VI wiersz – godz. 20-23).



*Epizod 28 września 2021 roku*

Epizod 28 września charakteryzował się niedużym zasięgiem i stosunkowo wyrównanymi, choć dość wysokimi, stężeniami zapachowymi (rysunek 16). Smuga przemieszczała się w kierunku północno-zachodnim. Najwyższe stężenia odnotowano ok. godziny 16, a największy zasięg w godzinach nocnych.

Panujące tego dnia warunki meteorologiczne nie sprzyjały zaleganiu powietrza zanieczyszczonego w związku z większą, w porównaniu do poprzednich sytuacji, dynamiką powietrza. Zanotowano wyższe prędkości wiatru (2-4 m/s), wyższą miąższość warstwy mieszania (300-500 m) przy równowadze obojętnej, podobnie jak podczas epizodu letniego.



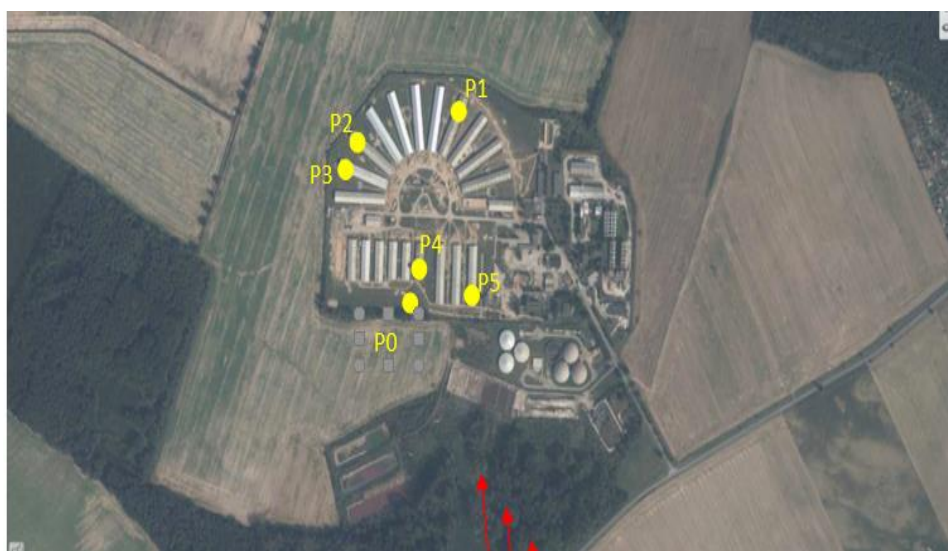
*Rysunek 16.* Zmiana pola stężeń substancji odorotwórczych podczas epizodu 28 września 2021 roku (I wiersz – rozkład stężeń dla godz. od 0 do 3, II wiersz – godz. 4-7, III wiersz – godz. 8-11, IV wiersz – godz. 12-15, V wiersz – godz. 16-19, VI wiersz – godz. 20-23).

Rozprzestrzenianie się smugi gazów i pyłów w atmosferze jest uwarunkowane wieloma czynnikami, które wpływają na kształt obłoku, a także jego prędkość przemieszczania się. Tymi czynnikami są warunki meteorologiczne i topograficzne. Stosowane modele matematyczne i fizyczne, przy przyjętych uproszczeniach dotyczących jednorodności i stabilności warunków meteorologicznych oraz uśrednionego parametru szorstkości terenu, dobrze odzwierciedlają procesy zachodzące w atmosferze. Biorąc pod uwagę uzyskane wyniki, można zauważyć, że im mniejsza prędkość wiatru, tym większa jest strefa oddziaływania zapachowego zakładu. Największe obserwowano przy prędkościach poniżej 1 m/s i równowadze lekko chwiejnej – obojętnej. Wraz ze wzrostem prędkości wiatru kształt smugi ulegał zawężeniu i wydłużeniu.

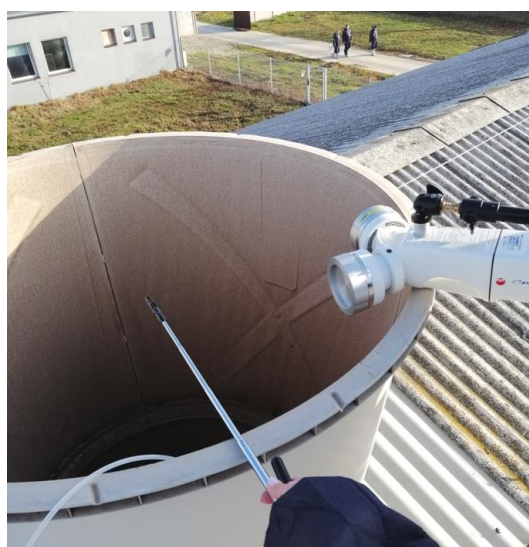
## 5. Badania terenowe

### 5.1. Obszar modelowania I – ferma trzody chlewnej

Pobrane próby dostosowano do procesu technologicznego, co pozwala na określenie oddziaływania nie tylko całego Zakładu, ale również każdego procesu produkcyjnego z możliwością przeliczenia emisji na jednostkę obsady. Poniżej przedstawiono mapę miejsc poboru próbek (rysunek 17) i sam ich pobór (rysunek 18). W tabeli 3 zestawiono uśrednione wyniki badań olfaktometrycznych, przeprowadzonych na granicy fermy trzody chlewnej (obszar modelowania I). Wskazują one na zróżnicowanie stężenia odorów, w zależności od miejsca poboru, czyli rodzaju prowadzonego procesu. Pobór wykonano w dwóch seriach dla każdego punktu.



Rysunek 17. Lokalizacja punktów pomiarowych.



Rysunek 18. Widok punktu pomiarowego w czasie pobierania próbek powietrza.

Tabela 3

Zestawienie wyników badań olfaktometrycznych na terenie zakładu

Próbka	Miejsce poboru	Stężenie zapachowe
		ou <sub>e</sub> /m <sup>3</sup>
P0	Tło – powietrze napływowe	137
P1	Budynek B19 – warchlakarnia	1 788
P2	Budynek B14 – porodówka	1 177
P3	Budynek B13 – lochy prośne	921
P4	Budynek B4 – odchownia loszek	2 799
P5	Budynek B1 – sektor krycia	2 386

Największe stężenia odorów odnotowano przy kominie z budynku B4 – odchownia loszek (2 799 ou<sub>e</sub>/m<sup>3</sup>), a nieco niższe (2 386 ou<sub>e</sub>/m<sup>3</sup>) na budynku B1 – sektor krycia.

Odnnotowano duże rozbieżności między stężeniami związków zapachowych wyznaczonymi na podstawie pomiarów terenowych i analiz z wykorzystaniem systemu modelowania. Zestawienie stężenia maksymalnego z wynikami pomiarów wskazuje, że te ostatnie są o prawie trzy rzędy wielkości wyższe niż wyliczone na podstawie modelu referencyjnego.

W przypadku diagnostyki mikrobiologicznej ocenę stanu sanitarnego powietrza wokół fermy przeprowadzono w oparciu o kryteria norm (wycofanych bez następstwa w 2015 roku) PN-89/Z-04111/02 (tabela 4) i PN-89/Z-04111/03 (tabela 5), kryteria proponowane przez Zespół Ekspertów ds. Czynników Biologicznych (tabela 6) oraz przez Dutkiewicza i Mołocznika (tabela 7). W tabeli 8 zamieszczono wyniki badań terenowych.

Tabela 4

Kryteria klasyfikacji zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego bakteriami według PN-89/Z04111/02

Ogólna liczba bakterii mezofilnych	Liczba				Stopień zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego
	promieniowców	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	gronkowców hemolizujących		
			A	B	
<1000	<10	Brak	Brak	brak	niezanieczyszczone
1000-3000	10-100	≤50	≤25	≤50	średnio zanieczyszczone
>3000	>100	>50	>25	>50	silnie zanieczyszczone

Tabela 5

Kryteria zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego grzybami według PN-89/Z-04111/03

Ogólna liczba grzybów w 1 m <sup>3</sup> powietrza atmosferycznego	Stopień zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego
3000-5000	przeciętnie czyste powietrze atmosferyczne, zwłaszcza w okresie późnowiosennym i wczesnojesiennym
5000-10000	zanieczyszczenie mogące negatywnie oddziaływać na środowisko naturalne człowieka
>10000	zanieczyszczenie zagrażające środowisku naturalnemu człowieka

**Identyfikacja związków złoonych w powietrzu atmosferycznym  
i diagnostyka mikrobiologiczna wokół rzeczywistych obiektów**

Tabela 6

*Propozycje zalecanych stężeń drobnoustrojów w powietrzu pomieszczeń opracowane przez Dutkiewicza i Mołocznika w 1993 roku*

Czynnik mikrobiologiczny	Dopuszczalne stężenie [j.t.k./m <sup>3</sup> ]	
	pomieszczenia robocze z pyłem organicznym	pomieszczenia mieszkalne i użyteczności publicznej
Bakterie mezofile	100000	5000
Bakterie Gram-ujemne	20000	200
Termofilne promieniowce	20000	200
Grzyby	50000	5000
Zagrożenia	0	0

Źródło: „Biologiczne czynniki szkodliwe: normy, zalecenia i propozycje wartości dopuszczalnych”, R.L. Górny, 2004, *Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy*, 3(41), s. 17-39.

Tabela 7

*Propozycje oceny stopnia zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza atmosferycznego opracowane przez Zespół Ekspertów ds. Czynników Biologicznych*

Składnik bioaerozolu	Stopień zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego	
	akceptowalny	nieakceptowalny
Bakterie mezofile	≤5000 j.t.k.	>5000 j.t.k.
Bakterie Gram-ujemne	≤200 j.t.k.	>200 j.t.k.
Termofilne promieniowce	≤200 j.t.k.	>200 j.t.k.
Grzyby	≤5000 j.t.k.	>5000 j.t.k.
Zagrożenia	0 j.t.k.	>0 j.t.k.

Źródło: „Aerozole biologiczne – rola normatywów higienicznych w ochronie środowiska i zdrowia”, R.L. Górny, 2010, *Medycyna Środowiskowa*, 13, s. 41-51.

Tabela 8

*Wyniki analizy mikrobiologicznej powietrza emitowanego przez fermę*

	Liczba j.t.k./m <sup>3</sup> (średnia arytmetyczna i odchylenie standardowe)			
	Kontrole ogółem	Kontrola 1	Kontrola 2	Kontrola 3
Bakterie psychrofilne	1500±1359	53±21	1950±1370	2496±613
Bakterie mezofilne	828±957	230±94	2067±640	187±154
Grzyby pleśniowe	1412±658	1900±205	1837±69	500±16
Grzyby drożdżopodobne	136±79	140±16	217±66	50±8
Promieniowce	43±16	50±8	53±12	27±9
<i>Pseudomonas fluorescens</i> 4°C	1±3	0±0	0±0	3±5
<i>Pseudomonas fluorescens</i> 26°C	0±0	0±0	0±0	0±0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0±0	0±0	0±0	0±0
Bakterie z grupy <i>coli</i>	0±0	0±0	0±0	0±0
<i>Salmonella</i>	0±0	0±0	0±0	0±0
Enterokoki kałowe	0±0	0±0	0±0	0±0
Gronkowce mannitolododatnie	3±5	7±5	3±5	0±0

	<b>Liczba j.t.k./m<sup>3</sup></b> (średnia arytmetyczna i odchylenie standardowe)				
	<b>B19</b> warchlakarnia	<b>B14</b> porodówka	<b>B13</b> lochy prośne	<b>B4</b> odchownia loszek	<b>B1</b> sektor krycia
Bakterie psychrofilne	7±5	4873±662	19020±7339	7090±1722	15147±787
Bakterie mezofilne	18300±1330	1850±831	12480±408	2513±1542	8733±1992
Grzyby pleśniowe	103±146	257±95	567±59	523±33	550±45
Grzyby drożdżopodobne	3±5	0±0	70±8	73±17	100±8
Promieniowce	137±12	83±12	570±8	479±196	193±33
<i>Pseudomonas fluorescens</i> 4°C	0±0	3±5	0±0	0±0	0±0
<i>Pseudomonas fluorescens</i> 26°C	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
Bakterie z grupy <i>coli</i>	0±0	0±0	23±21	0±0	17±17
<i>Salmonella</i>	0±0	0±0	0±0	0±0	7±5
Enterokoki kałowe	0±0	17±17	100±45	93±42	623±25
Gronkowce mannitolododatnie	9270±2552	3880±781	5160±3684	5120±753	3193±2262

Stężenia mikroorganizmów w powietrzu pobranym z pomieszczeń przeznaczonych dla różnych grup wiekowych zwierząt wykazywały znaczne zróżnicowanie. Mogło to być spowodowane zróżnicowaniem składu mikrobiot w zależności od wieku osobników i zróżnicowaniem ich zagęszczenia w pomieszczeniach. Stężenia uwzględnionych w prezentowanych badaniach oraz w propozycjach Dutkiewicza i Mołoczniaka (Górny, 2004) były niższe od stężeń zalecanych dla pomieszczeń roboczych z pyłem organicznym, w niektórych przypadkach były one nawet niższe od stężeń zalecanych dla pomieszczeń mieszkalnych i użyteczności publicznej. Badania modelowe wykazały, że stężenia mikroorganizmów emitowanych przez farmę na terenie najbliższych zabudowań mieszkalnych były nieznaczne (Załącznik 1).

## 5.2. Obszar modelowania II – zakład motoryzacyjny

Na rysunku 19 przedstawiono lokalizację zakładu z branży motoryzacyjnej wraz z wyznaczonymi punktami pomiarowymi w pobliżu osiedli mieszkalnych. Na rysunku zaznaczono obszar emisji odorów.





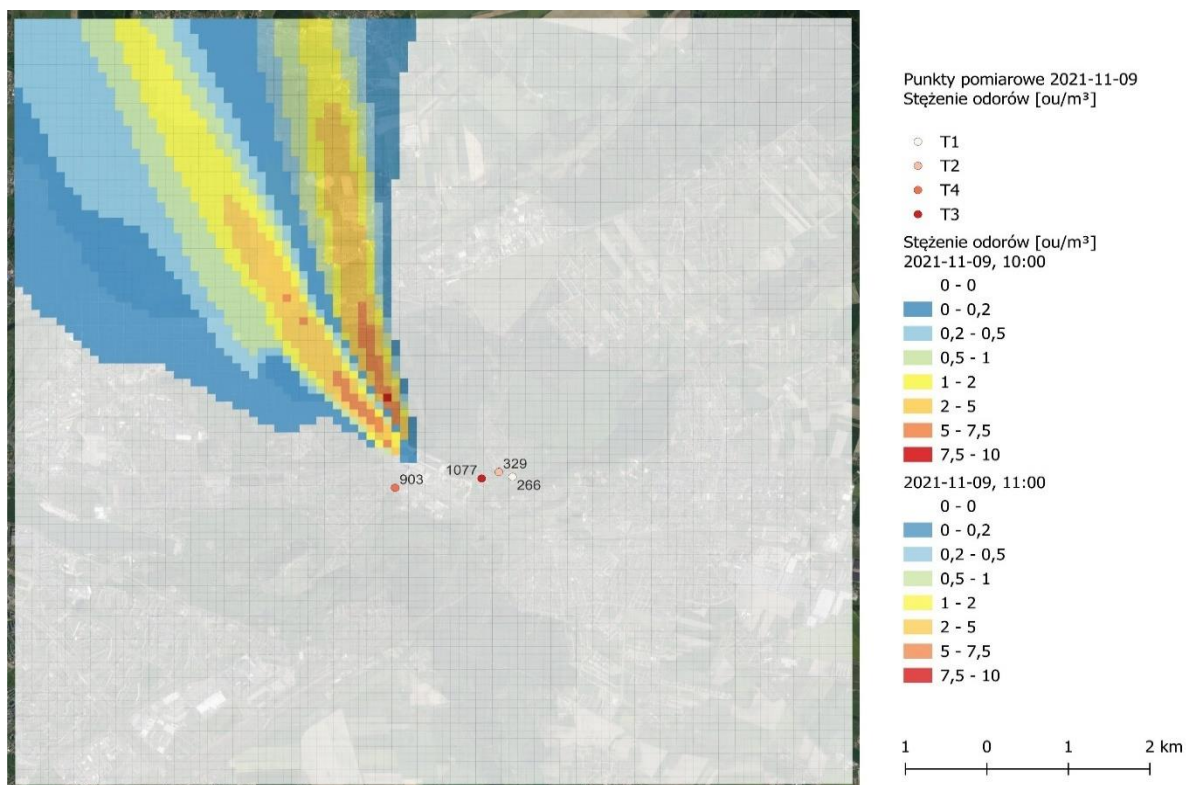
Rysunek 19. Usytuowanie punktów pomiarowych w stosunku do zakładu.

Punkt T4 położony był po stronie południowo-zachodniej zakładu, w odległości ok. 350 m od obszaru emisji, punkty T3, T2 i T1 znajdowały się po stronie wschodniej zakładu w odległościach odpowiednio ok. 600, 750 i 1 000 m.

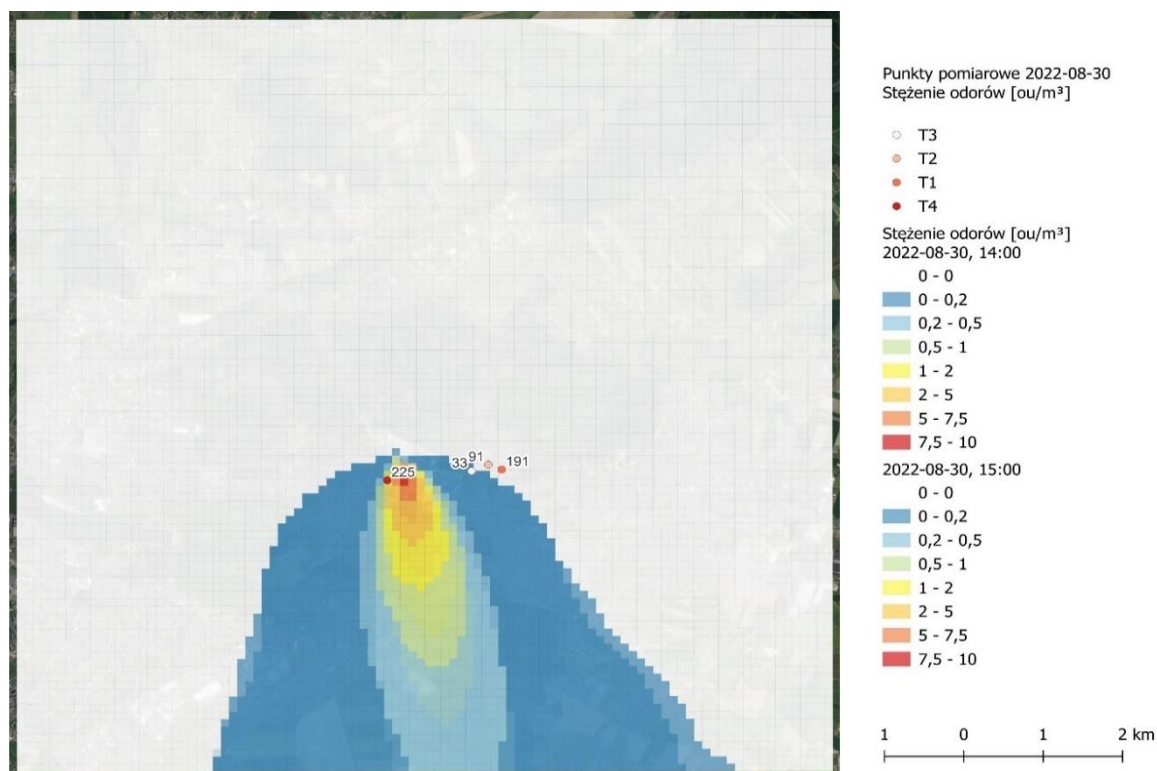
Ponieważ pobór próbek powietrza atmosferycznego dla czterech pomiarów trwał ponad godzinę, w tych przypadkach na rysunkach 20 i 21 przedstawiono pola stężeń z 2 godzin, w przypadku dwóch pomiarów wyznaczono pole stężeń dla 1 godziny trwania pomiaru (rysunek 22).

W celu oceny kształtu i zasięgu smugi wykonano modelowanie jakości zapachowej powietrza dla okresu, w którym zostały wykonane pomiary (emisji i stężeń zapachowych). Obliczenia przeprowadzono w oparciu o dane meteorologiczne dla poszczególnych dni pomiarowych.

## Identyfikacja związków złoonych w powietrzu atmosferycznym i diagnostyka mikrobiologiczna wokół rzeczywistych obiektów

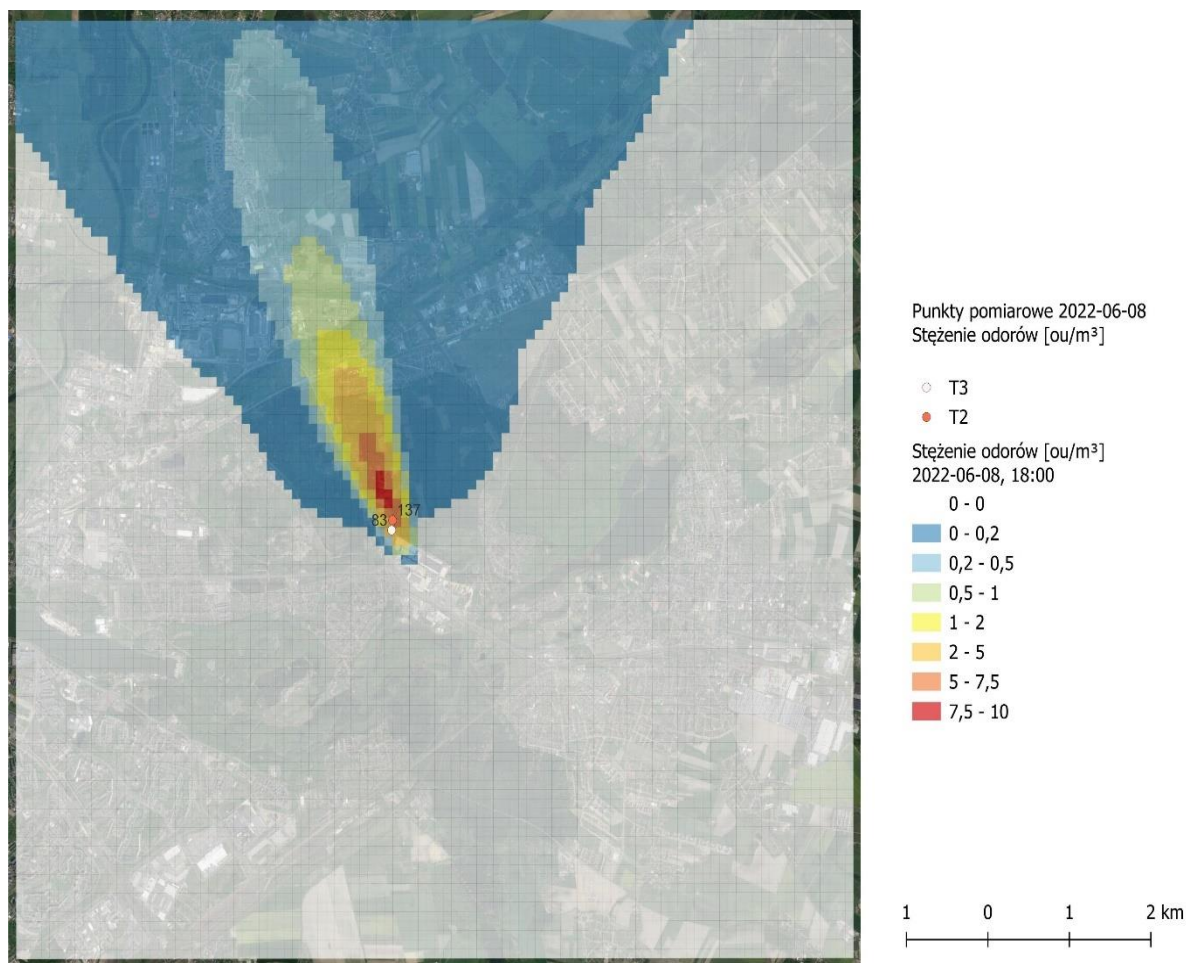


Rysunek 20. Smuga zanieczyszczeń zapachowych uzyskana w wyniku modelowania dla godzin 10.00 i 11.00 w dniu 11.09.2022, tj. tego samego okresu, w którym wykonywane były pomiary stężeń zapachowych.



Rysunek 21. Smuga zanieczyszczeń zapachowych uzyskana w wyniku modelowania dla godzin 14.00 i 15.00 w dniu 30.08.2022, tj. tego samego okresu, w którym wykonywane były pomiary stężeń zapachowych.





Rysunek 22. Smuga zanieczyszczeń zapachowych uzyskana w wyniku modelowania dla godziny 18.00 w dniu 06.08.2022, tj. tego samego okresu, w którym wykonywane były pomiary stężeń zapachowych.

Wyniki pomiarów wskazują na duże oddziaływanie zakładu we wszystkich punktach pomiarowych. Zanotowano najwyższe stężenia odorów w punktach T4 i T3 (ok. 1000 ou/m<sup>3</sup>), podczas gdy odczucie zapachowe może pojawić się już przy stężeniu 1-3 ou/m<sup>3</sup>. Istotne jest, że stężenia tak wysokie pojawiły się niezależnie, czy punkty pomiarowe znajdowały się w strefie smugi, czy poza nią. Sugeruje to „przerzucanie” dużej masy odorów do otoczenia, niezależnie od aktualnego kierunku wiatru, ale przy niskich prędkościach wiatru (do 3/m/s). Podczas pomiarów we wrześniu prędkości wiatru były niższe niż 2,5 m/s, a w pozostałych dniach w zakresie 2,5-3,0 m/s.

Kształt smugi odorów uzyskanej w wyniku modelowania w głównej mierze wynika z warunków wietrznych (kierunku i prędkości wiatru notowanych w tym dniu) i jest wydłużony w kierunku zawietrzny. Najwyższe stężenia w okresie pomiarów pojawiały się w odległości pomiędzy 300 a 500 m od obszaru emisji, jednak nie przekroczyły w tym obszarze 10 ou/m<sup>3</sup>. Maksymalny zasięg smugi określony poprzez stężenie, przy którym zapach może być wyczuwalny, czyli 1 ou/m<sup>3</sup> wyniósł ok. 2 km. W dniu 11 września nie zarejestrowano, na podstawie badań modelowych, oddziaływania zakładu w kierunku wschodnim, a jednak pomiary wykazały bardzo wysokie stężenia substancji złowonnych.

Wprowadzenie do modelu wielkości emisji pochodzącej z pomiaru realizowanego w czasie, dla którego odbywa się pomiar w terenie, a także wartości rzeczywistych parametrów technicznych źródeł, pozwala na uniknięcie większych błędów wynikających z nieprawidłowo oszacowanej emisji podczas modelowania. Także walidacja wyników wykonana w zakresie warunków meteorologicznych mocno ograniczyła możliwość wystąpienia znaczących odchyłań związanych z tą zmienną. W związku z tym należy spodziewać się, że przyczyną rozbieżności są inne czynniki, leżące poza modelem.

Należy tu podkreślić, że podobne rozbieżności zauważono w badaniach wykonywanych w okolicach innych obiektów związanych z oddziaływaniem zapachowym. Rozbieżności potwierdzono również w wywiadach przeprowadzanych wśród lokalnej ludności. Mieszkańcy niejednokrotnie identyfikowali istotne oddziaływanie zapachowe, które było nie potwierdzone analizą modelową.

Powyższe wskazuje na występowanie naturalnego zjawiska, polegającego na zmianie wielkości i przesunięciu rzeczywistej smugi stężeń zapachowych w stosunku do tej wyznaczonej w wyniku modelowania. Zjawisko to określono jako „tunelowanie odorowe”. Potencjalne przyczyny wystąpienia tunelowania odorowego mogą być związane z warunkami fizycznymi, takimi jak nakładanie się smug emisji odorów o różnej gęstości. Ponadto mogły wynikać z różnych parametrów emitowanych gazów, a także z modyfikacji obłoku smugi wynikających z warunków terenowych związanych z rzeźbą terenu czy użytkowaniem terenu w skali mikro. Konsekwencją tego mogą być różne odczucia zapachowe emitowanych związków tworzących „mieszaninę zapachową” przy zmieniających się stężeniach w smudze. Percepcja mieszaniny jest determinowana przez progi węchowej wyczuwalności mieszanych związków i indywidualne funkcje psychometryczne (Yan, Liu, Wang, Wu, 2014), a sytuację może dodatkowo komplikować addytywność lub synergia między związkami.

Dnia 11 września odnotowano warunki podobne do ukazanych na rysunku 10. Przy słabych wiatrach (poniżej 2,5 m/s) w godzinach wczesnorannych zanotowano zmianę kierunku wiatru z północnego na południowo-wschodni. Sytuacja ta mogła doprowadzić do kumulacji zapachów. Należy podkreślić, że związki zapachowe mogą mieć gęstość wyższą niż powietrze, w związku z czym wykazują tendencję do akumulacji przy gruncie. S.R. Hanna, O.R. Hansen, M. Ichard i D. Strimaitis (2009) stwierdzili, że w pobliżu źródła istniejące przeszkody (tu: zabudowania mieszkalne) mogą wpływać na spowalnianie gęstej chmury gazu i mogą ją ograniczać, powodując wzrost stężeń przy powierzchni ziemi. Warto dodać, że kierunek wiatru nigdy nie jest stały. Mimo tego zauważa się, że choć wieje wiatr cały czas z tej samej strony, to jednak podlega on mniej lub bardziej regularnym zmianom. Prawie zawsze występują tzw. zmiany oscylacyjne, czyli skrety wiatru w regularnych odstępach czasowych (kilku lub kilkunastominutowych), tj. odchyłań o podobnym kącie (kilku do kilkunastu stopni) w obie strony od zasadniczego kierunku. Przy lekkich wiatrach (< 3 m/s) bardzo prawdopodobne jest lokalne gromadzenie się zapachów, zwłaszcza na nierównym terenie. Ponieważ wiatr nie jest zbyt silny, by rozproszyć zapach, może się utrzymywać dłużej niż obserwowany ruch smugi zgodny z kierunkiem wiatru powyżej gruntu. Z drugiej strony, silne wiatry będą bardzo szybko przenosić zapach w określonym kierunku, a szerokość smugi rozprzestrzenianej może być ograniczona. Cząsteczki związków zapachowych po prostu nie mają możliwości rozprzestrzeniania się w różnych kierunkach, gdyż silny wiatr wymusza ruch w jednym kierunku.

Z tego też względu modele transportu zanieczyszczeń w powietrzu, przy wspomnianych wcześniej uproszczeniach, nie dostarczają wystarczającego źródła wiedzy o dyspersji substancji zapachowych, zwłaszcza w obszarach zabudowanych. Warunki lokalne, wśród których wyróżnić należy: czynniki meteorologiczne, geometrię oraz konfigurację przeszkód terenowych, zarówno naturalnych, jak i wytworzonych przez człowieka, głównie determinują dyspersję smugi odorowej w pobliżu źródła emisji, a prędkość i kierunek wiatru w przyziemnej strefie zabudowanej różnią się od parametrów wiatru o zasięgu regionalnym. Dla przypadków incydentalnych powinno się korzystać z obliczeń komputerowej mechaniki płynów (CFD – ang. *Computational Fluid Dynamics*), gdzie stosuje się metody numeryczne do opisu przepływu płynów, w tym do prognozowania propagacji zanieczyszczeń/odorów w powietrzu. Numeryczne podejście do modelowania pozwala pokazać w przestrzeni 3D ruch substancji gazowych po ich uwolnieniu oraz miejsca akumulacji gazu w złożonej przestrzeni, zarówno przemysłowej, jak i mieszkalnej. Jak wykazały badania A. Polańczyka, Z. Salamonowicza, A. Dmochowskiej i R. Makowskiego (2018), dwa gazy o różnej gęstości, dla takiej samej domeny obliczeniowej, miały różny rozkład stężeń w funkcji wysokości i prędkości wiatru. Uwzględniając zmienność kierunku wiatru i jego prędkości w symulacjach CFD, można przewidzieć możliwe scenariusze, jakie mogą mieć miejsce po uwolnieniu cięższych gazów do atmosfery. Wynika z tego, że istotnym czynnikiem decydującym o zachowaniu się wyemitowanych gazów jest gęstość. Gazy cięższe od powietrza, gdy przedostaną się do atmosfery i znajdą się w obszarze, w którym powietrze jest nieruchome, po prostu będą się tam gromadzić. W przypadku substancji zapachowych sytuacja jest bardziej skomplikowana niż w przypadku pojedynczych związków. Określenie immisji odorów utrudniają skomplikowane zależności między odczuwaniem zapachu a stężeniem odorantów. Odory są zazwyczaj mieszaniną licznych lotnych związków chemicznych, zawierających m.in. lotne związki siarki, azotu czy lotne związki organiczne. Istotnym jest, że często odoranty występujące w śladowych ilościach mogą przyczyniać się do zmian właściwości zapachu. Ze względu na różnorodny i zmienny skład chemiczny w smudze odorów w wyniku ich dyspersji w atmosferze, różnej w zależności od gęstości, żadna indywidualna technika analityczna nie może być stosowana kompleksowo do ich monitoringu. Odczucie zapachu zmienia się wraz ze zmianą stężeń odorantów i ich synergicznego lub maskującego oddziaływania. Tego dotychczas nie uwzględnia się w programowaniu potencjalnych efektów synergicznych czy antagonistycznych pomiędzy poszczególnymi składnikami smugi odorów. Przewidywanie mieszania się odorantów jest bardzo trudne (Rospars, 2013). Przy założeniu stałej emisji zapachów, ich odczucie w poszczególnych receptorach będzie się zmieniało nie tylko ze względu na zmienność warunków meteorologicznych, ale również z uwagi na zmienność składu chemicznego, wynikającego z różnej gęstości gazów złowonnych, co determinuje różne ich zachowanie po emisji do atmosfery.

## Podsumowanie

Wyemitowane cząstki odorowe, nazwane „odoronkami”, ulegają transformacji w atmosferze, co sprawia, że powstają zapachy przez człowieka odczuwalne. Każdy „odoranek” miesza się w atmosferze z innymi „odoronkami” w różnorodny sposób, a efektem końcowym może być maskowanie zapachu lub pojawienie się silniejszego zapachu. Dotychczas powszechne metody wyznaczania propagacji zapachów – odorantów są niedoskonałe, ponieważ nie uwzględniają rzeczywistego tunelowania odorowego, które jest ważne w rozprzestrzenianiu zapachów.

Przeprowadzone analizy wyraźnie wskazują, że nawet zaawansowane modele dyspersji, wyposażone w prawidłowe dane wejściowe, mogą w ocenie różnić się od wyników badań terenowych, a oba podejścia mogą odbiegać od faktycznych odczuć mieszkańców sąsiadujących z obiektami potencjalnie oddziałującymi zapachowo. Sparаметryzowanie zjawiska tunelowania odorowego pozwoli wyznaczyć rzeczywiste strefy uciążliwości zapachowej, co zapewni zmniejszenie oddziaływania zapachowego na etapie planowania inwestycji i/lub zaplanowania dodatkowych piętrowych pasów zieleni na kierunku rozprzestrzeniania się smugi. Problem tunelowania odorowego został zidentyfikowany, ale z pewnością wymaga dalszych badań na wielu płaszczyznach. Postępem byłoby wykorzystanie obliczeniowej mechaniki płynów, stosowanej m.in. do symulacji rozprzestrzeniania się gazów cięższych od powietrza.

## Bibliografia

- Arfken, A.M., Song, B., Sung, J.-S. (2015). Comparison of Airborne Bacterial Communities from a Hog Farm and Spray Field. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25, 709-717.
- Belgiorno, V., Naddeo, V., Zarra, T. (red.). (2013). *Odour impact assessment handbook*. John Wiley & Sons.
- Brandt, R.C., Adviento-Borbe, M.A.A., Elliott, H.A., Wheeler, E.F. (2011). Protocols for reliable field olfactometry odor evaluations. *Applied Engineering in Agriculture*, 27, 457-466.
- Brandt, R.C., Elliott, H.A., Adviento-Borbe, M.A.A., Wheeler, E.F., Kleinman, P.J.A., Beegle, D.B. (2011). Field olfactometry assessment of dairy manure land application methods. *Journal of Environmental Quality*, 40, 431-437.
- Buczyńska, A., Szadkowska-Stańczyk, I. (2010). Problemy higieny pracy i zagrożenia zdrowotne towarzyszące intensywnej produkcji trzody chlewnej. *Medycyna Pracy*, 61, 323-331.
- Capelli, L., Siron, S., Del Rosso, R., Céntola, P., Rossi, A., Austeri, C. (2011a). Olfactometric approach for the evaluation of citizens' exposure to industrial emissions in the city of Terni. *Science of The Total Environment*, 409, 595-603.
- Capelli, L., Siron, S., Del Rosso, R., Céntola, P., Rossi, A., Austeri, C. (2011b). Urban Environmental Pollution Odour impact assessment in urban areas: case study of the city of Terni. *Procedia Environmental Sciences*, 4, 151-157.
- Capelli, L., Sironi, S., Del Rosso, R., Céntola, P., Il Grande, M. (2008). A comparative and critical evaluation of odour assessment methods on a landfill site. *Atmospheric Environment*, 42, 7050-7058.
- Capelli, L., Sironi, S., Del Rosso, R., Guillot, J.M. (2013). Measuring odours in the environment vs. dispersion modelling: A review. *Atmospheric Environment*, 79, 731-743.
- CEN 2003. EN 13725:2003. *Air quality. Determination of odour concentration by dynamic olfactometry*. Brussels.
- Chien, Y.Ch., Chen, T.T., Lin, T.-H., Chien, Y.Ch. (2011). Characteristics of Microbial Aerosols Released from Chicken and Swine Feces. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 61, 882-889.
- Evragov, M.R., Köll, P., Frank, D.N., Baumgartner, L.K., Robertson, Ch.E., Hernández, M.T., Pace, R.N. (2013). Molecular Analysis of bacterial and Circovirus Bioaerosols in Concentrated Animal Feeding Operations. *Aerosol Science and Technology*, 47, 755-766.
- Fisher, R.M., Barczak, R.J., Hayes, J.E., Stuetz, R.M. (2018). Framework for the use of odour wheels to manage odours throughout wastewater biosolids processing. *Science of The Total Environment*, 634, 214-223.
- Friedrich, J.E., Acree, T.E. (1998). Gas Chromatography Olfactometry (GC/O) of Dairy Products. *International Dairy Journal*, 8, 235-241.
- Górny, R.L. (2004). Biologiczne czynniki szkodliwe: normy, zalecenia i propozycje wartości dopuszczalnych. *Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy*, 3(41), 17-39.

- Górny, R.L. (2010). Aerozole biologiczne – rola normatywów higienicznych w ochronie środowiska i zdrowia. *Medycyna Środowiskowa*, 13, 41-51.
- Hanna, S.R., Hansen, O.R., Ichard, M., Strimaitis, D. (2009). CFD model simulation of dispersion from chlorine railcar releases in industrial and urban areas. *Atmospheric Environment*, 43, 262-270.
- Hong, S., Lee, I., Hwang, H., Seo, I., Bitog, J., Kwon, K., Chung, S. (2011). CFD modelling of livestock odour dispersion over complex terrain, part II: Dispersion modelling. *Biosystems Engineering*, 108, 265-279.
- ISO 6145-7:2018 „Gas analysis – Preparation of calibration gas mixtures using dynamic volumetric methods – Part 7: thermal mass-flow controllers”.
- Kim, K.H., Park, S.Y. (2008). A comparative analysis of malodor samples between direct (olfactometry) and indirect (instrumental) methods. *Atmospheric Environment*, 42, 5061-5070.
- Kim, K.Y., Ko, H.J., Kim, H.T., Kim, Y.S., Roh, Y.M. Lee, Ch.M. Kim, Ch.N. (2007). Monitoring of Aerial Pollutants Emitted from Swine Houses in Korea. *Environmental Monitoring and Assessment*, 133, 255-266.
- Ko, G., Simmons, O.D. III, Likirdopulos, A., Worley-Davis, L., Williams, M., Sobsey M.D. (2008). Investigation of Bioaerosols Released from Swine Farms using Conventional and Alternative Waste Treatment and Management Technologies. *Environmental Science & Technology*, 42, 8849-8857.
- Koźwzan, B., Adamiak, W., Grabas, K., Pawełczyk, A. (2005). *Podstawy mikrobiologii w ochronie środowiska*. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
- Kośmider, J., Mazur-Chrzanowska, B.B. (2021). *Odory*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Laor, Y., Parker, D., Pagé, T. (2014). Measurement, prediction, and monitoring of odors in the environment: a critical review. *Reviews in Chemical Engineering*, 30, 139-166.
- Ławniczak-Wałczyk, A., Górny, R.L., Gołofit-Szymczak, M., Cyprowski, M., Stobnicka, A. (2014). Zagrożenia biologiczne związane z produkcją zwierzęcą. *Bezpieczeństwo pracy: nauka i praktyka*, 4, 14-17.
- Naddeo, V., Belgiorno, V., Zarra, T. (eds.). (2013). *Odour Impact Assessment Handbook*. Chichester: Wiley.
- Parker, D.B., Koziel, J.A., Cai, L., Jacobson, L.D., Akdeniz, N., Bereznicki, S.D., Lim, T.T., Caraway, E.A., Zhang, S., Hoff, S.J., Heber, A.J., Heathcote, K.Y., Hetchler, B.P. (2012). Odor and Odorous Chemical Emissions from Animal Buildings: Part 6. Odor Activity Value. *Transactions of the ASABE*, 55, 2357-2368.
- PN-EN 13725:2007 (EN 13725:2003): Jakość Powietrza – Oznaczanie stężenia zapachowego metodą olfaktometrii dynamicznej. Polski Komitet Normalizacyjny. Warszawa 2007.
- PN-EN 13725:2022: Emisja ze źródeł stacjonarnych -- Oznaczanie stężenia odorów za pomocą olfaktometrii dynamicznej i szybkości emisji odorów. Polski Komitet Normalizacyjny. Warszawa 2022.
- PN-Z-04111-02:1989 – Norma wycofana. Ochrona czystości powietrza -- Badania mikrobiologiczne -- Oznaczanie liczby bakterii w powietrzu atmosferycznym (emisja) przy pobieraniu próbek metodą aspiracyjną i sedymentacyjną.
- PN-Z-04111-03:1989 – Norma wycofana Ochrona czystości powietrza -- Badania mikrobiologiczne -- Oznaczanie liczby grzybów mikroskopowych w powietrzu atmosferycznym (emisja) przy pobieraniu próbek metodą aspiracyjną i sedymentacyjną



- Polańczyk, A., Salamonowicz, Z., Dmochowska, A., Makowski, R. (2018). Numerical modeling of dispersion process for different density of gas mixture – 2d and 3d numerical approach. *Zeszyty naukowe SGSP*, 66, 25-37.
- Ropek, D., Frączek, K. (2016). Mikrobiologiczna jakość powietrza w obiektach inwentarskich gospodarstw rolnych. *Medycyna Środowiskowa*, 19, 16-22.
- Rospars, J.P. (2013). Interactions od odorants with olfaktory receptors and other preprocessing mechanisms. How complex and difficult to predict? *Chemical senses*, 38, 283-287.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (D.U. z 2010 r., Nr 16, poz. 87).
- Scire, J.S., Yamartino, R.J., Fernau, M.E. (2000). *A user's guide for the CALMET meteorological model*. Eartch Tech, Concord, MA.
- Sheridan, B.A., Hayes, E.T., Curran, T.P., Dodd, V.A. (2004). A dispersion modelling approach to determining the odour impact of intensive pig production units in Ireland. *Bioresource Technology*, 91, 145-152.
- Sivret, E.C., Wang, B., Parcsi, G., Stuetz, R.M. (2016). Prioritization of odorants emitted from sewers using odour activity values. *Water Research*, 88, 308-321.
- Szynkowska, I., Zwoździak, J. (2010). *Współczesna problematyka odorów*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowo-Techniczne.
- Trabue, S.L., Anhalt, J.C., Zahn, J.A. (2006). Bias of Tedlar Bags in the Measurement of Agricultural Odorants. *J. of Environmental Quality*, 35, 1668-1677.
- Wenjing, L., Zhenhan, D., Dong, L., Jimenez, L.M.C., Yanjun, L., Hanwen, G., Hongtao, W. (2015). Characterization of odor emission on the working face of landfill and establishing of odorous compounds index. *Waste Management*, 42, 74-81.
- Yan, H., Zhang, L., Guo, Z., Zhang, H., Liu, J. (2019). Production Phase Affects the Bioaerosol Microbial Composition and Functional Potential in Swine Confinement Buildings. *Animals*, 9(9), 90.
- Zwoździak, J., Dziewa M., Szałata Ł., Kwiecińska, K., Cuske, M., Piechocka, A., Bartosik, M. (2016). *Lista substancji i związków chemicznych odpowiedzialnych za oddziaływanie zapachowe*. Warszawa: Narodowy Fundusz ochrony środowiska i Gospodarki Wodnej.

## Załącznik 1

## Obliczenie emisji

próba	Nazwa źródła	Kod emitora	Przepływ gazów, m <sup>3</sup> /h	Stężenie mikroorganizmów [j.t.k./m <sup>3</sup> ]				Wskaźnik emisji odorów, $E_{OU_e}$	Emisja odorów	Emisja mikrobiologii
				bakterie psychrofilne	bakterie mezofilne	promieniowce	gronkowce mannitolododatnie	mg/m <sup>3</sup>	kg/h	kg/h
P5	budynek B1	E1	15308,3	15147	8733	193	3193	215,0	3,3	0,42
		E2	15308,3	15147	8733	193	3193		3,3	0,42
		E3	15308,3	15147	8733	193	3193		3,3	0,42
		E4	15308,3	15147	8733	193	3193		3,3	0,42
		E5	34443,7	15147	8733	193	3193		7,4	0,94
		E6	34443,7	15147	8733	193	3193		7,4	0,94
	budynek B2	E7	15308,3	15147	8733	193	3193		3,3	0,42
		E8	15308,3	15147	8733	193	3193		3,3	0,42
		E9	15308,3	15147	8733	193	3193		3,3	0,42
		E10	15308,3	15147	8733	193	3193		3,3	0,42
		E11	34443,7	15147	8733	193	3193		7,4	0,94
		E12	34443,7	15147	8733	193	3193		7,4	0,94
	Budynek B3	E13	15308,3	15147	8733	193	3193		3,3	0,42
		E14	15308,3	15147	8733	193	3193		3,3	0,42
		E15	15308,3	15147	8733	193	3193		3,3	0,42
		E16	15308,3	15147	8733	193	3193		3,3	0,42
		E17	34443,7	15147	8733	193	3193		7,4	0,94
		E18	34443,7	15147	8733	193	3193		7,4	0,94
P4	Budynek B4	E19	5501,4	7090	2513	479	5120	252,2	1,4	0,08
		E20	5501,4	7090	2513	479	5120		1,4	0,08
		E21	5501,4	7090	2513	479	5120		1,4	0,08
		E22	5501,4	7090	2513	479	5120		1,4	0,08
		E23	5501,4	7090	2513	479	5120		1,4	0,08
		E24	5501,4	7090	2513	479	5120		1,4	0,08
	Budynek B5	E25	5501,4	7090	2513	479	5120		1,4	0,08
		E26	5501,4	7090	2513	479	5120		1,4	0,08
		E27	5501,4	7090	2513	479	5120		1,4	0,08
		E28	12378,2	7090	2513	479	5120		3,1	0,19

<b>P3</b>	<b>Budynek B6</b>	E29	18417,8	19020	12480	570	5120	83,0	1,5	0,68
		E30	18417,8	19020	12480	570	5120		1,5	0,68
		E31	18417,8	19020	12480	570	5120		1,5	0,68
		E32	41440,1	19020	12480	570	5120		3,4	1,54
	<b>Budynek B7</b>	E33	18417,8	19020	12480	570	5120		1,5	0,68
		E34	18417,8	19020	12480	570	5120		1,5	0,68
		E35	18417,8	19020	12480	570	5120		1,5	0,68
		E36	41440,1	19020	12480	570	5120		3,4	1,54
	<b>Budynek B8</b>	E37	18417,8	19020	12480	570	5120		1,5	0,68
		E38	18417,8	19020	12480	570	5120		1,5	0,68
		E39	18417,8	19020	12480	570	5120		1,5	0,68
		E40	41440,1	19020	12480	570	5120		3,4	1,54
	<b>Budynek B9</b>	E41	18417,8	19020	12480	570	5120		1,5	0,68
		E42	18417,8	19020	12480	570	5120		1,5	0,68
		E43	18417,8	19020	12480	570	5120		1,5	0,68
		E44	41440,1	19020	12480	570	5120		3,4	1,54
	<b>Budynek B10</b>	E45	8636,6	19020	12480	570	5120		0,7	0,32
		E46	8636,6	19020	12480	570	5120		0,7	0,32
		E47	8636,6	19020	12480	570	5120		0,7	0,32
	<b>Budynek B11</b>	E48	8636,6	19020	12480	570	5120		0,7	0,32
		E49	8636,6	19020	12480	570	5120		0,7	0,32
<b>Budynek B12/C8</b>	E50	18417,8	19020	12480	570	5120	1,5	0,68		
	E51	18417,8	19020	12480	570	5120	1,5	0,68		
	E52	41440,1	19020	12480	570	5120	3,4	1,54		
<b>Budynek B12/C9</b>	E53	18417,8	19020	12480	570	5120	1,5	0,68		
	E54	18417,8	19020	12480	570	5120	1,5	0,68		
	E55	41440,1	19020	12480	570	5120	3,4	1,54		
<b>Budynek B13/C10</b>	E56	18417,8	19020	12480	570	5120	1,5	0,68		
	E57	18417,8	19020	12480	570	5120	1,5	0,68		
	E58	41440,1	19020	12480	570	5120	3,4	1,54		
<b>Budynek B13/C11</b>	E59	18417,8	19020	12480	570	5120	1,5	0,68		
	E60	18417,8	19020	12480	570	5120	1,5	0,68		
	E61	41440,1	19020	12480	570	5120	3,4	1,54		
		E62	4305,5	4873	1850	83	3880	106,1	0,5	0,05

<b>P2</b>	<b>Budynek B14</b>	E63	4305,5	4873	1850	83	3880	161,1	0,5	0,05
		E64	4305,5	4873	1850	83	3880		0,5	0,05
		E65	4305,5	4873	1850	83	3880		0,5	0,05
	<b>Budynek B15</b>	E66	4305,5	4873	1850	83	3880		0,5	0,05
		E67	4305,5	4873	1850	83	3880		0,5	0,05
		E68	4305,5	4873	1850	83	3880		0,5	0,05
		E69	4305,5	4873	1850	83	3880		0,5	0,05
	<b>Budynek B16</b>	E70	4305,5	4873	1850	83	3880		0,5	0,05
		E71	4305,5	4873	1850	83	3880		0,5	0,05
		E72	4305,5	4873	1850	83	3880		0,5	0,05
		E73	4305,5	4873	1850	83	3880		0,5	0,05
	<b>Budynek B17</b>	E74	4305,5	4873	1850	83	3880		0,5	0,05
		E75	4305,5	4873	1850	83	3880		0,5	0,05
		E76	4305,5	4873	1850	83	3880		0,5	0,05
		E77	4305,5	4873	1850	83	3880		0,5	0,05
	<b>Budynek B18</b>	E78	4305,5	4873	1850	83	3880		0,5	0,05
		E79	4305,5	4873	1850	83	3880		0,5	0,05
		E80	4305,5	4873	1850	83	3880		0,5	0,05
E81		4305,5	4873	1850	83	3880	0,5	0,05		
<b>P1</b>	<b>Budynek B19</b>	E82	18896,2	7	18300	137	9270	3,0	0,52	
		E83	18896,2	7	18300	137	9270	3,0	0,52	
		E84	18896,2	7	18300	137	9270	3,0	0,52	
		E85	18896,2	7	18300	137	9270	3,0	0,52	
		E86	18896,2	7	18300	137	9270	3,0	0,52	
		E87	18896,2	7	18300	137	9270	3,0	0,52	
		E88	18896,2	7	18300	137	9270	3,0	0,52	
		E89	18896,2	7	18300	137	9270	3,0	0,52	
		E90	18896,2	7	18300	137	9270	3,0	0,52	
	<b>Budynek B20</b>	E91	18896,2	7	18300	137	9270	3,0	0,52	
		E92	18896,2	7	18300	137	9270	3,0	0,52	
		E93	18896,2	7	18300	137	9270	3,0	0,52	
		E94	18896,2	7	18300	137	9270	3,0	0,52	
		E95	18896,2	7	18300	137	9270	3,0	0,52	
		E96	18896,2	7	18300	137	9270	3,0	0,52	
		E97	18896,2	7	18300	137	9270	3,0	0,52	

		E98	18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
		E99	18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
	<b>Budynek B21</b>	E100	18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
		E101	18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
		E102	18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
		E103	18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
		E104	18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
		E105	18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
		E106	18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
		E107	18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
		E108	18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
		<b>Budynek B22</b>	E109	18896,2	7	18300	137	9270		3,0
	E110		18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
	E111		18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
	E112		18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
	E113		18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
	E114		18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
	E115		18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
	E116		18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
	E117		18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
	<b>Budynek B23</b>	E118	18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
		E119	18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
		E120	18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
		E121	18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
		E122	18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
		E123	18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
		E124	18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
		E125	18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
		E126	18896,2	7	18300	137	9270		3,0	0,52
	<b>Budynek B24</b>	E127	8861,0	7	18300	137	9270		1,4	0,25
		E128	8861,0	7	18300	137	9270		1,4	0,25
		E129	8861,0	7	18300	137	9270		1,4	0,25

## Załącznik 2

## Parametry emitatorów i emisja do atmosfery

Symbol	Nazwa emitora	Wysokość m	Przekrój m	Prędkość gazów m/s	Temper. gazów K	Xe m	Ye m	Nazwa zanieczyszczenia	Emisja maks. kg/h	Emisja roczna Mg/rok	Emisja średnioroczna kg/h
E-1	budynek B1	6	0,92	6,4	290	1457,1	1047	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3,3 0,42 0,0231 0,2024	10,84 1,38 0,0759 0,665	1,238 0,1575 0,00866 0,0759
E-2	budynek B1	6	0,92	6,4	290	1457,1	1030,5	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3,3 0,42 0,0231 0,2024	10,84 1,38 0,0759 0,665	1,238 0,1575 0,00866 0,0759
E-3	budynek B1	6	0,92	6,4	290	1457,1	1015,5	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3,3 0,42 0,0231 0,2024	10,84 1,38 0,0759 0,665	1,238 0,1575 0,00866 0,0759
E-4	budynek B1	6	0,92	6,4	290	1457,1	1001,9	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3,3 0,42 0,0231 0,2024	10,84 1,38 0,0759 0,665	1,238 0,1575 0,00866 0,0759
E-5	budynek B1	6	1,38	6,4	290	1457,1	988,4	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	7,4 0,94 0,0517 0,453	21,61 2,745 0,151 1,323	2,467 0,3133 0,01723 0,151
E-6	budynek B1	6	1,38	6,4	290	1457,1	973,4	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	7,4 0,94 0,0517 0,453	21,61 2,745 0,151 1,323	2,467 0,3133 0,01723 0,151
E-7	budynek B2	6	0,92	6,4	290	1424,1	1050	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3,3 0,42 0,0231 0,2024	10,84 1,38 0,0759 0,665	1,238 0,1575 0,00866 0,0759



E-8	budynek B2	6	0,92	6,4	290	1424,1	1036,5	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3,3 0,42 0,0231 0,2024	10,84 1,38 0,0759 0,665	1,238 0,1575 0,00866 0,0759
E-9	budynek B2	6	0,92	6,4	290	1424,1	1020	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3,3 0,42 0,0231 0,2024	10,84 1,38 0,0759 0,665	1,238 0,1575 0,00866 0,0759
E-10	budynek B2	6	0,92	6,4	290	1424,1	1005	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3,3 0,42 0,0231 0,2024	10,84 1,38 0,0759 0,665	1,238 0,1575 0,00866 0,0759
E-11	budynek B2	6	1,38	6,4	290	1422,6	989,9	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	7,4 0,94 0,0517 0,453	21,61 2,745 0,151 1,323	2,467 0,3133 0,01723 0,151
E-12	budynek B2	6	1,38	6,4	290	1422,6	973,4	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	7,4 0,94 0,0517 0,453	21,61 2,745 0,151 1,323	2,467 0,3133 0,01723 0,151
E-13	budynek B3	6	0,92	6,4	290	1389,5	1051,5	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3,3 0,42 0,0231 0,2024	10,84 1,38 0,0759 0,665	1,238 0,1575 0,00866 0,0759
E-14	budynek B3	6	0,92	6,4	290	1389,5	1036,5	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3,3 0,42 0,0231 0,2024	10,84 1,38 0,0759 0,665	1,238 0,1575 0,00866 0,0759
E-15	budynek B3	6	0,92	6,4	290	1389,5	1021,5	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3,3 0,42 0,0231 0,2024	10,84 1,38 0,0759 0,665	1,238 0,1575 0,00866 0,0759

E-16	budynek B3	6	0,92	6,4	290	1389,5	1005	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3,3 0,42 0,0231 0,2024	10,84 1,38 0,0759 0,665	1,238 0,1575 0,00866 0,0759
E-17	budynek B3	6	1,38	6,4	290	1389,5	991,4	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	7,4 0,94 0,0517 0,453	21,61 2,745 0,151 1,323	2,467 0,3133 0,01723 0,151
E-18	budynek B3	6	1,38	6,4	290	1389,5	974,9	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	7,4 0,94 0,0517 0,453	21,61 2,745 0,151 1,323	2,467 0,3133 0,01723 0,151
E-19	budynek B4	6	0,92	2,3	292	1345,9	1057,5	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	1,4 0,08 0,0044 0,0386	4,6 0,2628 0,01445 0,1267	0,525 0,03 0,00165 0,01446
E-20	budynek B4	6	0,92	2,3	292	1345,9	1045,5	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	1,4 0,08 0,0044 0,0386	4,6 0,2628 0,01445 0,1267	0,525 0,03 0,00165 0,01446
E-21	budynek B4	6	0,92	2,3	292	1345,9	1036,5	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	1,4 0,08 0,0044 0,0386	4,6 0,2628 0,01445 0,1267	0,525 0,03 0,00165 0,01446
E-22	budynek B4	6	0,92	2,3	292	1345,9	1024,5	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	1,4 0,08 0,0044 0,0386	4,6 0,2628 0,01445 0,1267	0,525 0,03 0,00165 0,01446
E-23	budynek B4	6	0,92	2,3	292	1345,9	1014	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	1,4 0,08 0,0044 0,0386	4,6 0,2628 0,01445 0,1267	0,525 0,03 0,00165 0,01446

E-24	budynek B4	6	0,92	2,3	292	1345,9	1001,9	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 $\mu\text{m}$ -w tym pył do 10 $\mu\text{m}$	1,4 0,08 0,0044 0,0386	4,6 0,2628 0,01445 0,1267	0,525 0,03 0,00165 0,01446
E-25	budynek B5	6	0,92	2,3	292	1314,4	1056	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 $\mu\text{m}$ -w tym pył do 10 $\mu\text{m}$	1,4 0,08 0,0044 0,0386	4,6 0,2628 0,01445 0,1267	0,525 0,03 0,00165 0,01446
E-26	budynek B5	6	0,92	2,3	292	1314,4	1045,5	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 $\mu\text{m}$ -w tym pył do 10 $\mu\text{m}$	1,4 0,08 0,0044 0,0386	4,6 0,2628 0,01445 0,1267	0,525 0,03 0,00165 0,01446
E-27	budynek B5	6	0,92	2,3	292	1314,4	1032	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 $\mu\text{m}$ -w tym pył do 10 $\mu\text{m}$	1,4 0,08 0,0044 0,0386	4,6 0,2628 0,01445 0,1267	0,525 0,03 0,00165 0,01446
E-28	budynek B5	6	1,38	2,3	292	1314,4	1018,5	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 $\mu\text{m}$ -w tym pył do 10 $\mu\text{m}$	3,1 0,19 0,01045 0,0916	9,05 0,555 0,03051 0,2674	1,033 0,0633 0,00348 0,03053
E-29	budynek B6	6	0,92	7,7	291	1285,9	1056	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 $\mu\text{m}$ -w tym pył do 10 $\mu\text{m}$	1,5 0,68 0,0374 0,328	4,93 2,234 0,1229 1,077	0,563 0,255 0,01402 0,1229
E-30	budynek B6	6	0,92	7,7	291	1285,9	1042,5	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 $\mu\text{m}$ -w tym pył do 10 $\mu\text{m}$	1,5 0,68 0,0374 0,328	4,93 2,234 0,1229 1,077	0,563 0,255 0,01402 0,1229
E-31	budynek B6	6	0,92	7,7	291	1285,9	1029	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 $\mu\text{m}$ -w tym pył do 10 $\mu\text{m}$	1,5 0,68 0,0374 0,328	4,93 2,234 0,1229 1,077	0,563 0,255 0,01402 0,1229

E-32	budynek B6	6	1,38	7,7	291	1285,9	1017	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3,4 1,54 0,0847 0,742	9,93 4,5 0,2473 2,167	1,133 0,513 0,02823 0,2474
E-33	budynek B7	6	0,92	7,7	291	1257,3	1057,5	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	1,5 0,68 0,0374 0,328	4,93 2,234 0,1229 1,077	0,563 0,255 0,01402 0,1229
E-34	budynek B7	6	0,92	7,7	291	1257,3	1044	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	1,5 0,68 0,0374 0,328	4,93 2,234 0,1229 1,077	0,563 0,255 0,01402 0,1229
E-35	budynek B7	6	0,92	7,7	291	1257,3	1030,5	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	1,5 0,68 0,0374 0,328	4,93 2,234 0,1229 1,077	0,563 0,255 0,01402 0,1229
E-36	budynek B7	6	1,38	7,7	291	1257,3	1017	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3,4 1,54 0,0847 0,742	9,93 4,5 0,2473 2,167	1,133 0,513 0,02823 0,2474
E-37	budynek B8	6	0,92	7,7	291	1228,8	1057,5	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	1,5 0,68 0,0374 0,328	4,93 2,234 0,1229 1,077	0,563 0,255 0,01402 0,1229
E-38	budynek B8	6	0,92	7,7	291	1228,8	1044	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	1,5 0,68 0,0374 0,328	4,93 2,234 0,1229 1,077	0,563 0,255 0,01402 0,1229
E-39	budynek B8	6	0,92	7,7	291	1228,8	1030,5	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	1,5 0,68 0,0374 0,328	4,93 2,234 0,1229 1,077	0,563 0,255 0,01402 0,1229

E-40	budynek B8	6	1,38	7,7	291	1228,8	1015,5	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3,4 1,54 0,0847 0,742	9,93 4,5 0,2473 2,167	1,133 0,513 0,02823 0,2474
E-41	budynek B9	6	0,92	7,7	291	1200,2	1057,5	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	1,5 0,68 0,0374 0,328	4,93 2,234 0,1229 1,077	0,563 0,255 0,01402 0,1229
E-42	budynek B9	6	0,92	7,7	291	1200,2	1044	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	1,5 0,68 0,0374 0,328	4,93 2,234 0,1229 1,077	0,563 0,255 0,01402 0,1229
E-43	budynek B9	6	0,92	7,7	291	1200,2	1030,5	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	1,5 0,68 0,0374 0,328	4,93 2,234 0,1229 1,077	0,563 0,255 0,01402 0,1229
E-44	budynek B9	6	1,38	7,7	291	1200,2	1014	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3,4 1,54 0,0847 0,742	9,93 4,5 0,2473 2,167	1,133 0,513 0,02823 0,2474
E-45	budynek B10	6	0,63	7,7	291	1173,2	1056	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	0,7 0,32 0,0176 0,1542	2,3 1,051 0,0578 0,507	0,2625 0,12 0,0066 0,0578
E-46	budynek B10	6	0,63	7,7	291	1173,2	1042,5	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	0,7 0,32 0,0176 0,1542	2,3 1,051 0,0578 0,507	0,2625 0,12 0,0066 0,0578
E-47	budynek B10	6	0,63	7,7	291	1173,2	1027,5	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	0,7 0,32 0,0176 0,1542	2,3 1,051 0,0578 0,507	0,2625 0,12 0,0066 0,0578

E-48	budynek B11	6	0,63	7,7	291	1252,8	1099,6	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	0,7 0,32 0,0176 0,1542	2,3 1,051 0,0578 0,507	0,2625 0,12 0,0066 0,0578
E-49	budynek B11	6	0,63	7,7	291	1236,3	1099,6	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	0,7 0,32 0,0176 0,1542	2,3 1,051 0,0578 0,507	0,2625 0,12 0,0066 0,0578
E-50	budynek B12	6	0,92	7,7	291	1260,3	1134,1	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	1,5 0,68 0,0374 0,328	4,93 2,234 0,1229 1,077	0,563 0,255 0,01402 0,1229
E-51	budynek B12	6	0,92	7,7	291	1243,8	1134,1	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	1,5 0,68 0,0374 0,328	4,93 2,234 0,1229 1,077	0,563 0,255 0,01402 0,1229
E-52	budynek B12	6	1,38	7,7	291	1228,8	1134,1	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3,4 1,54 0,0847 0,742	9,93 4,5 0,2473 2,167	1,133 0,513 0,02823 0,2474
E-53	budynek B12	6	0,92	7,7	291	1212,2	1134,1	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	1,5 0,68 0,0374 0,328	4,93 2,234 0,1229 1,077	0,563 0,255 0,01402 0,1229
E-54	budynek B12	6	0,92	7,7	291	1195,7	1134,1	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	1,5 0,68 0,0374 0,328	4,93 2,234 0,1229 1,077	0,563 0,255 0,01402 0,1229
E-55	budynek B12	6	1,38	7,7	291	1179,2	1134,1	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3,4 1,54 0,0847 0,742	9,93 4,5 0,2473 2,167	1,133 0,513 0,02823 0,2474



E-56	budynek B13	6	0,92	7,7	291	1264,8	1158,2	odory	1,5	4,93	0,563
								pył ogółem	0,68	2,234	0,255
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0374	0,1229	0,01402
								-w tym pył do 10 µm	0,328	1,077	0,1229
E-57	budynek B13	6	0,92	7,7	291	1248,3	1162,7	odory	1,5	4,93	0,563
								pył ogółem	0,68	2,234	0,255
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0374	0,1229	0,01402
								-w tym pył do 10 µm	0,328	1,077	0,1229
E-58	budynek B13	6	1,38	7,7	291	1233,3	1167,2	odory	3,4	9,93	1,133
								pył ogółem	1,54	4,5	0,513
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0847	0,2473	0,02823
								-w tym pył do 10 µm	0,742	2,167	0,2474
E-59	budynek B13	6	0,92	7,7	291	1218,3	1171,7	odory	1,5	4,93	0,563
								pył ogółem	0,68	2,234	0,255
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0374	0,1229	0,01402
								-w tym pył do 10 µm	0,328	1,077	0,1229
E-60	budynek B13	6	0,92	7,7	291	1201,7	1177,7	odory	1,5	4,93	0,563
								pył ogółem	0,68	2,234	0,255
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0374	0,1229	0,01402
								-w tym pył do 10 µm	0,328	1,077	0,1229
E-61	budynek B13	6	1,38	7,7	291	1186,7	1182,2	odory	3,4	9,93	1,133
								pył ogółem	1,54	4,5	0,513
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0847	0,2473	0,02823
								-w tym pył do 10 µm	0,742	2,167	0,2474
E-62	budynek B14	6	0,92	1,8	293	1269,3	1185,2	odory	0,5	1,643	0,1875
								pył ogółem	0,05	0,1643	0,01875
								-w tym pył do 2,5 µm	0,00275	0,00903	0,001031
								-w tym pył do 10 µm	0,0241	0,0792	0,00904
E-63	budynek B14	6	0,92	1,8	293	1249,8	1197,2	odory	0,5	1,643	0,1875
								pył ogółem	0,05	0,1643	0,01875
								-w tym pył do 2,5 µm	0,00275	0,00903	0,001031
								-w tym pył do 10 µm	0,0241	0,0792	0,00904

E-64	budynek B14	6	0,92	1,8	293	1230,3	1210,7	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	0,5 0,05 0,00275 0,0241	1,643 0,1643 0,00903 0,0792	0,1875 0,01875 0,001031 0,00904
E-65	budynek B14	6	0,92	1,8	293	1210,7	1224,3	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	0,5 0,05 0,00275 0,0241	1,643 0,1643 0,00903 0,0792	0,1875 0,01875 0,001031 0,00904
E-66	budynek B15	6	0,92	1,8	293	1288,9	1203,2	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	0,5 0,05 0,00275 0,0241	1,643 0,1643 0,00903 0,0792	0,1875 0,01875 0,001031 0,00904
E-67	budynek B15	6	0,92	1,8	293	1272,3	1222,8	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	0,5 0,05 0,00275 0,0241	1,643 0,1643 0,00903 0,0792	0,1875 0,01875 0,001031 0,00904
E-68	budynek B15	6	0,92	1,8	293	1254,3	1243,8	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	0,5 0,05 0,00275 0,0241	1,643 0,1643 0,00903 0,0792	0,1875 0,01875 0,001031 0,00904
E-69	budynek B15	6	0,92	1,8	293	1236,3	1266,3	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	0,5 0,05 0,00275 0,0241	1,643 0,1643 0,00903 0,0792	0,1875 0,01875 0,001031 0,00904
E-70	budynek B16	6	0,92	1,8	293	1311,4	1218,3	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	0,5 0,05 0,00275 0,0241	1,643 0,1643 0,00903 0,0792	0,1875 0,01875 0,001031 0,00904
E-71	budynek B16	6	0,92	1,8	293	1302,4	1239,3	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	0,5 0,05 0,00275 0,0241	1,643 0,1643 0,00903 0,0792	0,1875 0,01875 0,001031 0,00904

E-72	budynek B16	6	0,92	1,8	293	1293,4	1263,3	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	0,5 0,05 0,00275 0,0241	1,643 0,1643 0,00903 0,0792	0,1875 0,01875 0,001031 0,00904
E-73	budynek B16	6	0,92	1,8	293	1281,3	1285,9	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	0,5 0,05 0,00275 0,0241	1,643 0,1643 0,00903 0,0792	0,1875 0,01875 0,001031 0,00904
E-74	budynek B17	6	0,92	1,8	293	1338,4	1224,3	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	0,5 0,05 0,00275 0,0241	1,643 0,1643 0,00903 0,0792	0,1875 0,01875 0,001031 0,00904
E-75	budynek B17	6	0,92	1,8	293	1335,4	1246,8	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	0,5 0,05 0,00275 0,0241	1,643 0,1643 0,00903 0,0792	0,1875 0,01875 0,001031 0,00904
E-76	budynek B17	6	0,92	1,8	293	1332,4	1269,3	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	0,5 0,05 0,00275 0,0241	1,643 0,1643 0,00903 0,0792	0,1875 0,01875 0,001031 0,00904
E-77	budynek B17	6	0,92	1,8	293	1329,4	1293,4	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	0,5 0,05 0,00275 0,0241	1,643 0,1643 0,00903 0,0792	0,1875 0,01875 0,001031 0,00904
E-78	budynek B18	6	0,92	1,8	293	1368,5	1224,3	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	0,5 0,05 0,00275 0,0241	1,643 0,1643 0,00903 0,0792	0,1875 0,01875 0,001031 0,00904
E-79	budynek B18	6	0,92	1,8	293	1371,5	1246,8	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	0,5 0,05 0,00275 0,0241	1,643 0,1643 0,00903 0,0792	0,1875 0,01875 0,001031 0,00904

E-80	budynek B18	6	0,92	1,8	293	1374,5	1269,3	odory	0,5	1,643	0,1875
								pył ogółem	0,05	0,1643	0,01875
								-w tym pył do 2,5 µm	0,00275	0,00903	0,001031
								-w tym pył do 10 µm	0,0241	0,0792	0,00904
E-81	budynek B18	6	0,92	1,8	293	1379	1293,4	odory	0,5	1,643	0,1875
								pył ogółem	0,05	0,1643	0,01875
								-w tym pył do 2,5 µm	0,00275	0,00903	0,001031
								-w tym pył do 10 µm	0,0241	0,0792	0,00904
E-82	budynek B19	6	0,92	7,9	295	1389,5	1212,2	odory	3	9,86	1,125
								pył ogółem	0,52	1,708	0,195
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0286	0,094	0,01072
								-w tym pył do 10 µm	0,2506	0,823	0,094
E-83	budynek B19	6	0,92	7,9	295	1397	1225,8	odory	3	9,86	1,125
								pył ogółem	0,52	1,708	0,195
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0286	0,094	0,01072
								-w tym pył do 10 µm	0,2506	0,823	0,094
E-84	budynek B19	6	0,92	7,9	295	1404,5	1239,3	odory	3	9,86	1,125
								pył ogółem	0,52	1,708	0,195
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0286	0,094	0,01072
								-w tym pył do 10 µm	0,2506	0,823	0,094
E-85	budynek B19	6	0,92	7,9	295	1410,5	1249,8	odory	3	9,86	1,125
								pył ogółem	0,52	1,708	0,195
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0286	0,094	0,01072
								-w tym pył do 10 µm	0,2506	0,823	0,094
E-86	budynek B19	6	0,92	7,9	295	1416,5	1261,8	odory	3	9,86	1,125
								pył ogółem	0,52	1,708	0,195
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0286	0,094	0,01072
								-w tym pył do 10 µm	0,2506	0,823	0,094
E-87	budynek B19	6	0,92	7,9	295	1421,1	1272,3	odory	3	9,86	1,125
								pył ogółem	0,52	1,708	0,195
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0286	0,094	0,01072
								-w tym pył do 10 µm	0,2506	0,823	0,094

E-88	budynek B19	6	0,92	7,9	295	1427,1	1284,4	odory	3	9,86	1,125
								pył ogółem	0,52	1,708	0,195
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0286	0,094	0,01072
								-w tym pył do 10 µm	0,2506	0,823	0,094
E-89	budynek B19	6	0,92	7,9	295	1433,1	1297,9	odory	3	9,86	1,125
								pył ogółem	0,52	1,708	0,195
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0286	0,094	0,01072
								-w tym pył do 10 µm	0,2506	0,823	0,094
E-90	budynek B19	6	0,92	7,9	295	1437,6	1308,4	odory	3	9,86	1,125
								pył ogółem	0,52	1,708	0,195
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0286	0,094	0,01072
								-w tym pył do 10 µm	0,2506	0,823	0,094
E-91	budynek B20	6	0,92	7,9	295	1409	1192,7	odory	3	9,86	1,125
								pył ogółem	0,52	1,708	0,195
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0286	0,094	0,01072
								-w tym pył do 10 µm	0,2506	0,823	0,094
E-92	budynek B20	6	0,92	7,9	295	1415	1201,7	odory	3	9,86	1,125
								pył ogółem	0,52	1,708	0,195
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0286	0,094	0,01072
								-w tym pył do 10 µm	0,2506	0,823	0,094
E-93	budynek B20	6	0,92	7,9	295	1424,1	1210,7	odory	3	9,86	1,125
								pył ogółem	0,52	1,708	0,195
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0286	0,094	0,01072
								-w tym pył do 10 µm	0,2506	0,823	0,094
E-94	budynek B20	6	0,92	7,9	295	1433,1	1218,3	odory	3	9,86	1,125
								pył ogółem	0,52	1,708	0,195
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0286	0,094	0,01072
								-w tym pył do 10 µm	0,2506	0,823	0,094
E-95	budynek B20	6	0,92	7,9	295	1442,1	1225,8	odory	3	9,86	1,125
								pył ogółem	0,52	1,708	0,195
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0286	0,094	0,01072
								-w tym pył do 10 µm	0,2506	0,823	0,094

E-96	budynek B20	6	0,92	7,9	295	1448,1	1233,3	odory	3	9,86	1,125
								pył ogółem	0,52	1,708	0,195
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0286	0,094	0,01072
								-w tym pył do 10 µm	0,2506	0,823	0,094
E-97	budynek B20	6	0,92	7,9	295	1458,6	1242,3	odory	3	9,86	1,125
								pył ogółem	0,52	1,708	0,195
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0286	0,094	0,01072
								-w tym pył do 10 µm	0,2506	0,823	0,094
E-98	budynek B20	6	0,92	7,9	295	1466,1	1252,8	odory	3	9,86	1,125
								pył ogółem	0,52	1,708	0,195
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0286	0,094	0,01072
								-w tym pył do 10 µm	0,2506	0,823	0,094
E-99	budynek B20	6	0,92	7,9	295	1475,1	1264,8	odory	3	9,86	1,125
								pył ogółem	0,52	1,708	0,195
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0286	0,094	0,01072
								-w tym pył do 10 µm	0,2506	0,823	0,094
E-100	budynek B21	6	0,92	7,9	295	1425,6	1173,2	odory	3	9,86	1,125
								pył ogółem	0,52	1,708	0,195
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0286	0,094	0,01072
								-w tym pył do 10 µm	0,2506	0,823	0,094
E-101	budynek B21	6	0,92	7,9	295	1437,6	1182,2	odory	3	9,86	1,125
								pył ogółem	0,52	1,708	0,195
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0286	0,094	0,01072
								-w tym pył do 10 µm	0,2506	0,823	0,094
E-102	budynek B21	6	0,92	7,9	295	1448,1	1189,7	odory	3	9,86	1,125
								pył ogółem	0,52	1,708	0,195
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0286	0,094	0,01072
								-w tym pył do 10 µm	0,2506	0,823	0,094
E-103	budynek B21	6	0,92	7,9	295	1458,6	1197,2	odory	3	9,86	1,125
								pył ogółem	0,52	1,708	0,195
								-w tym pył do 2,5 µm	0,0286	0,094	0,01072
								-w tym pył do 10 µm	0,2506	0,823	0,094



E-104	budynek B21	6	0,92	7,9	295	1472,1	1206,2	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3 0,52 0,0286 0,2506	9,86 1,708 0,094 0,823	1,125 0,195 0,01072 0,094
E-105	budynek B21	6	0,92	7,9	295	1482,6	1215,3	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3 0,52 0,0286 0,2506	9,86 1,708 0,094 0,823	1,125 0,195 0,01072 0,094
E-106	budynek B21	6	0,92	7,9	295	1493,2	1221,3	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3 0,52 0,0286 0,2506	9,86 1,708 0,094 0,823	1,125 0,195 0,01072 0,094
E-107	budynek B21	6	0,92	7,9	295	1505,2	1227,3	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3 0,52 0,0286 0,2506	9,86 1,708 0,094 0,823	1,125 0,195 0,01072 0,094
E-108	budynek B21	6	0,92	7,9	295	1514,2	1233,3	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3 0,52 0,0286 0,2506	9,86 1,708 0,094 0,823	1,125 0,195 0,01072 0,094
E-109	budynek B22	6	0,92	7,9	295	1433,1	1150,7	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3 0,52 0,0286 0,2506	9,86 1,708 0,094 0,823	1,125 0,195 0,01072 0,094
E-110	budynek B22	6	0,92	7,9	295	1445,1	1155,2	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3 0,52 0,0286 0,2506	9,86 1,708 0,094 0,823	1,125 0,195 0,01072 0,094
E-111	budynek B22	6	0,92	7,9	295	1457,1	1159,7	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3 0,52 0,0286 0,2506	9,86 1,708 0,094 0,823	1,125 0,195 0,01072 0,094

E-112	budynek B22	6	0,92	7,9	295	1467,6	1162,7	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3 0,52 0,0286 0,2506	9,86 1,708 0,094 0,823	1,125 0,195 0,01072 0,094
E-113	budynek B22	6	0,92	7,9	295	1478,1	1165,7	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3 0,52 0,0286 0,2506	9,86 1,708 0,094 0,823	1,125 0,195 0,01072 0,094
E-114	budynek B22	6	0,92	7,9	295	1488,6	1168,7	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3 0,52 0,0286 0,2506	9,86 1,708 0,094 0,823	1,125 0,195 0,01072 0,094
E-115	budynek B22	6	0,92	7,9	295	1499,2	1171,7	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3 0,52 0,0286 0,2506	9,86 1,708 0,094 0,823	1,125 0,195 0,01072 0,094
E-116	budynek B22	6	0,92	7,9	295	1511,2	1176,2	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3 0,52 0,0286 0,2506	9,86 1,708 0,094 0,823	1,125 0,195 0,01072 0,094
E-117	budynek B22	6	0,92	7,9	295	1523,2	1179,2	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3 0,52 0,0286 0,2506	9,86 1,708 0,094 0,823	1,125 0,195 0,01072 0,094
E-118	budynek B23	6	0,92	7,9	295	1436,1	1126,6	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3 0,52 0,0286 0,2506	9,86 1,708 0,094 0,823	1,125 0,195 0,01072 0,094
E-119	budynek B23	6	0,92	7,9	295	1446,6	1126,6	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3 0,52 0,0286 0,2506	9,86 1,708 0,094 0,823	1,125 0,195 0,01072 0,094

E-120	budynek B23	6	0,92	7,9	295	1457,1	1126,6	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3 0,52 0,0286 0,2506	9,86 1,708 0,094 0,823	1,125 0,195 0,01072 0,094
E-121	budynek B23	6	0,92	7,9	295	1467,6	1126,6	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3 0,52 0,0286 0,2506	9,86 1,708 0,094 0,823	1,125 0,195 0,01072 0,094
E-122	budynek B23	6	0,92	7,9	295	1478,1	1126,6	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3 0,52 0,0286 0,2506	9,86 1,708 0,094 0,823	1,125 0,195 0,01072 0,094
E-123	budynek B23	6	0,92	7,9	295	1490,2	1126,6	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3 0,52 0,0286 0,2506	9,86 1,708 0,094 0,823	1,125 0,195 0,01072 0,094
E-124	budynek B23	6	0,92	7,9	295	1502,2	1126,6	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3 0,52 0,0286 0,2506	9,86 1,708 0,094 0,823	1,125 0,195 0,01072 0,094
E-125	budynek B23	6	0,92	7,9	295	1515,7	1126,6	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3 0,52 0,0286 0,2506	9,86 1,708 0,094 0,823	1,125 0,195 0,01072 0,094
E-126	budynek B23	6	0,92	7,9	295	1530,7	1126,6	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	3 0,52 0,0286 0,2506	9,86 1,708 0,094 0,823	1,125 0,195 0,01072 0,094
E-127	budynek B24	6	0,63	7,9	295	1611,8	1255,8	odory pył ogółem -w tym pył do 2,5 µm -w tym pył do 10 µm	1,4 0,25 0,01375 0,1205	4,6 0,821 0,0452 0,396	0,525 0,0938 0,00516 0,0452

E-128 budynek B24	6	0,63	7,9	295	1611,8	1243,8	odory	1,4	4,6	0,525
							pył ogółem	0,25	0,821	0,0938
							-w tym pył do 2,5 $\mu\text{m}$	0,01375	0,0452	0,00516
							-w tym pył do 10 $\mu\text{m}$	0,1205	0,396	0,0452
E-129 budynek B24	6	0,63	7,9	295	1611,8	1231,8	odory	1,4	4,6	0,525
							pył ogółem	0,25	0,821	0,0938
							-w tym pył do 2,5 $\mu\text{m}$	0,01375	0,0452	0,00516
							-w tym pył do 10 $\mu\text{m}$	0,1205	0,396	0,0452