

# **Bezpieczne odległości od zabudowań dla przedsięwzięć, których funkcjonowanie wiąże się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej**



Ministerstwo  
Klimatu i Środowiska



Narodowy Fundusz  
Ochrony Środowiska  
i Gospodarki Wodnej

*Sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej na  
zamówienie Ministerstwa Klimatu i Środowiska*

Warszawa, październik 2020 r.

<b>Kierownik projektu</b>	<b>dr inż. Iwona Rackiewicz</b>	<b>ATMOTERM S.A.</b>
<b>Zespół autorski</b>	mgr inż. Elżbieta Płuska mgr inż. Tomasz Przybyła dr inż. Iwona Rackiewicz mgr inż. Marek Rosicki Thomas Schönfelder (BA) mgr inż. Ireneusz Sobecki	
	dr inż. Urszula Miller dr hab. inż. Izabela Sówka	



## Spis treści

Spis treści .....	1
Wykaz pojęć i skrótów użytych w opracowaniu .....	3
<b>1. Streszczenie.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Wprowadzenie .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Zakres ekspertyzy .....</b>	<b>7</b>
<b>4. Analiza przedsięwzięć, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej .....</b>	<b>8</b>
4.1. Identyfikacja przedsięwzięć, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej .....	8
4.1.1. Analiza krajowej produkcji, ze szczególnym uwzględnieniem eksportu .....	10
4.1.2. Analiza rodzajów działalności, dla których w dokumentach referencyjnych BREF/ konkluzjach BAT wskazuje się rozwiązania ograniczające emisje odorów .....	15
4.1.3. Analiza przedsięwzięć z rozporządzenia w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko .....	24
4.1.4. Zestawienie przedsięwzięć w ramach poszczególnych sektorów .....	26
<b>5. Wyznaczenie stref buforowych dla przedsięwzięć, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej.....</b>	<b>40</b>
5.1. Definicja strefy buforowej .....	40
5.2. Możliwe metody wyznaczania stref buforowych .....	41
<b>6. Wyznaczenie bezpiecznych (minimalnych) odległości od zabudowań dla przedsięwzięć, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej .....</b>	<b>41</b>
6.1. Definicja bezpiecznej (minimalnej) odległości.....	42
6.2. Możliwe metody wyznaczania bezpiecznych (minimalnych) odległości .....	42
6.2.1. Przegląd metod pomiarów i badań stosowanych w ocenie oddziaływania zapachowego.....	43
6.2.2. Badania terenowe.....	48
6.2.3. Modele empiryczne .....	51
6.2.4. Modelowanie matematyczne .....	58
6.3. Proponowana koncepcja wyznaczania bezpiecznych (minimalnych) odległości.....	68
<b>7. Oszacowanie, dla zaproponowanych odległości od zabudowań, obszaru na którym będzie istniała możliwość realizacji przedsięwzięć, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej.....</b>	<b>79</b>
<b>8. Oszacowanie, dla odległości od zabudowań mniejszych niż zaproponowane, obszaru na którym istnieją przedsięwzięcia, których funkcjonowanie wiąże się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej..</b>	<b>83</b>
<b>9. Niezbędne rozwiązania techniczne, prawne i finansowe w celu zmniejszenia uciążliwości zapachowej istniejących przedsięwzięć.....</b>	<b>88</b>
9.1. Rozwiązania techniczne.....	88
9.2. Rozwiązania prawne.....	95
9.2.1. Istniejące.....	95
9.2.2. Proponowane .....	99
9.3. Rozwiązania finansowe.....	100
9.3.1. Istniejące.....	100
9.3.2. Proponowane .....	103

<b>10. Oszacowanie skutków finansowych wdrożenia bezpiecznych odległości od zabudowań dla przedsięwzięć, których funkcjonowanie wiąże się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej .....</b>	<b>103</b>
<b>11. Wnioski i rekomendacje .....</b>	<b>105</b>
<b>12. Literatura .....</b>	<b>110</b>
<b>Spis tabel.....</b>	<b>113</b>
<b>Spis rysunków .....</b>	<b>114</b>

## Wykaz pojęć i skrótów użytych w opracowaniu

Skrót/pojęcie	Rozwinięcie
	<b>Ogólne</b>
BAT	<i>najlepsze dostępne techniki (ang. Best Available Techniques)</i>
Częstość występowania zapachu	<i>miara zapachowej jakości powietrza; prawdopodobieństwo przekroczenia odpowiednio progu wyczuwalności węchowej lub progu rozpoznania zapachu; może być określana na podstawie długoterminowych badań terenowych lub na podstawie modelowania</i>
Europejska jednostka zapachowa	<i>ilość odorantu(ów), która po odparowaniu do 1m<sup>3</sup> obojętnego gazu w warunkach standardowych wywołuje reakcję fizjologiczną zespołu oceniającego (próg wyczuwalności) równoważną reakcji wywołanej przez jednostkę masy europejskiego wzorca zapachu EROM odparowaną do 1m<sup>3</sup> obojętnego gazu w warunkach standardowych</i>
Intensywność zapachu	<i>siła wrażenia węchowego, zależna nieliniowo od stężenia odorantu(ów)</i>
Jakość hedoniczna zapachu	<i>cecha dotycząca pozytywnych lub negatywnych emocji, jakie wywołuje zapach</i>
Masa europejskiego wzorca zapachu	<i>przyjęta wartość odniesienia dla europejskiej jednostki zapachowej, równa określonej masie substancji wzorcowej; 1 EROM odpowiada 123ug n-butanolu (CAS 71-36-3); po odparowaniu do 1m<sup>3</sup> obojętnego gazu stężenie n-butanolu wynosi 0,040 umol/mol</i>
Odorant	<i>Substancja pobudzająca system węchowy człowieka w taki sposób, że odczuwa on zapach</i>
Odór	<i>nieprzyjemny zapach</i>
Olfaktometria dynamiczna	<i>olfaktometria z zastosowaniem olfaktometru dynamicznego</i>
Próg rozpoznania	<i>stężenie odorantu(ów), przy którym rodzaj jego zapachu jest możliwy do identyfikacji przez 50% zespołu oceniającego</i>
Próg wyczuwalności węchowej	<i>stężenie odorantu(ów), które powoduje wrażenie zapachu u 50% zespołu oceniającego</i>
Stężenie zapachowe	<i>liczba europejskich jednostek zapachowych w m<sup>3</sup> gazu w warunkach standardowych. Liczbowo równe wartości stopnia rozcieńczenia próbki czystym powietrzem, przy którym jest osiągnany zespołowy próg wyczuwalności</i>
Uciążliwość zapachowa	<i>stan dyskomfortu, odczuwanego przez człowieka w sferze psychicznej i fizycznej, powstającego w wyniku powtarzającego się w dłuższym przedziale czasu oddziaływania bodźców zapachowych na jego system węchowy</i>
Zapach	<i>cecha organoleptyczna spostrzegalna przez organ węchowy podczas wąchania niektórych lotnych substancji [ISO 5492]</i>
	<b>Oznaczenia i jednostki</b>
ou <sub>E</sub>	<i>European Odour Unit – europejska jednostka zapachowa; indeks E oznacza zgodność oznaczeń z normą PN-EN 13725</i>
C <sub>od</sub> [ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> ]	<i>stężenie zapachowe</i>
	<b>Dyrektywy, ustawy, normy</b>
ustawa – POŚ	<i>ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (tekst jednolity Dz. U. z 2020 r. poz. 1219 z późn. zm.)</i>
ustawa o odpadach	<i>ustawa o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 r. (Dz. U. z 2020 r. poz. 797 i 875)</i>
ustawa – Prawo wodne	<i>ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne (Dz. U. z 2020 r. poz. 310, z późn. zm.)</i>
ustawa OOŚ	<i>ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. z 2020 r. poz. 283, z późn. zm.)</i>
PN-EN 13725	<i>Jakość powietrza. Oznaczenia stężenia zapachowego metodą olfaktometrii dynamicznej, 2007</i>

## 1. STRESZCZENIE

Uciążliwość zapachowa jest dla człowieka stanem dyskomfortu, odczuwanego w sferze psychicznej i fizycznej, powstającego w wyniku powtarzającego się w dłuższym przedziale czasu oddziaływania bodźców zapachowych na jego system węchowy. Źródłem bodźców zapachowych mogą być zarówno procesy zachodzące naturalnie w przyrodzie, jak i związane z działalnością człowieka. Długotrwałe narażenie na oddziaływanie zapachów może wywoływać depresje, niepokój, bóle głowy, zmęczenie, nudności problemy oddechowe, czy alergie.

Wśród skarg na nieprzyjemne zapachy w Polsce, dominują skargi na obiekty hodowlane i składowiska odpadów, a także oczyszczalnie ścieków. Ze względu na złożoność natury zapachu i subiektywny charakter jego odczuwania przez człowieka, do tej pory nie udało się opracować na poziomie Unii Europejskiej jednolitego dla wszystkich państw członkowskich prawa w zakresie ograniczenia uciążliwości zapachowej.

W Polsce istnieją przepisy prawne, które odnoszą się do problematyki uciążliwości zapachowej. Został opracowany także *Kodeks przeciwdziałania uciążliwości zapachowej*, skierowany do organów administracji oraz przedsiębiorców. W 2019 r. rozpoczęto prace nad *projektem ustawy o minimalnej odległości dla planowanego przedsięwzięcia sektora rolnictwa, którego funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej*. Prace nad ww. projektem zostały wstrzymane do czasu przyjęcia niniejszej ekspertyzy.

W ramach ekspertyzy, będącej kontynuacją podejmowanych przez Ministerstwo Środowiska/obecnie Ministerstwo Klimatu i Środowiska, prac w zakresie uregulowania zagadnienia uciążliwości zapachowej w Polsce, zaproponowano metody wyznaczania bezpiecznych (minimalnych) odległości od zabudowań dla przedsięwzięć, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej.

Prace rozpoczęto od przeprowadzenia analizy przedsięwzięć, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej. W ramach tej analizy wyróżniono główne rodzaje działalności spełniających to kryterium. Wśród przedsięwzięć znalazły się aktywności w sektorze rolnym (chów i hodowla zwierząt gospodarskich) oraz komunalnym tj. obiekty gospodarki odpadami i oczyszczalnie ścieków, a ponadto takie działalności jak: przetwórstwo rolno-spożywcze (w tym m.in.: przetwórstwo odpadów zwierzęcych i ryb, cukrownie, produkcja olejów roślinnych), przemysł chemiczny (tworzyw sztucznych, nawozów i związków azotowych, produkcji paliw i rafinacji ropy naftowej), przemysł celulozowy i papierniczy, wytwórnictwo płyt wiórowych, odlewnie, czy galwanizownie. Wybrane przedsięwzięcia zostały scharakteryzowane pod kątem występujących w nich źródeł emisji substancji zapachowych (odorantów) oraz wielkości i charakteru emisji. Zwrócono przy tym uwagę na branże, dla których w dokumentach referencyjnych BREF/konkluzjach BAT wskazuje się rozwiązania ograniczające te emisje np. intensywny chów drobiu i świń, przetwarzanie odpadów, czy przemysł chemiczny.

W kolejnych krokach opisano możliwe metody wyznaczania stref buforowych / minimalnych odległości od zabudowań dla przedsięwzięć, których funkcjonowanie wiąże się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej. Metody podzielono na trzy kategorie: metody badań i pomiarów, modele empiryczne oraz modelowanie matematyczne. W ramach opisu ww. metod

przytoczono przykłady ich praktycznego zastosowania, w szczególności w uregulowaniach prawnych innych państw.

W proponowanej koncepcji wyznaczania stref buforowych/minimalnych odległości znalazły się metody reprezentujące wybrane, opisane wcześniej kategorie. W odniesieniu do sektora rolnego (chów i hodowla zwierząt gospodarskich) zwrócono uwagę na istniejący *projekt ustawy o minimalnej odległości dla planowanego przedsięwzięcia sektora rolnictwa, którego funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej* i przyjęte w nim założenia dotyczące wyznaczania minimalnej odległości od zabudowy w zależności od liczby zwierząt, wyrażonej w DJP (Dużych Jednostek Przeliczeniowych) jako funkcji liniowej w przedziale od 210 do 500 DJP. Funkcja ta w rzeczywistości przyjmuje postać funkcji potęgowej, co wynika z praw psychofizycznych, które odnoszą się również do zmysłu węchu. W przypadku tego sektora zaproponowano przyjęcie stałej, minimalnej odległości (równej 500 m), określonej na podstawie badań empirycznych, opisanych w literaturze tematu. Stałą minimalną odległość (równą 1500 m) zaproponowano także w odniesieniu do przedsięwzięć gospodarki odpadami (składowisk odpadów, instalacji mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych, kompostowni), jak również oczyszczalni ścieków.

W odniesieniu do pozostałych kategorii przedsięwzięć, z uwagi na brak wystarczających, powszechnie dostępnych danych źródłowych w zakresie wyników badań dotyczących zasięgu ich odorowego oddziaływania, a także ograniczoną dostępność, na poziomie krajowym, szczegółowych danych dotyczących charakterystyki ww. przedsięwzięć pod względem emisji odorów<sup>1</sup>, wyznaczanie stref buforowych/minimalnych odległości zaproponowano w tym przypadku na podstawie wyników pomiarów (dla obiektów istniejących) i/lub modelowania matematycznego (dla obiektów istniejących/planowanych). Wyniki pomiarów i/lub modelowania matematycznego wskazano również jako jedną z metod właściwych w indywidualnych przypadkach przedsięwzięć sektora rolnego i komunalnego (gospodarka odpadami, oczyszczalnie ścieków), dla uzasadnienia wniosku dotyczącego przyjęcia mniejszych lub większych odległości od wyżej przedstawionych.

Podkreślono, że zastosowanie modelowania matematycznego wiąże się z koniecznością określenia wartości odniesienia dla substancji zapachowych w powietrzu (delegację dla ministra właściwego do spraw klimatu w tym zakresie zawiera art. 222 ustawy – POŚ) oraz dopuszczalnych częstości przekraczania poziomów odniesienia. W ekspertyzie przedstawiono propozycje ww. wielkości.

W kolejnym etapie, dla zaproponowanych minimalnych odległości od zabudowań, w stosunku do wybranych rodzajów przedsięwzięć, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej, oszacowano wielkość obszaru Polski, na których będzie istniała możliwość realizacji tych przedsięwzięć. Oszacowano również wielkość obszaru z zabudową mieszkalną, w skali kraju, w stosunku do którego, po zastosowaniu algorytmu minimalnych odległości, będzie istniało ryzyko powstawania uciążliwości zapachowej, w związku z funkcjonowaniem istniejących już przedsięwzięć.

---

<sup>1</sup> dane te są niezbędne do wykonania modelowania matematycznego rozkładu odorów, wokół reprezentatywnych dla określonych rodzajów przedsięwzięć obiektów, na podstawie wyników którego można by wyznaczyć strefy buforowe/minimalne odległości



W końcowej części ekspertyzy przedstawiono niezbędne rozwiązania techniczne, prawne i finansowe (istniejące i planowane), w celu zmniejszenia uciążliwości zapachowej istniejących przedsięwzięć, które znajdują się w odległościach mniejszych niż zaproponowane odległości minimalne. Oszacowano również skutki finansowe wdrożenia minimalnych odległości od zabudowań dla przedsięwzięć planowanych, których funkcjonowanie wiąże się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej (koszty wdrożenia przepisów). W ramach podsumowania pracy przedstawiono najważniejsze wnioski i rekomendacje wynikające z wykonanej ekspertyzy.

## **2. WPROWADZENIE**

**Uciążliwość zapachowa** jest dla człowieka stanem dyskomfortu, odczuwanego w sferze psychicznej i fizycznej, powstającego w wyniku **powtarzającego się w dłuższym przedziale czasu oddziaływania bodźców zapachowych** na jego system węchowy. Uciążliwość występuje wówczas, kiedy człowiek poddawany jest ekspozycji na zapachy, które postrzega negatywnie, w domu, środowisku pracy, czy na terenach rekreacyjnych. Jego ocena jest powtarzalna, uniknięcie ekspozycji jest trudne do osiągnięcia, wiąże się z tym gorsze samopoczucie, a w konsekwencji negatywny wpływ na zdrowie. Długotrwałe narażenie na oddziaływanie zapachów może wywoływać reakcje emocjonalne, takie jak: depresja, niepokój, a także objawy fizyczne: bóle głowy, zmęczenie, nudności, problemy oddechowe, czy alergie.

Źródłem bodźców zapachowych mogą być zarówno procesy zachodzące naturalnie w przyrodzie (np. rozkład materii organicznej), jak i związane z działalnością człowieka (np. oczyszczalnie ścieków, składowiska odpadów, chów i hodowla zwierząt).

W ostatnich latach obserwowany jest wzrost liczby skarg na nieprzyjemne zapachy, którego przyczyn można upatrywać w: rozwoju rolnictwa w kierunku intensyfikacji i koncentracji chowu zwierząt na niewielkich powierzchniach, niewłaściwie funkcjonujących systemach gospodarki komunalnej, rozwoju przemysłu, rozwoju budownictwa mieszkaniowego i zasiedlaniu terenów w pobliżu obiektów uciążliwych dla środowiska, a także wzroście świadomości ekologicznej społeczeństwa.

Odczuwanie zapachów przez człowieka ma charakter subiektywny. Takie samo stężenie zapachu może wywołać odmienne wrażenie dyskomfortu u różnych osób, co wynika z różnej oceny źródła zapachu, wrażliwości osobniczej i stopnia aktywności.

Wrażenie, jakie towarzyszy odbiorowi bodźców zapachowych uzależnione jest od: stężenia substancji zapachowych w powietrzu, intensywności i jakości hedonicznej zapachu. Nie bez znaczenia są również częstotliwość i czas trwania ekspozycji na bodźce zapachowe.

Przedstawione wyżej czynniki, wskazujące na złożoność natury zapachu oraz wpływające na indywidualne jego postrzeganie są główną przyczyną braku ujednoczonego podejścia prawnego do przedmiotowego zagadnienia na poziomie Unii Europejskiej.

W Polsce istnieją przepisy prawne, które odnoszą się do problematyki uciążliwości zapachowej, pozwalające na podejmowanie działań mających na celu jej ograniczenie. W celu usystematyzowania wiedzy w tym zakresie został opracowany przez Ministerstwo Środowiska

*Kodeks przeciwdziałania uciążliwości zapachowej*<sup>2</sup>. Jego adresatami są administracja publiczna (szczebla centralnego i samorządowego) oraz przedsiębiorcy. W kodeksie zawarto przepisy prawne dotyczące uciążliwości zapachowej, a także scharakteryzowano główne źródła emisji substancji odorotwórczych i wskazano możliwe do podejmowania działania zaradcze w odniesieniu do głównych sektorów uciążliwych zapachowo, w tym: rolnictwa, gospodarki odpadami oraz gospodarki wodno-ściekowej. Dokument ten przyjęto jako punkt wyjścia do opracowania rozwiązań prawnych w postaci ustawy o przeciwdziałaniu uciążliwości zapachowej. Prace w tym zakresie rozpoczęto od przygotowania *projektu ustawy o minimalnej odległości dla planowanego przedsięwzięcia sektora rolnictwa, którego funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej* (projekt z dn. 2.07.2019 r.)<sup>3</sup>. Brak jest jednak nadal określonych standardów odorowych.

**Celem niniejszej ekspertyzy** jest przeprowadzenie analizy przedsięwzięć, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej oraz określenie metodyki wyznaczania stref buforowych / bezpiecznych (minimalnych) odległości od zabudowań wraz z propozycjami tych odległości, jakie powinny być zachowane dla ochrony przed przedmiotową uciążliwością. Informacje przedstawione w ekspertyzie mogą zostać wykorzystane w procesie legislacyjnym.

### 3. ZAKRES EKSPERTYZY

Zakres prac w ramach ekspertyzy, zgodnie z zapisami załącznika nr 1 do **umowy nr DPM/1/2020**, zawartej pomiędzy Skarbem Państwa – Ministerstwem Klimatu i Środowiska a Atmoterm S.A., obejmuje:

1. Przeprowadzenie analizy przedsięwzięć, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej, wraz ze szczegółowym opisem tych przedsięwzięć w zakresie uciążliwości zapachowej;
2. Wyznaczenie, przy użyciu najlepszych dostępnych narzędzi lub technik, stref buforowych dla poszczególnych przedsięwzięć, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej z uwzględnieniem warunków topograficznych, meteorologicznych, itp. wraz z określeniem metodologii ich wyznaczania;
3. Wyznaczenie bezpiecznych odległości od zabudowań dla przedsięwzięć, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej, wraz z uzasadnieniem i opisaniem kryteriów metodologii wyznaczenia bezpiecznych odległości;
4. Oszacowanie, dla zaproponowanych odległości od zabudowań, obszaru Polski, na którym będzie istniała możliwość realizacji przedsięwzięć, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej, wraz z określeniem metodologii oszacowania tych odległości i jej kryteriów;

---

<sup>2</sup> <https://www.gov.pl/web/klimat/uciazliwosc-zapachowa> (dostęp: 10.09.2020)

<sup>3</sup> <https://legislacja.rcl.gov.pl/docs//2/12321413/12579343/dokument403466.pdf> (dostęp: 10.09.2020)

5. Oszacowanie, dla odległości od zabudowań mniejszych niż zaproponowane zgodnie z pkt 4, obszaru Polski, na którym istnieją przedsięwzięcia, których funkcjonowanie wiąże się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej wraz z określeniem metodologii oszacowania i jej kryteriów;
6. Określenie niezbędnych rozwiązań technicznych, prawnych, finansowych itp. w celu zmniejszenia uciążliwości zapachowej istniejących przedsięwzięć, które znajdują się w odległościach mniejszych niż wyznaczone w wyniku analiz, o których mowa wyżej;
7. Oszacowanie skutków finansowych wdrożenia, określonych w wyniku analiz, bezpiecznych odległości od zabudowań dla przedsięwzięć, których funkcjonowanie wiąże się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej.

## **4. ANALIZA PRZEDSIĘWZIĘĆ, KTÓRYCH FUNKCJONOWANIE MOŻE WIĄZAĆ SIĘ Z RYZYKIEM POWSTAWANIA UCIAŻLIWOŚCI ZAPACHOWEJ**

W niniejszym rozdziale przedstawiono analizę przedsięwzięć, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej. Analizę tę przeprowadzono na kilku płaszczyznach. W pierwszym ujęciu wzięto pod uwagę krajową produkcję, ze szczególnym uwzględnieniem eksportu, aby ocenić potencjał rozwoju w Polsce wybranych branż, które postrzegane są jako uciążliwe zapachowo dla otoczenia. W dalszej kolejności przeanalizowano rodzaje działalności, dla których w dokumentach referencyjnych BREF/ konkluzjach BAT wskazuje się rozwiązania ograniczające emisje odorów. Następnie, pod kątem potencjalnego wpływu na zapachową jakość powietrza, oceniono przedsięwzięcia wymienione w rozporządzeniu w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko.

Ta wieloaspektowa analiza stała się podstawą do zestawienia najistotniejszych, w kontekście powodowanej uciążliwości zapachowej, przedsięwzięć w ramach poszczególnych sektorów. Wybrane z nich scharakteryzowano szerzej, przedstawiając właściwe im stężenia zapachowe.

### **4.1. Identyfikacja przedsięwzięć, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej**

---

Podstawowym zagadnieniem w problematyce oceny oddziaływania obiektów na zapachową jakość powietrza jest identyfikacja źródeł odorów. Jest to szczególnie trudne, gdyż każdy rodzaj działalności może charakteryzować się odmiennym rodzajem emitowanych zapachów, inną wielkością emisji, czy intensywnością zapachu. Ponadto, nawet w ramach tej samej branży, w zależności od zastosowanych technologii i surowców, metod produkcji i rodzajów procesów, emisje odorów mogą znacząco się od siebie różnić. Również wartości parametrów takich, jak skład emitowanych gazów, stężenie odorów, temperatura gazów, objętość spalin, częstotliwość emisji itp., są bardzo zróżnicowane. Zapachowe oddziaływanie obiektów emitujących odory może też wpływać na odczuwanie przez mieszkańców uciążliwości zapachowej i związane jest m.in. z procesami dyspersji odorów w powietrzu, uzależnionymi od wielu parametrów. Ponadto, na

odczuwanie uciążliwości zapachowej mogą wpływać takie czynniki jak: czynniki osobnicze (stan zdrowia, wiek, aktywność życiowa), a także rodzaj zapachu i jego intensywność, pora dnia i częstość występowania sytuacji/epizodów zapachowych, czy charakterystyka obszaru występowania zapachu.<sup>4</sup>

Zgodnie z *Kodeksem Przeciwdziałania Uciążliwości Zapachowej*<sup>5</sup> do najbardziej uciążliwych i jednocześnie najpowszechniej występujących źródeł emisji odorów w Polsce można zaliczyć: produkcję rolną (w tym w szczególności zwierzęcą), chów i hodowlę zwierząt futerkowych, przemysł paszowy, przemysł spożywczy, ubojnie zwierząt, przemysł chemiczny, produkcję płyt wiórowych i paździerzowych, gospodarowanie odpadami, przemysł papierniczy, oczyszczalnie ścieków, gastronomię, przemysł tłuszczowy, przetwórstwo ryb, palarnie kawy, produkcję środków ochrony roślin, przemysł rafineryjny (dystrybucja paliw). W zależności od wielkości emisji odorów i zasięgu oddziaływania, źródła odorów można podzielić na trzy grupy (tabela 1).

Tabela 1. Podział źródeł odorów ze względu na wielkość emisji<sup>6</sup>

Wielkość emisji odorów	Przykładowe źródła emisji odorów	Wskaźnik emisji odorów (OER), [m <sup>3</sup> /min.]	Zasięg oddziaływania [m]
Duża	zakłady celulozowe, przetwórstwo odpadów poubojowych, przetwórstwo mączki rybnej	10 <sup>7</sup> – 10 <sup>9</sup>	1 000 – 5 000
Średnia	fermy drobiu, hodowla świń, oczyszczalnie ścieków, palarnie kawy, drukarnie przemysłowe, fabryki lakierów, fabryki powłok metalowych, przemysł chemiczny, odlewnie, przemysł gumowy, przemysł spożywczy, kompostownie	10 <sup>5</sup> – 10 <sup>6</sup>	50 – 1 000
Mała	gastromia, sklepy zoologiczne, piekarnie, cukiernie, warsztaty samochodowe, punkty zbiórki odpadów, szamba	10 <sup>4</sup> lub mniej	5 – 50

Kolejnym parametrem klasyfikacji źródeł emisji odorów może być mechanizm ich powstawania (tabela 2).

<sup>4</sup> Sówka I., Miller U.: Metody sensoryczne w ocenie oddziaływania zapachowego. *Wodociągi, Kanalizacja*. 2020, nr 4, s. 22-23

<sup>5</sup> <https://www.gov.pl/web/klimat/uciazliwosc-zapachowa> (dostęp: 10.09.2020)

<sup>6</sup> Fukuyama J., *Odor Pollution Control for Various Odor Emission Sources in Japan*, East Asia Workshop on Odor Measurement and Control Review, Office of Odor, Noise and Vibration, Environmental Management Bureau, Ministry of the Environment, Government of Japan, 2004, 67–77

Tabela 2. Grupy procesów powstawania odorów<sup>7</sup>

Mechanizm powstawiania – procesy	Obszary występowania
surowce stałe - transport, magazynowanie, fermentacja	gospodarowanie odpadami: składowiska odpadów, spalarnie odpadów, recykling odpadów, przemysłowe oczyszczalnie ścieków, magazyny RDF
obróbka cieplna, chłodzenie	przetwórstwo mączki rybnej, zakłady utylizacji odpadów poubojowych, palarnie kawy, przemysł spożywczy, gastronomia, restauracje, przemysł gumowy, przemysł metalurgiczny, przemysł chemiczny
suszenie, spalanie	fermy drobiu, drukarnie, fabryki lakierów, warsztaty samochodowe, fabryki klejów, fabryki sklejki, krematoria, przemysł celulozowy, przeróbka odpadów przemysłowych
surowce ciekłe - oczyszczanie ścieków	oczyszczalnie ścieków, oczyszczalnie ścieków przemysłowych, szamba, hodowla świń, przepompownie ścieków, przemysł spożywczy

Ogólnie można wyróżnić następujące główne grupy związków zapachowych: związki siarki (głównie siarkowodór i tiole), związki azotu (amoniak, aminy), związki organiczne (np. toluen, ksylen), aldehydy, ketony, kwasy tłuszczowe. Zanieczyszczenia te bywają charakterystycznymi odorantami dla różnych grup działalności gospodarczej. W dalszej części przeanalizowano na kilku płaszczyznach poszczególne sektory i rodzaje przedsięwzięć, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej.

#### 4.1.1. Analiza krajowej produkcji, ze szczególnym uwzględnieniem eksportu

Zgodnie ze *Strategią na rzecz odpowiedzialnego rozwoju*<sup>8</sup>, na potrzeby której przeprowadzono analizę uwzględniającą potencjał krajowych firm, wytypowano sektory strategiczne, dla których przedstawiono specjalne programy wsparcia. Należą do nich:

- sektor produkcji środków transportu (np. e-busy, pojazdy szynowe, statki specjalistyczne);
- elektronika profesjonalna (np. inteligentne liczniki energii, falowniki, ładowarki do samochodów, sensory);
- sektor specjalistycznych technologii teleinformatycznych (np. fintech, automatyka maszyn i budynków, cyberbezpieczeństwo, gry komputerowe, bioinformatyka);
- sektor lotniczo-kosmiczny (np. drony, elementy satelitów);
- sektor produkcji leków, wyrobów medycznych i nowoczesnych usług medycznych (np. e-medycyna, wyroby medyczne, terapie, leki biopodobne);
- sektor systemów wydobywczych (np. inteligentna kopalnia);
- sektor odzysku materiałowego surowców;
- sektor ekobudownictwa (np. budynki pasywne, pikoenergetyka, budownictwo drewniane);
- sektor żywności wysokiej jakości;
- sektor systemów militarnych.

<sup>7</sup> Ibidem

<sup>8</sup> Ministerstwo Rozwoju, Departament Strategii Rozwoju, *Strategia na rzecz odpowiedzialnego rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030)*, Warszawa 2017

Część z tych sektorów w sposób bezpośredni lub pośrednio związana jest z przedsięwzięciami o potencjalnym oddziaływaniu na zapachową jakość powietrza, które omówiono w dalszych częściach opracowania. Ponadto przeanalizowano podmioty gospodarcze – 3,4 mln spółek osobowych jak i kapitałowych oraz rodzinnych gospodarstw rolnych. Podmioty należące do grupy mikro, małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP) zatrudniają 70% pracowników zatrudnionych w sektorze prywatnym oraz generują 2/3 PKB, przy czym szeroko rozumiany sektor rolny generuje samodzielnie ok. 2,7% wartości dodanej brutto ogółem<sup>9</sup>. Polska jest szóstym producentem żywności w Unii Europejskiej (UE) i ósmym jej eksporterem. W latach 2003-2017 wartość eksportu wzrosła ponad 6,5-krotnie (z 4,0 do 27,3 mld EUR). Około 30% podmiotów zajmujących się produkcją żywności i napojów stanowią przetwórcy produktów pochodzenia zwierzęcego, w tym 20% – firmy mięsne, a ok. 4% – mleczarskie. Udział branży mięsnej w produkcji sprzedanej przemysłu spożywczego szacuje się na ok. 30%, a w wartości dodanej brutto wytworzonej w tym dziale produkcji – ok. 20%. Przedsiębiorstwa należące do branży mięsnej (łącznie z drobiarską), mleczarskiej, zbożowej, owocowo-warzywnej, olejarskiej i cukrowniczej stanowią ponad 1/3 wszystkich podmiotów przetwórstwa spożywczego i wytwarzają 57% wartości produkcji sprzedanej produktów spożywczych i prawie 47% wartości dodanej brutto krajowego przemysłu spożywczego<sup>10</sup>. Ponadto polski rynek mleczarski charakteryzuje się nadwyżką podaży nad popytem, a produkcja od wielu lat utrzymuje się na stabilnym poziomie około 12 mln t. Wskaźnik samowystarczalności wykazuje tendencję wzrostową, w związku z czym Polska jest eksporterem netto produktów mleczarskich<sup>11</sup>.

Jak wynika z analizy<sup>12</sup>, w latach 2006 – 2017 zwiększyła się wartość połowy z następujących grup produktów rolno-spożywczych: zwierzęta żywe, wieprzowina i przetwory, wołowina i przetwory, drób i przetwory, produkty mleczarskie, ryby i przetwory, pozostałe produkty zwierzęce, zboża i ich przetwory, rośliny oleiste i ich przetwory, owoce i przetwory, warzywa i przetwory, grzyby i przetwory, ziemniaki i przetwory, cukier i przetwory, kawa herbata kakao, tytoń i papierosy, alkohole, wody i napoje bezalkoholowe, pozostałe produkty roślinne. Największy wzrost (713%) odnotowano dla eksportu tytoniu i papierosów. Eksport kawy, herbaty, kakao i przypraw wzrósł o 428%, zbóż i przetworów o 412%, produktów branży drobiarskiej o 386%. Odnotowano również wzrost sprzedaży wołowiny i jej przetworów (o 273%) oraz wieprzowiny i przetworów (o 236%). Mniejszy wzrost odnotowano dla pozostałych produktów roślinnych oraz pozostałych produktów zwierzęcych, alkoholi, ziemniaków i przetworów, roślin oleistych i ich przetworów, cukru i przetworów, wód i napojów bezalkoholowych oraz ryb i przetworów. Zmniejszyła się natomiast o 2/3 sprzedaż za granicę żywego inwentarza.

Wynika z tego, jak istotne znaczenie mają te podmioty dla gospodarki i budżetu państwa. Z tego względu szereg programów wsparcia ma dotyczyć gospodarstw rolnych i produkcji rolno-spożywczej. W celu zwiększenia konkurencyjności tego sektora planowana jest poprawa dochodowości, integracja łańcucha żywnościowego i bardziej sprawiedliwy podział wartości

---

<sup>9</sup> Ibidem

<sup>10</sup> Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy, Analiza rynku rolno-spożywczego w Polsce wraz z rekomendacjami produktów, które mogą być przedmiotem obrotu handlowego na Platformie Żywnościowej - raport tematyczny nr 1, Warszawa 2018

<sup>11</sup> Firlej K. (red.), Analiza strategiczna wybranych branż przemysłu rolno-spożywczego w Polsce, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Kraków 2013

<sup>12</sup> Ibidem (10)

dodanej. Spójnym elementem tej strategii są działania w zakresie modernizacji gospodarstw rolnych, aktywnego wdrażania inwestycji prorozwojowych oraz rozwijanie wszelkich form kooperacji między producentami. Ponadto w dokumencie przedstawiono projekty rozwoju dla poszczególnych branż (spójne z "Programem Rozwoju Głównych Rynków Rolnych w Polsce na lata 2016-2020"), takie jak: innowacyjne przetwory owocowo-warzywne, polska wieprzowina (projekt ukierunkowany na wzrost produkcji wieprzowiny i zapewnienie bezpieczeństwa w zakresie pogłowania trzody chlewnej w Polsce), polska wołowina, polska jagnięcina i baranina, program wsparcia hodowli roślin w Polsce. Ponadto planowane są działania mające na celu promocję gospodarczą polskich produktów na arenie międzynarodowej i rozwój polskiego eksportu<sup>13</sup>.

W związku z powyższym **sektor rolno-spożywczy, którego funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej, charakteryzuje się dużym potencjałem rozwoju**, a co za tym idzie konieczne jest optymalne planowanie inwestycji dla zapewnienia zrównoważonego rozwoju i zapobiegania uciążliwościom.

**Kolejnym istotnym sektorem przemysłu, mogącym mieć wpływ na zapachową jakość powietrza, jest produkcja i przetwarzanie materiałów, w tym tworzyw metalicznych, polimerowych i ceramicznych.** W kontekście uciążliwości zapachowych podstawowe znaczenie ma przemysł tworzyw polimerowych, w tym przemysł tworzyw sztucznych oraz przemysł gumowy. Możemy tu wyodrębnić cztery podstawowe grupy technologii: technologie produkcji wyrobów z gumy technologie produkcji wyrobów z tworzyw sztucznych, technologie produkcji kompozytów oraz technologie recyklingu polimerów. Jak wynika z przeprowadzonej analizy<sup>14</sup> produkcja tworzyw sztucznych na świecie ciągle rośnie. W 2017 wynosiła ona na świecie 348 mln ton, a w samej Europie 64,4 mln ton. Zapotrzebowanie przetwórców europejskich na tworzywa sztuczne pokrywa 6 dominujących państw, w tym Polska. W 2017 r. udziały kształtowały się następująco: Niemcy (24,6%), Włochy (14,0%), Francja (9,6%), Hiszpania (7,7%), Wielka Brytania (7,3%), Polska (6,5%). Przemysł tworzyw sztucznych w Europie służy przede wszystkim produkcji opakowań (39,7%), budownictwu (19,8%), przemysłowi motoryzacyjnemu (10,1%) i produkcji urządzeń elektrycznych i elektronicznych (6,2%). Przemysł tworzyw sztucznych jest istotną składową przemysłu chemicznego w Polsce i stanowi element wspierania omawianych wcześniej sektorów strategicznych. Sprzedaż wyrobów przemysłowych z tworzyw sztucznych w 2015 r. wyniosła 12,0 mld PLN w segmencie tzw. wielkiej chemii i 49,3 mld PLN w segmencie przetwórstwa chemicznego. Podstawę przetwórstwa w sektorze chemicznym w kontekście przemysłu gumowego stanowi produkcja opon, artykułów technicznych, taśm, węży oraz innych wyrobów i komponentów gumowych. W latach 2015 – 2017 sprzedaż wyrobów z gumy i tworzyw sztucznych wzrosła o 20,7%. Analiza danych w zakresie wielkości eksportu i importu w omawianym obszarze w latach 2010 – 2017 wykazała dodatni bilans handlowy<sup>15</sup>. Nadwyżka wielkości eksportu wyrobów z gumy i tworzyw sztucznych w stosunku do importu wyniosła w 2017 r. 11,56 mld PLN. Jest to zatem kolejny obszar gospodarki o dużym potencjale rozwoju.

Liczbę podmiotów gospodarczych w wybranych sektorach przemysłu przedstawiono w tabeli 3.

---

<sup>13</sup> Ministerstwo Rozwoju, Departament Strategii Rozwoju, Strategia na rzecz odpowiedzialnego rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030), Warszawa 2017

<sup>14</sup> Ryszko A., Pogłębiona analiza rynkowa w kontekście rozwoju kluczowych technologii w obszarze produkcji i przetwarzania materiałów, Katowice 2019

<sup>15</sup> Ibidem

Tabela 3. Wybrane podmioty gospodarcze w Polsce w roku 2018<sup>16</sup>

Sektor	Liczba podmiotów w roku 2018
<b>Przetwórstwo przemysłowe</b>	<b>212549</b>
Produkcja artykułów spożywczych	16322
Produkcja napojów	590
Produkcja wyrobów tytoniowych	48
Produkcja skór i wyrobów skórzanych	2749
Produkcja papieru i wyrobów z papieru	3071
Produkcja chemikaliów i wyrobów chemicznych	2939
Produkcja wyrobów z gumy i tworzyw sztucznych	9308

Na podstawie przeprowadzonej analizy krajowej produkcji, ze szczególnym uwzględnieniem eksportu można wyciągnąć następujące wnioski:

- w Polsce występuje kilka sektorów mających istotny wpływ na zapachową jakość powietrza, które wykazują duży potencjał rozwoju. Wśród nich można wymienić: sektor rolno-spożywczy, w tym w szczególności chów zwierząt, a ponadto produkcję i przetwarzanie materiałów gumowych i z tworzyw sztucznych;
- biorąc pod uwagę przyjęte krajowe strategie i programy wsparcia, należy oczekiwać, że w szczególności będzie rozwijał się w Polsce nadal sektor rolno-spożywczy. Równocześnie określone, planowane działania np. w zakresie modernizacji gospodarstw rolnych mogą przyczynić się do zmniejszenia ich odorowego oddziaływania;
- w analizie przedsięwzięć o dużym potencjale rozwoju, należy uwzględnić również gospodarkę komunalną, będącą potencjalnym źródłem odorów.

Rozwój aglomeracji miejskich, a także rozwijająca się zabudowa mieszkalna na obszarach wiejskich, sprzyjają wzrostowi zapotrzebowania na usługi sektora komunalnego. Przekłada się to na wzrost liczby oczyszczalni ścieków komunalnych, będących potencjalnym źródłem uciążliwości zapachowej. Liczba oczyszczalni ścieków komunalnych w latach 2000 – 2018 wzrosła z 2 417 do 3 257. Wśród tych oczyszczalni dominują obiekty wykorzystujące biologiczne metody oczyszczania ścieków (75%) oraz systemy umożliwiające podwyższone usuwanie biogenów (25%). Mimo rozwoju m.in. przemysłu chemicznego, liczba oczyszczalni ścieków przemysłowych znacznie zmniejszyła się. W latach 2000 – 2018 ich liczba spadła z 1 626 do 882 w 2018 r., głównie na skutek ich reorganizacji uruchamiania systemów podczyszczania ścieków przemysłowych, które pozwalają na uzyskanie ścieków o obniżonym ładunku zanieczyszczeń, w stopniu, umożliwiającym odprowadzenie ich do oczyszczalni ścieków komunalnych lub oczyszczalni ścieków zakładowych<sup>17</sup>.

Nieodłącznym elementem gospodarki wodno-ściekowej, również wiążącym się z emisją zapachów, jest gospodarka osadowa. Wraz ze zwiększeniem liczby oczyszczalni ścieków obserwuje się wzrost ilości powstających osadów ściekowych. W 2018 r. w oczyszczalniach ścieków przemysłowych i komunalnych wytworzono 1 046,5 tys. ton suchej masy osadów ściekowych, tj.

<sup>16</sup> GUS, Rocznik Statystyczny Przemysłu 2019, Warszawa 2020

<sup>17</sup> GUS, Ochrona środowiska 2019, Warszawa 2019



o 1% więcej niż w roku poprzednim. Ilość osadów ściekowych wytworzonych w komunalnych oczyszczalniach ścieków wzrosła o 62%. Ilość osadów ściekowych wytworzonych w 2018 r. w oczyszczalniach komunalnych wyniosła 583,1 tys. ton suchej masy (co stanowi 56% całkowitej masy osadów ściekowych wytworzonych w danym roku. W związku z opisanym wcześniej zmniejszeniem liczby oczyszczalni ścieków przemysłowych zmniejszyła się natomiast ilość osadów ściekowych pochodzenia przemysłowego z 703,3 tys. ton suchej masy w 2000 r. do 463,5 tys. ton suchej w 2018 r., co stanowi spadek o 65% w stosunku do roku 2000. Nie zmienia to faktu, że ilość osadów ściekowych powstających w przemysłowych oczyszczalniach ścieków w 2018 r. stanowiła 44% całkowitej masy osadów ściekowych wytworzonych w danym roku. Zgodnie z wytycznymi Krajowego Planu Gospodarki Odpadami oraz Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków Komunalnych zwiększa się również udział osadów ściekowych poddawanych przekształcaniu termicznemu. Obecnie przekształca się w ten sposób ponad 6-krotnie więcej osadów z oczyszczalni ścieków komunalnych niż w 2010 r. W 2018 r. 111,5 tys. ton suchej masy osadów z komunalnych oczyszczalni ściekowych (tj. ponad 19%). Natomiast masa przekształconych termicznie osadów ściekowych pochodzenia przemysłowego zwiększyła się ponad 4-krotnie (z 28,2 tys. ton suchej masy do 122,7 tys. ton suchej masy)<sup>18</sup>. Metody zagospodarowania osadów ściekowych z komunalnych i przemysłowych oczyszczalni ścieków przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Metody przetwarzania osadów ściekowych<sup>19</sup>

Osady ściekowe wytworzone w ciągu roku	2000	2005	2010	2015	2017	2018
	w tys. ton suchej masy osadów					
ogółem	1063,1	1124,4	895,1	951,5	1035,2	1046,5
stosowane w rolnictwie	212,2	98,2	136,9	126,6	126,1	134,2
stosowane w rekultywacji terenów, w tym gruntów o przeznaczeniu rolnym	154,9	324,9	150,4	31,3	32,1	27,8
stosowane do uprawy roślin przeznaczonych do produkcji kompostu	28,1	29,6	31,3	48,2	26,9	26,0
przekształcone termicznie	34,1	37,4	66,4	165,4	232,3	234,3
składowane	474,5	399,1	165,9	131,5	101,8	119,1
inne/pozostałe	159,3	235,2	344,2	448,5	516	505,1

Rozwój sektora komunalnego niesie za sobą również zwiększenie problemu zagospodarowania i przetwarzania odpadów. Obiekty gospodarowania odpadami są kolejnym typem obiektów, na które należy zwrócić uwagę w kontekście planowania przestrzennego dla uniknięcia negatywnego oddziaływania zapachowego. Wg danych GUS<sup>20</sup> w 2018 r. wytworzono 128 mln ton odpadów, z czego 9,8% stanowiły odpady komunalne (12 mln ton). Zmiany w gospodarowaniu odpadami komunalnymi na przestrzeni lat przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Metody zagospodarowania odpadów komunalnych<sup>21</sup>

Masa zebranych odpadów komunalnych w ciągu roku	2010	2015	2017	2018
	w tys. ton odpadów			
ogółem	10044	10866	11970	12485
do recyklingu	1783	2867	3199	3269

<sup>18</sup> Ibidem

<sup>19</sup> Ibidem

<sup>20</sup> Ibidem

<sup>21</sup> Ibidem

Masa zebranych odpadów komunalnych w ciągu roku	2010	2015	2017	2018
	w tys. ton odpadów			
do kompostowania lub fermentacji	181	661	848	1012
do przekształcania termicznego	39	1439	2922	3013
inne/pozostałe	8041	5899	5001	5191

Obserwuje się wyraźny wzrost udziału biologicznych metod przetwarzania odpadów (kompostowanie, fermentacja) zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa. Metody te są potencjalnym źródłem emisji odorów. Liczba czynnych składowisk kontrolowanych w 2018 r. wynosiła 286, a masa zdeponowanych w ciągu roku odpadów – 5191 tys. ton. W 2018 r. zrehabilitowano również 79 ha powierzchni składowisk.

#### 4.1.2. Analiza rodzajów działalności, dla których w dokumentach referencyjnych BREF/ konkluzjach BAT wskazuje się rozwiązania ograniczające emisje odorów

Dokumenty referencyjne BREF / konkluzje BAT, przygotowane przez Europejskie Biuro Zintegrowanego Zapobiegania i Ograniczania Zanieczyszczeń (ang. European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau), tworzone są dla różnego rodzaju działalności przemysłowych, w tym również działalności, które wiążą się z emisją do powietrza substancji zapachowych. W dokumentach tych opisuje się techniki powszechnie stosowane w danym przemyśle, poziomy emisji związane z konkretnymi technologiami BAT (aktualnie uważanymi za najlepsze w danym sektorze) i ich limity, a także rozwiązania ograniczające emisje, w tym emisje odorów. Poniżej przedstawiono rodzaje działalności, dla których w dokumentach referencyjnych BREF / konkluzjach BAT wskazuje się takie rozwiązania.

##### Intensywny chów drobiu lub świń

Decyzją Wykonawczą Komisji (UE) 2017/302 z dnia 15 lutego 2017 r. przyjęto najlepsze dostępne techniki (BAT) w odniesieniu do intensywnego chowu drobiu lub świń. Opisane w dokumencie konkluzje dotyczące BAT odnoszą się do intensywnego chowu drobiu i świń z ponad 40 000 stanowisk dla drobiu lub z ponad 2 000 stanowisk dla tuczników (powyżej 30 kg) lub z ponad 750 stanowiskami dla loch. W konkluzjach poruszono tematykę zanieczyszczeń zapachowych i wskazano rozwiązania mające na celu zapobieganie i ograniczenie emisji odorów.

W ramach ogólnych konkluzji dotyczących BAT 1 jako element systemu zarządzania środowiskowego mającego na celu poprawę ogólnej efektywności środowiskowej gospodarstw uwzględniono wdrożenie planu zarządzania zapachami, zgodnie z BAT 12.

BAT 12 dotyczy obiektów, które potencjalnie mogą powodować uciążliwość zapachową lub w przypadku, gdy taka uciążliwość została stwierdzona. Dla tych obiektów należy opracować, wdrożyć i regularnie poddawać przeglądowi plan zarządzania zapachami, który powinien obejmować: protokół zawierający odpowiednie działania i harmonogramy, protokół monitorowania zapachów, protokół reagowania na stwierdzone przypadki wystąpienia uciążliwego zapachu, program zapobiegania występowaniu zapachów i ich ograniczania, przegląd historycznych przypadków wystąpienia zapachów i środków zaradczych oraz upowszechnianie wiedzy na ten temat. Program zapobiegania emisji odorów ma na celu określenie źródeł substancji zapachowych, monitorowanie emisji zapachów, określenie udziału poszczególnych źródeł oraz wprowadzanie środków w zakresie zapobiegania powstawaniu lub ograniczania emisji odorów.

BAT 13 określa techniki zapobiegania lub ograniczania emisji zapachów, takie jak:

- zapewnienie odpowiedniej odległości między gospodarstwem/zespołem urządzeń a obiektem wrażliwym;
- utrzymywanie zwierząt i powierzchni w stanie czystym i suchym lub ograniczanie powierzchni obornika uwalniającej emisje lub częste przetrzymywanie obornika do zewnętrznego przykrytego zbiornika lub obniżenie temperatury obornika oraz pomieszczeń lub zmniejszenie przepływu powietrza nad powierzchnią obornika i jego prędkości lub utrzymywanie ściółki w stanie suchym i w warunkach aerobowych (dotyczy gospodarstw stosujących podłoża ściółkowe);
- poprawa warunków odprowadzania gazów wylotowych poprzez: zwiększenie wysokości emitora lub zwiększenie prędkości wylotowej emitowanych gazów, lub tworzenie barier (np. nasadzenia) mających na celu ograniczenie dyspersji odorów w powietrzu na większe odległości, lub stosowanie żaluzji kierujących gazy wylotowe w stronę podłoża lub ukierunkowywanie emisji zapachów w częściach gospodarstwa znajdujących się dalej od obiektów wrażliwych, lub umiejscowienie osi kalenicy naturalnie wentylowanego budynku poprzecznie w stosunku do dominującego kierunku wiatru;
- stosowanie systemów oczyszczania powietrza, takich jak bioskrubery/biofiltry ze złożem zraszanym lub biofiltry lub dwu-, lub trzystopniowy system oczyszczania powietrza;
- przechowywanie gnojowicy i obornika pod przykryciem lub umiejscowienie zbiornika z uwzględnieniem kierunku wiatru oraz zastosowanie środków ograniczających rozprzestrzenianie zapachów, takich jak naturalne bariery ochronne lub ograniczanie mieszania gnojowicy;
- przetwarzanie obornika z zastosowaniem rozkładu tlenowego (napowietrzania) gnojowicy lub kompostowanie obornika stałego, lub z zastosowaniem rozkładu beztlenowego;
- aplikowanie obornika z zastosowaniem rozlewacza pasmowego, wtryskiwacza płytkiego/głębokiego do rozprowadzania gnojowicy lub możliwie jak najszybsza aplikacja obornika.

BAT 14 podaje następujące metody ograniczania emisji amoniaku, będącego jednym z głównych odorantów emitowanych w gospodarce hodowlanej, z przechowywania obornika stałego: zmniejszenie stosunku powierzchni przyzmy obornika stałego do jej objętości; przykrywanie przyzmy obornika stałego; przechowywanie wysuszonego obornika stałego w pomieszczeniu gospodarczym. Dopuszczalne wartości emisji amoniaku (BAT-AEL) dla hodowli trzody trzewnej i drobiu zestawiono w tabeli 6. Ponadto w BAT 19, dla gospodarstw prowadzących przetwarzanie obornika, w celu ograniczenia m.in. emisji zapachów, zaleca się: mechaniczne oddzielenie gnojowicy (np. poprzez zastosowanie separatorów z prasą śrubową lub z wirówką dekantacyjną, koagulację i flokulację, odcedzanie za pomocą sit, korzystanie z prasy filtracyjnej); rozkład beztlenowy obornika w instalacji biogazowej; wykorzystanie zewnętrznego tunelu do suszenia obornika; rozkład tlenowy (napowietrzanie) gnojowicy; kompostowanie obornika stałego.

Tabela 6. Dopuszczalne wartości emisji amoniaku (BAT-AEL) dla hodowli trzody trzewnej i drobiu

Kategoria zwierząt	Wartość dopuszczalna [kg NH <sub>3</sub> /stanowisko dla zwierzęcia/rok]
Lochy luźne i prośne	0,2 – 2,7
Lochy karmiące (wraz z prosiętami) w klatkach	0,5 – 5,6
Prosięta osadzone	0,03 – 0,53
Tuczniki	0,1 – 2,6
Chów klatkowy	0,02 – 0,08
Chów bezklatkowy	0,02 – 0,13

Jako element planu zarządzania zapachami zalecane jest regularne monitorowanie emisji odorów. Zgodnie z BAT 26 można w tym celu stosować normy EN (np. EN 13725: Jakość powietrza. Oznaczanie stężenia zapachowego metodą olfaktometrii dynamicznej) lub metody alternatywne, dla których nie są dostępne normy EN, normy ISO, normy krajowe lub inne międzynarodowe normy zapewniające uzyskiwanie danych o równorzędnej jakości naukowej. Ponadto w ramach BAT 25 należy monitorować emisje amoniaku poprzez: szacowanie z zastosowaniem bilansu masowego w oparciu o wydalanie i całkowitą zawartość azotu (lub całkowitego azotu amonowego) na każdym etapie stosowania obornika lub szacowanie za pomocą pomiaru stężenia amoniaku i współczynnika wentylacji przy zastosowaniu norm ISO, krajowych lub międzynarodowych standardowych metod lub innych metod zapewniających dane o równoważnej jakości naukowej lub szacunki z wykorzystaniem wskaźników emisji. BAT 25 określa również częstość wykonywania monitoringu dla każdej z wymienionych metod. Dodatkowo w ramach BAT 28 należy przeprowadzić jednorazową weryfikację skuteczności systemu oczyszczania powietrza za pomocą pomiaru amoniaku, zapachu lub pyłu w praktycznych warunkach gospodarstwa i zgodnie z określonym protokołem pomiarowym oraz przy zastosowaniu metod zawartych w normach EN lub innych standardowych metod (ISO, krajowych lub międzynarodowych) zapewniających dane o równoważnej jakości naukowej oraz codziennie kontrolować działania systemu oczyszczania powietrza (np. poprzez stałe rejestrowanie parametrów operacyjnych lub przy użyciu systemów alarmowych).

### Przetwarzanie odpadów

Konkluzje zawarte w Decyzji Wykonawczej Komisji (UE) 2018/1147 z dnia 10 sierpnia 2018 r.<sup>22</sup> odnoszą się do takich rodzajów działalności w zakresie przetwarzania odpadów, jak: unieszkodliwianie lub odzyskiwanie odpadów niebezpiecznych, unieszkodliwianie odpadów innych niż niebezpieczne, odzysk lub kombinacja odzysku i unieszkodliwiania odpadów innych niż niebezpieczne, czasowe magazynowanie odpadów niebezpiecznych, a także oczyszczanie ścieków z niektórych źródeł. Szczegółowe rodzaje działalności i ilości przetwarzanych odpadów, do których odnoszą się konkluzje, zamieszczono w załączniku I do dyrektywy 2010/75/UE.

W ramach BAT 8 należy monitorować emisje zorganizowane do powietrza zgodnie z normami EN. Jeżeli normy EN są niedostępne, w ramach BAT należy stosować normy ISO, normy krajowe lub

<sup>22</sup> Decyzja Wykonawcza Komisji (UE) 2018/1147 z dnia 10 sierpnia 2018 r. ustanawiająca konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) w odniesieniu do przetwarzania odpadów zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE

inne międzynarodowe normy zapewniające uzyskanie danych o równoważnej jakości naukowej. Wśród wymienionych substancji znajdują się dwa główne związki zapachowe emitowane w procesach przetwarzania odpadów: siarkowodor i amoniak pochodzące szczególnie z procesów biologicznego przetwarzania odpadów, których poziom emisji należy monitorować raz na sześć miesięcy, a także odory, których stężenie powinno być mierzone metodą olfaktometrii dynamicznej zgodnie z normą EN 13725 z tą samą częstotliwością. Stężenie odorów i wymienionych odorantów ( $H_2S$  i  $NH_3$ ) może być monitorowane zamiennie. Ponadto zgodnie z BAT 10 okresowy monitoring emisji zapachów można przeprowadzać zgodnie z normami EN (np. EN 13725: Jakość powietrza. Oznaczanie stężenia zapachowego metodą olfaktometrii dynamicznej lub normami EN 16841: Powietrze atmosferyczne. Oznaczanie zapachu w powietrzu atmosferycznym za pomocą badań terenowych), normami ISO, normami krajowymi lub innymi międzynarodowymi normami zapewniającymi uzyskanie danych o równoważnej jakości naukowej w przypadku stosowania alternatywnych metod, w przypadku których niedostępne są normy EN (np. oszacowanie wpływu odorów). Częstotliwość monitorowania określa się w planie zarządzania odorami zgodnie z BAT 12, który powinien zawierać: protokół zawierający działania i harmonogram, protokół monitorowania odorów, protokół reagowania na stwierdzone przypadki wystąpienia odorów, takie jak skargi, program zapobiegania występowaniu odorów i ich ograniczania, mający na celu określenie ich źródeł oraz określenie udziału poszczególnych źródeł i wdrożenie środków zapobiegawczych lub ograniczających. Wytyczne te stosuje się dla obiektów potencjalnie uciążliwych zapachowo bądź takich, dla których stwierdzono negatywne oddziaływanie na zapachową jakość powietrza.

BAT 13 określa techniki zapobiegania lub ograniczania emisji zapachów, takie jak: minimalizowanie czasu magazynowania, stosowanie przetwarzania chemicznego (stosowanie chemikaliów w celu usuwania związków zapachowych lub ograniczenia ich powstawania, np. utlenianie lub wytrącanie siarkowodoru), optymalizacja przetwarzania tlenowego (np. poprzez stosowanie czystego tlenu, usuwanie piany w zbiornikach, częstą obsługę techniczną systemu napowietrzania). BAT 14 zawiera natomiast techniki zapobiegania i ograniczania emisji rozproszonych do powietrza. W kontekście emisji odorów istotne są metody takie jak: minimalizowanie liczby ewentualnych źródeł emisji rozproszonych (mi.in. poprzez odpowiednią konstrukcję układu rurociągów, preferowanie przepływu grawitacyjnego zamiast pomp, ograniczenie wysokości spadku materiału, ograniczenie prędkości ruchu kołowego, wykorzystanie barier wiatrowych); dobór i stosowanie sprzętu o wysokim poziomie integralności (stosowanie zaworów z podwójnym uszczelnieniem dławicowym lub równie skutecznych urządzeń i uszczelnień o wysokim poziomie integralności do zastosowań o krytycznym znaczeniu, stosowanie pomp/sprężarek/mieszalników wyposażonych w mechaniczne uszczelnienia zamiast uszczelnienia dławicowego oraz pomp/sprężarek/mieszalników napędzanych magnetycznie, stosowanie odpowiednich otworów dla elastycznego przewodu serwisowego, szczypców do przebijania, głowic wiertarskich); zapobieganie korozji (przez odpowiedni wybór materiałów budowlanych, nakładanie okładziny lub powłoki w przypadku sprzętu i malowanie rur inhibitorami korozji); ograniczenie rozprzestrzeniania, gromadzenie i przetwarzanie emisji rozproszonych (przechowywanie, obróbka i przetwarzanie odpadów i materiałów, które mogą generować emisje rozproszone, w zamkniętych budynkach lub obudowanych urządzeniach, np. taśmach przenośnikowych, utrzymywanie odpowiedniego ciśnienia w obudowanych urządzeniach lub budynkach, gromadzenie i kierowanie emisji do odpowiedniego systemu redukcji emisji za

pomocą systemu wyciągów powietrznych lub systemów zasysania powietrza umieszczonych w pobliżu źródeł emisji; obsługa techniczna (zapewnienie dostępu do urządzeń, w których mogą potencjalnie występować nieszczelności, regularne kontrolowanie sprzętu ochronnego, takiego jak kurtyny paskowe, drzwi szybkie); czyszczenie terenów, na których przetwarzane i magazynowane są odpady, program wykrywania i eliminowania nieszczelności (LDAR).

W konkluzjach dotyczących BAT w odniesieniu do mechanicznego przetwarzania odpadów kalorycznych uwzględniono następujące techniki ograniczania emisji związków organicznych do powietrza (BAT 31): adsorpcja, biofiltracja, utlenianie termiczne, absorpcja. Metody ograniczania emisji odorów opisano natomiast w kontekście biologicznego przetwarzania odpadów. Zgodnie z BAT 33 w celu ograniczania emisji związków zapachowych i poprawy ogólnej efektywności środowiskowej należy dokonywać selekcji odpadów dostarczonych do przetworzenia. Aby ograniczać emisje zorganizowane pyłu, związków organicznych oraz związków zapachowych, w tym H<sub>2</sub>S i NH<sub>3</sub>, do powietrza zalecane są następujące techniki (BAT 34): adsorpcja, biofiltracja, filtracja na filtrach tkaninowych, utlenianie termiczne, absorpcja (zastosowanie płuczki wodnych, kwasowych lub alkalicznych; najczęściej w połączeniu z filtrem biologicznym, utlenianiem termicznym lub adsorpcją na węglu aktywnym). W odniesieniu do zorganizowanych emisji amoniaku, odorów, pyłu i całkowitego LZO do powietrza z biologicznego przetwarzania odpadów określono poziomy emisji powiązane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) – tabela 7.

Tabela 7. Poziomy emisji powiązane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL)

Zanieczyszczenie	Jednostka	BAT-AEL (średnia z okresu pobierania próbek)	Proces przetwarzania odpadów
NH <sub>3</sub>	mg/m <sup>3</sup>	0,3 – 20	Wszystkie rodzaje biologicznego przetwarzania odpadów
Odory	ouE/m <sup>3</sup>	200 – 1000	
Pył	mg/m <sup>3</sup>	2 – 5	Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów
Całkowite LZO	mg/m <sup>3</sup>	5 – 40	

Zgodnie z BAT 37, w odniesieniu do tlenowego przetwarzania odpadów, w celu ograniczania emisji rozproszonych do powietrza, w tym odorów, z etapów przetwarzania na otwartej przestrzeni zaleca się: stosowanie przykryć z półprzepuszczalnych membran (np. na przyzmy kompostu); przystosowanie działań do warunków meteorologicznych (uwzględnianie warunków pogodowych oraz prognoz podczas podejmowania znaczących procesów technologicznych na otwartej przestrzeni (np. unikanie tworzenia lub przerzucania przyzm, przesiewania lub rozdrabniania w przypadku niekorzystnych, pod względem dyspersji zanieczyszczeń, warunków meteorologicznych; minimalizowanie, podczas układania przyzm, powierzchni kompostowej narażonej na podmuchy wiatru). W odniesieniu do beztlenowego przetwarzania odpadów, w celu zmniejszenia emisji zapachów do powietrza zaleca się ograniczenie do minimum trudności eksploatacyjnych, takich jak pienienie się, które mogą prowadzić do emisji odorów (BAT 38).

W przypadku spalania odpadów (Decyzja Wykonawcza Komisji (UE) 2019/2010 z dnia 12 listopada 2019 r.)<sup>23</sup>, w celu zapobiegania lub ograniczania emisjom rozproszonym, w kontekście odorów należy (BAT 21):

- magazynować stałe i półpłynne odpady, które mogą uwalniać substancje zapachowe, w budynkach zamkniętych w warunkach kontrolowanego podciśnienia, a odprowadzane z nich gazy wykorzystywać do spalania lub, w przypadku ryzyka wybuchu, kierować je do innego odpowiedniego systemu redukcji emisji;
- magazynować odpady płynne w zbiornikach pod odpowiednim ciśnieniem, a odprowadzane gazy kierować do spalania lub systemów oczyszczania gazów;
- kontrolować ryzyko emisji odorów podczas okresów całkowitego wyłączenia, np. poprzez kierowanie gazów do alternatywnego systemu oczyszczania (np. płuczka, adsorber), zminimalizowanie ilości magazynowanych odpadów, np. poprzez przerywanie, ograniczanie lub przekierowywanie dostaw odpadów w ramach gospodarowania strumieniami odpadów, magazynowanie odpadów w prawidłowo uszczelnionych belach.

Ponadto odpady, które mogą być źródłem emisji zapachów należy prowadzić do pieca za pomocą bezpośredniego załadunku (BAT 22).

BAT dla przetwarzania odpadów znajdują zastosowanie do większości działalności związanych z powstawaniem odpadów, których magazynowanie lub przetwarzanie może wiązać się z emisją zapachów.

## **Przemysł chemiczny**

W dokumencie „Wytyczne dla Branży Chemicznej w Polsce Systemy Obróbki / Zarządzania Wodami i Gazami Odpadowymi w Sektorze Chemicznym”<sup>24</sup> zawierającym Najlepsze Dostępne Techniki, źródła emisji gazów odpadowych podzielono na dwie główne grupy: źródła niskotemperaturowe, takie jak procesy produkcyjne, postępowanie z chemikaliami, testy produktów i źródła wysokotemperaturowe, takie jak procesy spalania, obejmujące kotłownie, elektrownie, spalarnie i instalacje utleniania katalitycznego. W kontekście unikania i ograniczania zapachowego oddziaływania obiektów z sektora przemysłu chemicznego uwzględniono w szczególności emisje odorów z procesów oczyszczania ścieków przemysłowych. Zgodnie z konkluzjami przyjętymi Decyzją Wykonawczą Komisji (UE) 2016/902 z dnia 30 maja 2016 r.<sup>25</sup> w systemie zarządzania środowiskowego (BAT 1), mającego na celu poprawę ogólnej efektywności środowiskowej, należy uwzględnić m.in. plan zarządzania odorami, który zgodnie z BAT 20 powinien obejmować: protokół zawierający odpowiednie działania i harmonogram, protokół monitorowania odorów, protokół reagowania na stwierdzone przypadki wystąpienia odorów, program zapobiegania występowaniu odorów i ich ograniczania mający na celu określenie ich

---

<sup>23</sup> Decyzja Wykonawcza Komisji (UE) 2019/2010 z dnia 12 listopada 2019 r. ustanawiająca konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE w odniesieniu do spalania odpadów

<sup>24</sup> Najlepsze Dostępne Techniki (BAT): Wytyczne dla Branży Chemicznej w Polsce Systemy Obróbki / Zarządzania Wodami i Gazami Odpadowymi w Sektorze Chemicznym, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2005

<sup>25</sup> Decyzja Wykonawcza Komisji (UE) 2016/902 z dnia 30 maja 2016 r. ustanawiająca konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) w odniesieniu do wspólnych systemów oczyszczania ścieków/gazów odlotowych i zarządzania nimi w sektorze chemicznym zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE

źródeł, pomiar/ oszacowanie narażenia na odory, określenie udziału poszczególnych źródeł, oraz wprowadzanie środków w zakresie zapobiegania lub ograniczania. Większość wytycznych w zakresie odorów ma zastosowanie jedynie dla obiektów potencjalnie uciążliwych zapachowo lub takich, dla których negatywne oddziaływanie zapachowe zostało stwierdzone.

Zgodnie z BAT 5 należy okresowo monitorować emisje rozproszone LZO do powietrza, w tym wykorzystując metody detekcji odorów (np. przy użyciu przyrządów przenośnych zgodnie z normą EN 15446: Niekontrolowana i rozproszona emisja w sektorze przemysłowym. Pomiar emisji par wydobywających się z nieszczelnych instalacji i przewodów) w połączeniu z krzywymi korelacji w odniesieniu do kluczowego wyposażenia. Ponadto emisje odorów mogą być monitorowane z wykorzystaniem olfaktometrii dynamicznej zgodnie z normą EN 13725: Jakość powietrza. Oznaczanie stężenia zapachowego metodą olfaktometrii dynamicznej (BAT 6). Monitorowanie emisji można uzupełnić poprzez pomiar lub oszacowanie narażenia na odory lub oszacowanie skutków takiego narażenia.

W celu zapobiegania występowaniu lub ograniczania emisji odorów w trakcie zbierania i oczyszczania ścieków i osadu zalecane jest stosowanie następujących technik (BAT 21):

- minimalizacja czasu przebywania ścieków i osadów w systemach zbierania i magazynowania, w szczególności w warunkach beztlenowych;
- zabiegi chemiczne mające na celu usuwanie związków zapachowych lub ograniczanie ich powstawania, takie jak utlenianie lub wytrącanie siarkowodoru;
- zabiegi mające na celu optymalizację rozkładu tlenowego, takie jak: kontrolowanie zawartości tlenu, częsta obsługa techniczna systemu napowietrzania, stosowanie czystego tlenu, usuwanie piany w zbiornikach;
- przykrywanie lub hermetyzacja urządzeń do zbierania i oczyszczania ścieków i osadu w celu zbierania gazów złownych do dalszej obróbki;
- metody oczyszczania gazów, takie jak: oczyszczanie biologiczne, utlenianie termiczne.

## **Magazynowanie**

Wśród ogólnych zasad zapobiegania i redukcji emisji zawartych w Dokumencie Referencyjnym dotyczącym Najlepszych Dostępnych Technik dla Emisji z magazynowania<sup>26</sup> uwzględniono zapobieganie i ograniczanie emisji zapachów. W ramach zasady minimalizowania emisji przy magazynowaniu w zbiornikach zaleca się stosowanie dla zbiorników otwartych, basenów i niecek pokryw pływakających zapobiegających emisji zanieczyszczeń, a w szczególności odorów, do atmosfery.

## **Przemysł spożywczy**

Zgodnie z Decyzją Wykonawczą Komisji (UE) 2019/2031 z dnia 12 listopada 2019 r.<sup>27</sup> ustanawiającą konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) w odniesieniu do przemysłu

---

<sup>26</sup> Komisja Europejska, Zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola. Dokument Referencyjny dotyczący Najlepszych Dostępnych Technik dla Emisji z magazynowania, 2006

<sup>27</sup> Decyzja Wykonawcza Komisji (UE) 2019/2031 z dnia 12 listopada 2019 r. ustanawiająca konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) w odniesieniu do przemysłu spożywczego, produkcji napojów i mleczarskiego zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE



spożywczego, produkcji napojów i przemysłu mleczarskiego w ramach systemu zarządzania środowiskowego (BAT 1) należy uwzględnić plan zarządzania odorami obejmujący następujące elementy (BAT 15): protokół zawierający działania i harmonogram, protokół monitorowania odorów (może być uzupełniany o pomiary lub szacunki narażenia lub skutków takiego narażenia na odory), protokół reagowania na stwierdzone przypadki wystąpienia odorów (np. skargi), program zapobiegania występowaniu odorów i ich ograniczania (mający na celu określenie ich źródeł, pomiar/oszacowanie narażenia na odory, określenie udziału poszczególnych źródeł oraz wdrożenie środków zapobiegawczych lub ograniczających emisję). Wytyczne te mają zastosowanie dla obiektów potencjalnie uciążliwych zapachowo oraz takich, dla których negatywne oddziaływanie na zapachową jakość powietrza zostało stwierdzone. Ponadto dokument *Zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich ograniczanie Dokument referencyjny na temat najlepszych dostępnych technik w przemyśle spożywczym (FDM)*<sup>28</sup> określa główne zanieczyszczenia powietrza z procesów stosowanych w przemyśle spożywczym: pył, LZO i zapach. Odory są problemem w skali lokalnej i wynikają z procesu produkcyjnego lub przechowywania surowców, produktów ubocznych oraz odpadów. W dokumencie zostały omówione techniki ograniczania emisji uciążliwych zapachów i LZO.

### **Rzeźnie i przetwórstwo produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego**

Zgodnie z Dokumentem Referencyjnym na temat Najlepszych Dostępnych Technik dla Rzeźni oraz Przetwórstwa Produktów Ubocznych Pochodzenia Zwierzęcego<sup>29</sup> emisje odorów w tym sektorze uznawane są za źródło lokalnych uciążliwości, jednakże stanowią istotny problem funkcjonowania obiektów w kontekście ich oddziaływania na otoczenie. Z tego względu konieczna jest kontrola procesów mogących stanowić źródło emisji substancji złownonych. Do przykładowych technik unikania bądź ograniczania emisji zapachów należą: jak najkrótsze przechowywanie krwi i innych produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego lub ich zamrażanie, gdy nie jest możliwe ich przetworzenie przed nastąpieniem procesów rozkładu będących źródłem odorów; w procesach, w których wykorzystywane są substancje zapachowe lub podczas których powstają odory zaleca się kierowanie odciąganych gazów do biologicznych instalacji dezodoryzacji (biofiltry). Podczas utylizacji surowców, w przypadku których nie udało się uniknąć emisji złownonych gazów, zalecanie jest spalanie w kotłowni lub utlenianie termiczne, a następnie doczyszczanie gazów w biofiltrze. Dla produkcji mączki rybnej i oleju rybnego zaleca się stosowanie świeżych surowców i kierowanie złownonych gazów do spalania z odzyskiem ciepła. Do spalania produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego zaleca się kierowanie powietrza kanałami z instalacji i urządzeń do komory spalania, stosowanie technik unikania powstawania odorów podczas przerw w pracy spalarni, a gdy zapobiegnięcie powstania odorów nie jest możliwe – stosowanie adsorpcji na węglu aktywnym. Ponadto istotnym elementem zapobiegania powstawaniu odorów są działania na etapie dostaw zwierząt do rzeźni oraz surowców do instalacji produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego – na jakość powietrza w tych obiektach mogą mieć wpływ: świeżość, stopień oddzielenia różnych materiałów i specyfikacja surowców. Ponadto zidentyfikowano BAT związane

---

<sup>28</sup> BREF, Zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich ograniczanie Dokument referencyjny na temat najlepszych dostępnych technik w przemyśle spożywczym (FDM)

<sup>29</sup> Komisja Europejska, Zintegrowane Zapobieganie Zanieczyszczeniom i ich Kontrola. Dokument Referencyjny na temat Najlepszych Dostępnych Technik dla Rzeźni oraz Przetwórstwa Produktów Ubocznych Pochodzenia Zwierzęcego, 2005

z dostawą i żywieniem zwierząt, a także przechowywaniem produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego.

Zgodnie z Dyrektywą 2010/75/UE w sprawie emisji przemysłowych emisja odorów w przemyśle garbarskim<sup>30</sup> może powstawać w wyniku rozkładu nieprawidłowo solonych lub składowanych skór, nagromadzonych odpadów, procesów w warsztacie mokrym oraz w nieprawidłowo kontrolowanych i utrzymywanych oczyszczalniach. Aby zapobiec powstawaniu związków zapachowych należy zapewnić prawidłową kontrolę tych czynności. Do najlepszych dostępnych technik ograniczania emisji odorów w przemyśle garbarskim należą: częściowe lub całkowite zastąpienie związków amonowych podczas odwapniania, ograniczenie emisji amoniaku i siarkowodoru poprzez płukanie (skrubing) lub biofiltrację powietrza wylotowego, solenie i przechowywanie skór surowych zapobiegające rozkładowi oraz ścisła rotacja zapasów, procedury postępowania i przechowywania mające na celu ograniczenie rozkładu odpadów, kontrola pH i procesy oczyszczania w celu usunięcia zawartości siarczków, unikanie stosowania w procesie obróbki chlorowcowanych lotnych związków organicznych.

### **Przemysł celulozowo-papierniczy**

Dyrektywa w sprawie emisji przemysłowych<sup>31</sup> zawiera również wytyczne w zakresie produkcji mas włóknistych, papieru i tektury. Do proponowanych technik zapobiegania lub zmniejszania emisji odorów z papierni należą: odpowiednie projektowanie procesów produkcji papieru z uwzględnieniem optymalnym wymiarów i urządzeń, aby uniknąć przedłużającego się czasu retencji, martwych stref i obszarów o niedostatecznym mieszaniu w obiegach wody i powiązanych jednostkach, w celu uniknięcia niekontrolowanego formowania się osadów w rurach i w kadziach; optymalne zarządzanie i funkcjonowanie układu wody podsitowej, włącznie z kontrolą i monitorowaniem wody wpływającej, prędkości przepływu oraz właściwości wody podsitowej (obejmuje to także konserwację i czyszczenie urządzeń, a w niektórych przypadkach również wewnętrzne selektywne oczyszczanie wody procesowej; stosowanie biocydów do kontroli rozwoju bakterii; stosowanie środków utleniających do kontroli zapachów złwonnych i rozwoju bakterii; w przypadku powstawania H<sub>2</sub>S stosowanie azotanu wapnia w kolumnach wody podsitowej i w kolumnie magazynowej masy włóknistej; instalowanie wewnętrznych procesów oczyszczania w celu zmniejszenia stężeń substancji organicznych, a w rezultacie emisji zapachów złwonnych w układzie wody podsitowej (wewnętrzne procesy mogą polegać na stosowaniu separacji membranowej lub oczyszczania biologicznego lub połączeniu obu technik; otwarcie zamkniętych obiegów wody w celu usunięcia z nich zanieczyszczeń. Możliwe metody ograniczania emisji zapachów złwonnych związanych z oczyszczaniem ścieków i obróbką osadów obejmują: stosowanie systemów kanalizacyjnych i pierwszy stopień oczyszczania, metody wtórnego oczyszczania ścieków oraz stosowanie urządzeń do suszenia osadów.

Na podstawie przeprowadzonego przeglądu rodzajów działalności, dla których w dokumentach referencyjnych BREF / konkluzjach BAT wskazuje się rozwiązania mające na celu ograniczenie emisji odorów można sformułować następując wniośki:

---

<sup>30</sup> BREF, Garbowanie skór Dyrektywa 2010/75/UE w sprawie emisji przemysłowych (TAN) (Zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola), 2013

<sup>31</sup> BREF, Dokument referencyjny w zakresie produkcji mas włóknistych, papieru i tektury (PP) Dyrektywa w sprawie emisji przemysłowych 2010/75/UE (Zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola), 2015

- rozwiązania w zakresie ograniczenia emisji odorów zostały określone aktualnie dla takich sektorów jak: hodowla drobiu i świń, przemysł chemiczny, przetwarzanie odpadów, przemysłu spożywczego, w tym przetwórstwa mięsa i produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, przemysłu celulozowo-papierniczego, a także dla przedsięwzięć związanych z magazynowaniem materiałów zapachowych;
- brakuje rozwiązań m.in. dla oczyszczalni ścieków komunalnych, czy hodowli bydła;
- wśród głównych rozwiązań wskazuje się przede wszystkim uwzględnienie w systemie zarządzania środowiskowego mającego na celu poprawę ogólnej efektywności środowiskowej gospodarstw, wdrożenie planu zarządzania zapachami, monitorowanie emisji odorów, optymalizację procesów w celu unikania powstawania związków zapachowych (np. unikanie procesów beztlenowych), odpowiednie magazynowanie, hermetyzację i metody oczyszczania gazów adekwatne do rodzaju emitowanych zanieczyszczeń.

#### **4.1.3. Analiza przedsięwzięć z rozporządzenia w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko**

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko<sup>32</sup> określa rodzaje przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko oraz przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko. Przeanalizowano przedsięwzięcia z obu wymienionych grup pod kątem potencjalnego oddziaływania na zapachową jakość powietrza.

Do przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko, dla których powinno się uwzględniać oddziaływanie na zapachową jakość powietrza, zalicza się:

- instalacje do wyrobu substancji przy zastosowaniu procesów chemicznych służące do wytwarzania: podstawowych produktów lub półproduktów chemii organicznej, podstawowych produktów lub półproduktów chemii nieorganicznej, nawozów mineralnych;
- instalacje do wytwarzania podstawowych produktów farmaceutycznych z zastosowaniem procesów chemicznych lub biologicznych;
- instalacje do powierzchniowej obróbki metali lub tworzyw sztucznych, z zastosowaniem procesów chemicznych lub elektrolitycznych, o całkowitej objętości waniennych procesowych większej niż 30 m<sup>3</sup>;
- instalacje do wytwarzania papieru lub tektury, o zdolności produkcyjnej nie mniejszej niż 200 t na dobę;
- instalacje do oczyszczania ścieków przewidziane do obsługi liczby mieszkańców większej niż 150 000 RLM;
- instalacje do przetwarzania, w rozumieniu art. 3 ust. 1 pkt 21 ustawy o odpadach, odpadów niebezpiecznych, w tym składowiska odpadów niebezpiecznych oraz miejsca retencji powierzchniowej odpadów niebezpiecznych;
- instalacje do przetwarzania, w rozumieniu art. 3 ust. 1 pkt 21 ustawy o odpadach,

---

<sup>32</sup> Dz. U. poz. 1839

odpadów inne niż wymienione w pkt 41 i 46, w tym składowiska odpadów inne niż wymienione w pkt 41, mogące przyjmować odpady w ilości nie mniejszej niż 10 t na dobę lub o całkowitej pojemności nie mniejszej niż 25 000 t, z wyłączeniem instalacji do wytwarzania biogazu rolniczego w rozumieniu art. 2 pkt 2 ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. z 2020 r. poz. 261, 284, 568, 695, 1086 i 1503);

- chów lub hodowla: nerek w liczbie nie mniejszej niż 105 dużych jednostek przeliczeniowych (DJP), innych zwierząt w liczbie nie mniejszej niż 210 DJP.

Do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko, dla których powinno się uwzględnić oddziaływanie na zapachową jakość powietrza, zalicza się:

- instalacje do wytwarzania produktów przez mieszanie, emulgowanie lub konfekcjonowanie chemicznych półproduktów lub produktów podstawowych;
- instalacje do powierzchniowej obróbki substancji, przedmiotów lub produktów z zastosowaniem rozpuszczalników organicznych, z wyłączeniem zmian tych instalacji polegających na wprowadzeniu do ciągu technologicznego kontenerowych urządzeń odzysku rozpuszczalników;
- instalacje do produkcji mas bitumicznych;
- instalacje do garbowania lub uszlachetniania skór;
- instalacje do wytwarzania papieru lub tektury, inne niż wymienione w § 2 ust. 1 pkt 19;
- instalacje do przetwarzania celulozy;
- instalacje do oczyszczania ścieków inne niż wymienione w § 2 ust. 1 pkt 40, przewidziane do obsługi liczby mieszkańców nie mniejszej niż 400 równoważnej liczby mieszkańców w rozumieniu art. 86 ust. 3 pkt 2 ustawy – Prawo wodne;
- instalacje związane z przetwarzaniem, w rozumieniu art. 3 ust. 1 pkt 21 ustawy o odpadach, odpadów, inne niż wymienione w § 2 ust. 1 pkt 41–47, z wyłączeniem instalacji do wytwarzania biogazu rolniczego w rozumieniu art. 2 pkt 2 ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii, o zainstalowanej mocy elektrycznej nie większej niż 0,5 MW lub wytwarzających ekwiwalentną ilość biogazu rolniczego wykorzystywanego do innych celów niż produkcja energii elektrycznej, a także miejsca retencji powierzchniowej odpadów oraz rekultywacja składowisk odpadów;
- instalacje do produkcji i przetwórstwa tłuszczów roślinnych lub zwierzęcych;
- instalacje do przetwórstwa owoców, warzyw, ryb lub produktów pochodzenia zwierzęcego, z wyłączeniem tłuszczów zwierzęcych, o zdolności produkcyjnej nie mniejszej niż 50 t na rok;
- instalacje do produkcji mleka lub wyrobów mleczarskich, o zdolności produkcyjnej nie mniejszej niż 50 t na rok;
- instalacje do produkcji wyrobów cukierniczych lub syropów, o zdolności produkcyjnej nie mniejszej niż 50 t na rok;
- instalacje do uboju zwierząt;
- instalacje do pozyskiwania skrobi;
- instalacje do produkcji tranu lub mączki rybnej;

- browary o wydajności nie mniejszej niż 50 000 hl na rok lub słodownie o wydajności nie mniejszej niż 50 000 t na rok;
- cukrownie;
- gorzelnie o wydajności nie mniejszej niż 100 hl na rok;
- chów lub hodowla nerek z uwzględnieniem warunków opisanych w Rozporządzeniu;
- chów lub hodowla zwierząt, innych niż wymienione w punkcie poprzednim, z uwzględnieniem warunków opisanych w Rozporządzeniu.

Na podstawie przeprowadzonego przeglądu przedsięwzięć wymienionych w rozporządzeniu w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, pod kątem ich potencjalnego oddziaływania zapachowego można stwierdzić, że:

- wśród 53 rodzajów przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko 8 stanowią przedsięwzięcia mogące wpływać na zapachową jakość powietrza;
- spośród 108 rodzajów przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko aż 20 stanowią przedsięwzięcia charakteryzujące się oddziaływaniem zapachowym;
- w obu grupach występują przedsięwzięcia sektora komunalnego, takie jak: instalacje do oczyszczania ścieków oraz przetwarzania odpadów. Należy podkreślić, że z uwagi na powszechność występowania tego rodzaju instalacji w Polsce stanowią one istotne źródła emisji odorów;
- ważne jest zatem, aby w analizie oddziaływania na środowisko wyżej wymienionych przedsięwzięć dużą uwagę poświęcić aspektowi oddziaływania na zapachową jakość powietrza i potencjalnemu wpływowi na uciążliwość zapachową.

#### **4.1.4. Zestawienie przedsięwzięć w ramach poszczególnych sektorów**

Na podstawie przeprowadzonych analiz, zawartych w rozdziałach 4.1.1 – 4.1.3, zidentyfikowano kluczowe sektory i rodzaje przedsięwzięć, których funkcjonowanie wiąże się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej. Zestawiono je w poniższej tabeli (tabela 8) i opisano szczegółowo w dalszej części rozdziału.

Tabela 8. Główne sektory i przedsięwzięcia, których funkcjonowanie wiąże się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej<sup>33,34</sup>

Sektor	Źródło emisji	Główne zanieczyszczenia	Stężenie zapachowe [ou <sub>e</sub> /m <sup>3</sup> ]	
			minimalne	maksymalne
Rolno-spożywczy	Chów i hodowla zwierząt - chlewnie	tlenowe związki organiczne, związki siarki, związki azotu, siarkowodór, amoniak	79	56 000
	Chów i hodowla zwierząt - ферmy drobiu	tlenowe związki organiczne, związki siarki, związki azotu, siarkowodór, amoniak	42	10 000
	Przetwórstwo ryb	tlenowe związki organiczne, związki siarki, związki azotu, siarkowodór, amoniak	2 800	310 000
	Zakłady mięsne	tlenowe związki organiczne, związki siarki, związki azotu, siarkowodór, amoniak	70	185 000
	Przetwórstwo odpadów poubojowych	tlenowe związki organiczne, związki siarki, związki azotu, chlorowcowane węglowodory, siarkowodór, amoniak	1 350	2 025 000
	Wytwórnice pieczywa cukierniczego	węglowodory alifatyczne	1 200	68 000
	Piekarnie	węglowodory alifatyczne	800	1 600
	Wytwórnice kakao i czekolady	odory, tlenowe związki organiczne, związki siarki, związki azotu, olejki eteryczne	5 000	15 000
	Cukrownie	węglowodory alifatyczne	30	1 800
	Produkcja olejów roślinnych	odory	2 000	100 000
	Wytwórnice napojów alkoholowych	3-metylobutanal, dimetylosulfid oraz mircen	21 000	48 000
	Zakłady tytoniowe	odory, węglowodory aromatyczne, tlenowe związki organiczne, związki azotu, amoniak	500	70 000
Komunalny	Oczyszczalnie ścieków	węglowodory alifatyczne, węglowodory aromatyczne, tlenowe związki organiczne, związki siarki, związki azotu, chlorowcowane węglowodory, siarkowodór, amoniak	490	9 800
	Spalanie osadów ściekowych	węglowodory alifatyczne, węglowodory aromatyczne, tlenowe związki organiczne, związki siarki, związki azotu, chlorowcowane węglowodory, siarkowodór, amoniak	1 100	14 000
	Gospodarka odpadami	alkany, WWA, kwasy i estry, terpeny, aldehydy, ketony, alkohole, benzyny, związki chlorowcowane, amoniak,	150	25 000

<sup>33</sup> Szklarczyk M., Zwoździak J., Sówka I., Przemysłowe źródła emisji odorów, [w:] M. I. Szykowska, J. Zwoździak (red.), Współczesna problematyka odorów, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2010

<sup>34</sup> Fukuyama J.: Odor pollution control for various odor emission sources in Japan, East Asia Workshop on Odor Measurement and Control Review, Office of Odor, Noise and Vibration, Environmental Management Bureau, Ministry of the Environment, Government of Japan, 2004, 67-77

Sektor	Źródło emisji	Główne zanieczyszczenia	Stężenie zapachowe [ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> ]	
			minimalne	maksymalne
		związki siarki, siloksany, ftalany, eter, estry, aminy, tiole,		
Przetwórstwo przemysłowe	Przemysł samochodowy	węglowodory alifatyczne, węglowodory aromatyczne, tlenowe związki organiczne, związki azotu, tlenowe związki organiczne, związki azotu	490	18 000
	Przemysł fotograficzny	węglowodory alifatyczne, tlenowe związki organiczne	430	41 000
	Przetwórstwo gumy	odory, węglowodory alifatyczne, węglowodory aromatyczne, tlenowe związki organiczne	280	79 000
	Przemysł celulozowy i papierniczy	odory, węglowodory alifatyczne, węglowodory aromatyczne, tlenowe związki organiczne	8000	1 300 000
	Wytwórnice płyt wiórowych i paździerzowych	odory, węglowodory alifatyczne, węglowodory aromatyczne, tlenowe związki organiczne	400	4 000
	Galwanizownie	odory, węglowodory alifatyczne, węglowodory aromatyczne, tlenowe związki organiczne, amoniak	10	410
	Odlewnie	odory, węglowodory alifatyczne, węglowodory aromatyczne, tlenowe związki organiczne, amoniak	400	4 000
	Garbarnie	benzen, formaldehyd, fenole, amoniak, związki siarki, aminy	320	51 000

### Sektor rolno-spożywczy

Przemysł rolno-spożywczy charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem pod względem emisji odorów i oddziaływania na zapachową jakość powietrza. Różnorodność stosowanych technologii i wielość źródeł sprawia, że obiekty należące do tego sektora nie mogą być traktowane w sposób jednakowy. Do procesów produkcyjnych powodujących emisje zapachów w przemyśle spożywczym zaliczamy: fermentację, rafinację olejów i tłuszczów jadalnych, przyjmowanie i magazynowanie surowców, sortowanie, selekcja, obtuszczenie lub szypułkowanie, usuwanie łodyg i przycinanie, obrabianie, mieszanie i homogenizacja, usuwanie wolnych kwasów tłuszczowych, wybielanie, destylacja, rozpuszczanie, fermentacja, kiełkowanie, wędzenie, blanszowanie, gotowanie i warzenie, pieczenie, prażenie, smażenie, suszenie. Rolnictwo należy do głównych źródeł emisji amoniaku i odpowiada za 94% emisji tego zanieczyszczenia<sup>35</sup>. Dominującymi źródłami emisji amoniaku są tu: gospodarka odchodami zwierzęcymi (79%) i stosowanie nawozów mineralnych (21%).

### Chów i hodowla zwierząt

Głównymi źródłami emisji odorantów z obiektów inwentarskich są procesy fermentacji i gnicia ściółki oraz procesy rozkładu odchodów i resztek pokarmu. Związki o charakterze zapachowym

<sup>35</sup> Ministerstwo Klimatu: Krajowy bilans emisji SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, NH<sub>3</sub>, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 1990 – 2018, Warszawa 2020

powstają również w wyniku procesów oddychania, trawienia oraz parowania z powierzchni skóry zwierząt inwentarskich<sup>36</sup>. Odorantami typowymi dla hodowli i utrzymania zwierząt są amoniak, siarkowodór i metan, które zazwyczaj występują w wysokich stężeniach. Poza tym, wymienić należy również tlenie, sulfidy, fenole, ketony, aldehydy, kwasy alifatyczne, estry, aminy, heterocykliczne związki zawierające siarkę i azot czy alkohole alifatyczne<sup>37</sup>. Skład gazów powstających w obiektach inwentarskich jest uzależniony od wielu czynników, przede wszystkim od gatunku i wieku hodowanych zwierząt<sup>38</sup>. Istotną rolę w powstawaniu uciążliwości zapachowej z obiektów gospodarki hodowlanej odgrywają czynniki środowiskowe i techniczne, wśród których wymienić należy: temperaturę pomieszczeń, wilgotność, prędkość ruchu powietrza, wielkość dostępnej powierzchni, rodzaj posadzki, rodzaj stosowanych ściółek (lub chów bezściółkowy) oraz konstrukcję systemów wentylacji, a także metody postępowania z wytworzonym obornikiem<sup>39</sup>. Równie istotnym czynnikiem jest sposób żywienia zwierząt, polegający na odpowiednim bilansowaniu pasz, co ma na celu redukcję ilości białka w odchodach zwierząt oraz zmniejszenie ich odczynu pH<sup>40</sup>.

W polskiej hodowli największe znaczenie ma chów bydła, trzody chlewnej i drobiu. Dane na temat pogłowia zwierząt gospodarskich w 2019 r. przedstawiono w tabeli 9. Pogłowie bydła liczyło 6358 tys. szt., pogłowie trzody chlewnej 10781 tys. szt., a pogłowie drobiu ponad 201 mln. szt.<sup>41</sup>. Wyniki przeprowadzonej w latach 90 analizy skarg ludzi na uciążliwość zapachową z gospodarki hodowlanej wskazują chów drobiu (39%) i trzody chlewnej (35%) jako najbardziej znaczące źródło emisji zapachów. Zdecydowanie mniejsze ilości skarg napływają w związku z hodowlą zwierząt futerkowych (9%) i bydła (5%)<sup>42</sup>.

Tabela 9. Zwierzęta gospodarskie w Polsce w 2019 r.<sup>43</sup>

Zwierzęta gospodarskie	Liczba ogółem [tys. ton]
Bydło (w tym krowy)	6358 (2461)
Owce	273
Trzoda chlewna (w tym lochy)	10781 (755)
Kury (w tym nioski)	178342 (53190)
Gęsi	1061

<sup>36</sup> Grzelka, A., Sówka, I., & Miller, U., Metody oceny emisji odorów z obiektów gospodarki hodowlanej. *Inżynieria Ekologiczna*, 19(2), 2018, 56-64

<sup>37</sup> Tymczyńska L., Chmielowiec-Korzeniowska A., Drabik A., Raczyńska J., Redukcja mikrobiologicznych zanieczyszczeń powietrza emitowanego z chlewni bezściółkowej przy zastosowaniu różnych zóź biofiltracyjnych, [w:] Współczesna problematyka odorów, pod red. Szynkowska M.I., Zwoździak J., Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2010, 255-268

<sup>38</sup> Korczyński M., Opaliński S., Kołacz R., Dobrzański Z., Gbiorczyk W., Szołtysik M.: Chemiczne i biotechnologiczne preparaty do ściółki, po-miotu i gnojowicy ograniczające emisję odorów i gazów toksycznych „u źródła”, [w:] Współczesna problematyka odorów, pod red. Szynkowska M.I., Zwoździak J., Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2010, 452-478

<sup>39</sup> Herbut E., Waczak J., Krawczyk W., Szewczyk A., Pająk T. 2010. Badania emisji odorantów z utrzymania zwierząt gospodarskich, [w:] Współczesna problematyka odorów, p. red. Szynkowska M.I., Zwoździak J., Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1-12

<sup>40</sup> Jugowar J.L., Kołodziejczyk T., Myczko R., Graczyk A., Ocena skuteczności działania nanopreparatów do higienizacji pomieszczeń inwentarskich [w:] Współczesna problematyka odorów, pod red. Szynkowska M.I., Zwoździak J., Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2010, 310-326

<sup>41</sup> GUS, Mały Rocznik Statystyczny Polski, Warszawa 2020

<sup>42</sup> Kośmider J., Wszyński B., Mazur-Chrzanowska B. 2002. Odory. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa

<sup>43</sup> GUS, Mały Rocznik Statystyczny Polski, Warszawa 2020



Zwierzęta gospodarskie	Liczba ogółem [tys. ton]
Indyki	15939
Kaczki	5704

Za najbardziej uciążliwe zapachowo uważa się tzw. fermy wielkoprzemysłowe, czyli gospodarstwa o obsadzie ponad 40 000 osobników drobiu lub 2 000 świń (tuczników o wadze >30 kg lub 750 macior). Gospodarstwa tego typu charakteryzuje wysoce uprzemysłowiony profil produkcji zwierzęcej, o znaczącym oddziaływaniu na środowisko, głównie w wyniku wytwarzania bardzo dużych ilości nawozów naturalnych. W tabeli 10 przedstawiono wskaźniki emisji odorów w zależności od rodzaju hodowanych zwierząt.

Tabela 10. Obliczone wskaźniki emisji odorów dla różnych grup zwierząt<sup>44</sup>

Grupa zwierząt	Wskaźnik emisji [ou <sub>E</sub> / (s·szt. )]
Warchlaki	19,29
Tuczniki	8,49
Maciory	20,63
Drób – brojlery	0,15

### Uprawa roślin

W przypadku działalności rolniczej w postaci uprawy roślin na emisję odorów największy wpływ ma magazynowanie i stosowanie nawozów, przede wszystkim pochodzenia naturalnego<sup>45</sup>. „Kodeks dobrej praktyki rolniczej” w celu ograniczenia ryzyka powstawania odorów proponuje m.in. ograniczenie stosowania nawozów: na glebach zalanych wodą, śniegiem lub zamrożonych, w okresie od 1 grudnia do końca lutego; naturalnych w postaci płynnej i mineralnych azotowych na gleby bez okrywy roślinnej położonych na stokach o dużym nachyleniu; naturalnych w formie płynnej w okresie wegetacyjnym roślin przeznaczonych do bezpośredniego spożycia przez ludzi; naturalnych w odległości do 20 m od wód powierzchniowych, stref ochrony wód i obszarów morskiego pasa nadbrzeżnego.

### Cukrownie

W Polsce surowcem do produkcji cukru są buraki cukrowe. Ze względu na emisję odorów, istotne jest to, że kampania zasadnicza (cukrowa) obejmuje okres czwartego kwartału roku; kampania tzw. sokowa prowadzona jest w okresie od marca do czerwca. Przez cały rok źródłem emisji odorów są osadniki, w których są gromadzone osady powstające podczas wstępnej obróbki surowca. Stężenia zapachowe emitowanych gazów, zmierzone podczas kampanii sokowej z różnych etapów technologicznych, mieściły się w granicach 30–1800 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>. Podczas kampanii cukrowej natomiast stężenia wynoszą 470–56 700 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>, a źródłem emisji zapachów są osadniki wód spławiakowych. Niosą one ze sobą szlam zawierający glebę oraz drobne cząstki buraków (nitkowate korzenie). Fermentacja materii organicznej, przebiegająca w warunkach beztlenowych, sprawia, że osadniki są całorocznym źródłem emisji zapachów. Aktywność tego źródła wzrasta się,

<sup>44</sup> Grzelka, A., Sówka, I., & Miller, U., Metody oceny emisji odorów z obiektów gospodarki hodowlanej. *Inżynieria Ekologiczna*, 19(2), 2018, 56-64

<sup>45</sup> Departament Ochrony Powietrza i Klimatu, Zgodnie z Kodeksem Przeciwdziałania Uciążliwości Zapachowej, Warszawa, 2016

gdy panują wysokie temperatury (okres letni) oraz wtedy, gdy osad jest usuwany. Akcje usuwania osadu prowadzone są przez kilka dni w sezonie wiosennym. W próbkach pobranych z powierzchni osadników, wartość średnia stężenia wyniosła  $150 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ <sup>46</sup>.

### **Wytwórnice napojów alkoholowych**

W części tej omówiono przemysł browarniczy i gorzelnie. Technologia produkcji piwa składa się z trzech głównych procesów: wytworzenie brzeczki („warzenie piwa”), fermentacja i utwalenie piwa (na utwalenie składają się łącznie: dojrzewanie, filtracja i stabilizacja piwa), rozlewanie i pakowanie. Głównym ich źródłem odorów są tu opary powstające podczas warzenia brzeczki. Wyzwalany zapach pochodzi od złożonej kompozycji licznych związków wonnych. Za najistotniejsze wśród nich uważa się 3-metylobutanal (odpowiedzialny w głównej mierze, za zapach słodu), a także siarczek dimetylowy oraz mircen. Podczas schładzania powstających oparów większość wonnych związków jest usuwana z kondensatem, stąd wielkość emisji zapachów zależy znacznie od stopnia schłodzenia. Kolejnymi źródłami emisji zapachów są silosy, w których składowane są wysłodziny oraz osady powstające podczas filtrowania piwa. W procesie produkcji piwa powstaje też znaczna ilość uciążliwych ścieków. Proces ich oczyszczania również może być źródłem emisji zapachów. Przeprowadzone pomiary stężenia zapachowego gazów emitowanych z podczyszczalni ścieków jednego z polskich browarów wskazały na stężenia około  $48\ 000 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ . Natomiast po zastosowanym procesie biofiltracji wyniosły ponad  $16\ 000 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ <sup>47</sup>.

Destylowanie, rektyfikowanie i mieszanie alkoholi dotyczą podmiotów zajmujących się działalnością w zakresie produkcji alkoholu etylowego, po przetworzeniu przeznaczonego do spożycia. W gorzelniach spirytus surowy jest produkowany z surowców zawierających cukry lub skrobię. Stanowi on półprodukt do wyrobu napojów spirytusowych, a jako tzw. bioetanol jest dodatkiem do benzyny oraz jednym ze składników służących do produkcji ETBE (dodatek uszlachetniający do benzyny). W Polsce istnieje około 1 000 gorzelnii z czego kilka to gorzelnie przemysłowe. Proces produkcji etanolu składa się z następujących etapów: przygotowanie zacieru, fermentacja etanolowa, destylacja, zagospodarowanie wywaru. Źródłem emisji zapachów na etapie przygotowania wywaru może być proces parowania, a wielkość strumienia wyzwalanych zapachów oraz ich jakość hedoniczna zależy od rodzaju surowca. Proces fermentacji przebiega w warunkach beztlenowych, a ulatujące z fermentatora gazy niosą ze sobą istotne ilości związków wonnych, w tym także pary etanolu. Stężenia zapachowe zmierzone w gazach z fermentatorów wyniosły około  $21\ 000 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ , natomiast po zastosowanym procesie absorpcji gazów  $9\ 400 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ <sup>48</sup>.

### **Piekarnie i produkcja wyrobów cukierniczych**

Głównym źródłem emisji zapachów towarzyszących wypiekowi pieczywa jest proces łagodnego prażenia ciasta, w następstwie którego powstaje skórka. W temperaturze wypieku zachodzą reakcje podczas których powstają: melanoidy, karmel, furfuroł, aldehydy i estry. Poznano ponad 70 substancji nadających skórcie pieczywa charakterystyczny smak i zapach. Podczas wypieku część

---

<sup>46</sup> Sówka I., Metody identyfikacji odorotwórczych gazów emitowanych z obiektów przemysłowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011

<sup>47</sup> Ibidem

<sup>48</sup> Szklarczyk M., Zwoździak J., Sówka I., Przemysłowe źródła emisji zapachów, [w:] Współczesna problematyka odorów, M.I. Szynkowska, J. Zwoździak (red.), WNT, Warszawa, 2010, 54–84

tych substancji przechodzi do gazów ulatujących z pieca. Jednostkowa wielkość emisji zapachu podczas wypieku jest oceniana na 800-1 600 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> na 1 kg produktu<sup>49</sup>.

Zapachy emitowane z przemysłu ciastkarskiego są uznawane za przyjemne, jednak podczas długotrwałej ekspozycji i wysokich stężeniach nawet zapachy przyjemne mogą być uciążliwe. Przyczyną emisji zapachów w tym wypadku jest przede wszystkim wysoka temperatura, jakiej poddawane są produkty organiczne, jak na przykład skrobia oraz aromaty spożywcze, które są dodawane na etapie rozrabiania ciasta, w celu poprawy smaku i zapachu produktu gotowego. Najczęściej dodawanymi aromatami są: waniliowy, czekoladowy, śmietankowy, cytrynowy, kakaowy i kokosowy. Według badań, które zostały przeprowadzone w jednym z zakładów ciastkarskich<sup>50</sup>, stężenia zapachowe z pieca do wypieku herbatników wynosiło 8 802 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>. W próbkach gazów pobranych z pozostałych punktów stężenie zapachowe mieściło się w przedziale 198–9494 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>.

### **Palarnie kawy**

W celu nadania ziarnom kawy cech decydujących o ich spożywczej przydatności należy przeprowadzić proces obróbki termicznej. Palenie zaczyna się od temperatury 373 K a kończy powyżej 573 K. Po określonym czasie trwania procesu ziarna poddaje się szybkiemu chłodzeniu. Oba procesy wiążą się z emisją substancji zapachowych takich jak aldehydy, alkohole, fenole, kwasy organiczne, estry oraz organiczne związki siarki i azotu. Stężenie zapachowe gazów niepoddanych dezodoryzacji może sięgać 3x10<sup>5</sup> ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>. Proces dezodoryzacji może być prowadzony na drodze spalania katalitycznego lub termicznego<sup>51</sup>. Do emisji substancji zapachowych może dochodzić również podczas operacji mielenia i pakowania produktu.

### **Wytwórnice kakao i czekolady**

Spożycie czekolady w Polsce przekracza 1 kg rocznie na osobę. Ziarna kakaowca są poddawane złożonym procesom technologicznym. Niektóre z nich wiążą się ze znaczną emisją zapachów. Podczas suszenia w temperaturze poniżej 373K uwalnia się kwas octowy. Podczas prażenia prowadzonego w temperaturze 373K uwalniają się kwasy organiczne, aldehydy, estry, pirazyna. Stężenie zapachowe przyjmuje wartość od 5 000 do 15 000 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup><sup>52</sup>. W mniejszych ilościach substancje uwalniają się m.in. podczas schładzania ziarna po prażeniu, mielenia ziarna oraz oddzielania i oczyszczania tłuszczu (systemem podciśnieniowym), a także preparowania i konfekcjonowania czekolady

### **Zakłady tłoczenia olejów roślinnych**

W Polsce podstawowym surowcem do produkcji olejów roślinnych jest rzepak. Ziarna nasion oleistych są przechowywane w silosach i sukcesywnie przekazywane do przerobu. Na proces technologiczny składają się następujące operacje: czyszczenie i wstępna obróbka ziarna, tłoczenie oleju, oczyszczanie oleju, ekstrakcja (odzyskiwanie resztek oleju z masy po tłoczeniu). Ze względu na to, iż wiele operacji prowadzone jest w podwyższonej temperaturze, produkcja olejów

---

<sup>49</sup> Ibidem

<sup>50</sup> Sówka I., Skrętowicz M., Szklarczyk M., Zwoździak J., Evaluation of nuisance of odour from food industry, Environment Protection Engineering, 2011, 37, 1, 5-12

<sup>51</sup> Szklarczyk M., Zwoździak J., Sówka I., Przemysłowe źródła emisji zapachów, [w:] Współczesna problematyka odorów, M.I. Szykowska, J. Zwoździak (red.), WNT, Warszawa, 2010, 54–84

<sup>52</sup> Ibidem

roślinnych wiąże się ze znaczną emisją gazów o nieprzyjemnym zapachu. Substancje zapachowe mogą tu występować w postaci gazowej lub aerozoli. Wymienić należy tu przede wszystkim kwasy tłuszczowe oraz organiczne połączenia azotu, a w wypadku, gdy przerabiany jest rzepek, dochodzi do emisji siarkowodoru i organicznych związków siarki. Wielkość strumienia gazów odlotowych wyzwalanego w ciągu technologicznym, szczególnie przy takich operacjach jak prażenie ziaren, suszenie i chłodzenie śruty, może przekraczać 5 000 m<sup>3</sup>/Mg przerabianego surowca. Zmierzone stężenie zapachowe w próbkach gazów, z suszenia i chłodzenia śruty wyniosło 2 000–6 000 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>, podczas gdy gazów ulatujących z instalacji ekstrakcji mogą osiągać wartość powyżej 100 000 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup><sup>53</sup>.

### **Zakłady mięsne i przetwórstwa odpadów poubojowych**

W zakres ciągu technologicznego w zakładach rozpatrywanej branży wchodzi szereg operacji, począwszy od uboju aż do konfekcjonowania gotowych wyrobów. Podczas większości operacji procesu technologicznego wyzwalają się zapachy. Procesami związanymi z wyzwalaniem się zapachów mogą być w szczególności: oparzenie, gotowanie czy pieczenie, czyli operacje, przy których zastosowana jest podwyższona temperatura. Badania wykazały, że stężenie zapachowe w połączonym strumieniu gazów z różnych stanowisk w zakładzie drobiarskim wyniosło około 1 000 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup><sup>54</sup>. Kolejne badania<sup>55</sup> wykonane w zakładach mięsnych, w których ciąg technologiczny obejmował przyjęcie żywca (głównie wołowego), pozyskanie półtuszy, aż do produkcji wyrobów garmażeryjnych i wędliniarskich, wykazały, że stężenie zapachowe w gazach wentylowanych z hali żywca wynosiło 70 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>, z hali krat 68 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>, a z hali uboju 37 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>. Najwyższe stężenie odnotowano w gazach wędzarniczych – wyniosło 185 000 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>. Gazy wędzarnicze mają bez wątpienia odorotwórczy charakter determinowany głównie przez takie związki, jak: fenol, akroleina, kwasy tłuszczowe (o krótkich łańcuchach węglowodorowych), formaldehyd, substancje smoliste i wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne. W gazach z hali przyjęć, na terenie badanego obiektu, wyraźnie wyczuwalny był zapach amoniaku. Gazy z pozostałych pomieszczeń przeróbki miały zapach typowy dla przerabianego surowca. Istotnym źródłem emisji zapachu na terenie zakładu były również ścieki, które poddawane były jedynie wstępnemu oczyszczaniu mechanicznemu na kratach, a następnie uśrednianiu. Stężenie zapachowe zmierzone nad zbiornikiem uśredniającym wyniosło 1 344 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>.

Bardzo poważny problem higieniczno-sanitarny stanowią powstające w zakładach przetwórstwa mięsnego odpady, a także konfiskaty zwierząt padłych. Jednym ze sposobów rozwiązania tego problemu jest przerabianie odpadów drobiowych i odpadów z trzody – na mączki (mięsnokostne, z pierza i krwi), które są wykorzystywane do produkcji wysokobiałkowych pasz dla zwierząt gospodarskich. Niestety proces produkcji mączek wiąże się z uwalnianiem dużej ilości bardzo nieprzyjemnych zapachów. Podczas procesu, szczególnie w fazie redukcji ciśnienia oraz suszenia, dochodzi do uwalniania się dużej ilości oparów zawierających znaczną ilość substancji

---

<sup>53</sup> Sówka I., Skrętowicz M., Szklarczyk M., Zwoździak J., Evaluation of nuisance of odour from food industry, Environment Protection Engineering, 2011, 37, 1, 5-12

<sup>54</sup> Szklarczyk M., Zwoździak J., Sówka I., Przemysłowe źródła emisji zapachów, [w:] Współczesna problematyka odorów, M.I. Szynkowska, J. Zwoździak (red.), WNT, Warszawa, 2010, 54–84

<sup>55</sup> Sówka I., Skrętowicz M., Szklarczyk M., Zwoździak J., Evaluation of nuisance of odour from food industry, Environment Protection Engineering, 2011, 37, 1, 5-12

odorotwórczych, które są poddawane kondensacji, w celu zmniejszenia ładunku odorów unoszonych z fazą gazową<sup>56</sup>.

### **Zakłady przetwórstwa rybnego**

Ze świeżego mięsa ryb uwalniają się zaledwie śladowe ilości substancji wonnych, jednakże przygotowanie gotowych do spożycia produktów wiąże się z emisją odorów. Głównymi źródłami emisji są tu procesy gotowania, smażenia i wędzenia, a więc procesy prowadzone w podwyższonej temperaturze. Podczas procesu pieczenia wonnymi składnikami gazów są: amoniak, aminy, aldehydy, lotne kwasy tłuszczowe i związki siarki. Podczas procesu wędzenia emitowane są: fenol, aldehydy, WWA, LZO, substancje smoliste. W procesie przetwórstwa ryb i odpadów rybich stężenie zapachowe może się wahać w granicach  $10^3$ - $10^5$  ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup><sup>57</sup>. Odpady powstałe z przetwórstwa ryb przerabiane są na mączkę rybną, która jest składnikiem pasz dla zwierząt hodowlanych. W procesie prowadzonym podobnie jak podczas produkcji mączek mięsno-kostnych uwalnia się znaczna ilość związków odorotwórczych<sup>58</sup>.

### **Zakłady mleczarskie**

Produkcja i przetwórstwo mleka jest jedną z najistotniejszych branż polskiego przemysłu. Oddziaływanie zapachowe zakładów przemysłu mleczarskiego może być znikome, pod warunkiem, że instalacja funkcjonuje prawidłowo. Do emisji odorów może jednak dojść w przypadku nieszczelności amoniakalnej instalacji chłodzącej lub na skutek zaburzeń w działaniu lub złej gospodarki osadowej w zakładowej oczyszczalni ścieków (ścieki mleczarskie mają skłonność do szybkiej fermentacji). Powstawaniu odorów można zapobiec przez właściwe zarządzanie gospodarką odpadami i ściekami.

### **Zakłady tytoniowe**

Podstawowym surowcem do produkcji wyrobów tytoniowych są liście tytoniu. Omawiane zakłady są źródłem znacznej ilości gazów odlotowych, zawierających związki odorotwórcze. Wiele operacji technologicznych jest tu prowadzona w wysokich temperaturach. Za główne źródło odorotwórczych gazów można tutaj uznać procesy fermentacji i suszenia tytoniu oraz temperaturowe rozdrabnianie (ekspandowanie) grubych składników surowca. Przyczyną powstawania odorów są procesy przemian monosacharydów i związków białkowych, połączone z częściowym ich utlenianiem oraz uwalnianiem się olejków eterycznych. Stężenia zapachowe w gazach odlotowych z obiektów przetwórstwa tytoniu mogą wynosić między 500 a 70 000 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup><sup>59</sup>.

---

<sup>56</sup> Szklarczyk M., Zwoździak J., Sówka I., Przemysłowe źródła emisji zapachów, [w:] Współczesna problematyka odorów, M.I. Szyrkowska, J. Zwoździak (red.), WNT, Warszawa, 2010, 54–84

<sup>57</sup> Ibidem

<sup>58</sup> Rutkowski J., Kośmider J., Szklarczyk M., Substancje odorotwórcze w środowisku, Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 1995

<sup>59</sup> Szklarczyk M., Zwoździak J., Sówka I., Przemysłowe źródła emisji zapachów, [w:] Współczesna problematyka odorów, M.I. Szyrkowska, J. Zwoździak (red.), WNT, Warszawa, 2010, 54–84

## Gospodarka komunalna

### Oczyszczalnie ścieków

Oczyszczalnie ścieków, obok obiektów rolniczych i produkcji żywności, obiektów przemysłowych oraz pozostałych obiektów gospodarki komunalnej, są jednymi z najczęściej wskazywanych obiektów uciążliwych pod względem zapachowym. Charakterystyczną cechą oczyszczalni ścieków jest znajdująca się w ciągu oczyszczania ilość i różnorodność źródeł emisji odorów, jak również brak jednorodnej, ustabilizowanej emisji z większości urządzeń technologicznych. W zależności od rodzaju źródła, parametrów dopływających ścieków, przyjętych rozwiązań technologicznych, jak również panujących warunków meteorologicznych wielkość emisji poszczególnych związków odorotwórczych, jak również odorów jako ich mieszaniny z podobnych urządzeń technologicznych, na różnych obiektach może się znacznie różnić. Za najbardziej odorotwórcze obiekty znajdujące się na terenach zakładów oczyszczania ścieków wyróżnia się m.in. zbiorniki ścieków surowych, obiekty mechanicznego oczyszczania ścieków – hale krat, piaskowniki, osadniki wstępne, obiekty odpowiedzialne za gospodarkę osadową, tj. zbiorniki osadu, poletka osadowe, suszarnie osadów czy hale odwadniania osadów. Uwzględniając wielkość powierzchni danych obiektów znajdujących się na terenie oczyszczalni, jako główne źródła odorów wyróżnia się osadniki wstępne i zbiorniki osadów ściekowych (tzw. źródła powierzchniowe pasywne)<sup>60</sup>. Emisja odorów z takich obiektów jak np. osadniki wstępne jest trudna w kontrolowaniu, dlatego też można zaliczyć je do tzw. emisji nieorganizowanej. Oczyszczalnie ścieków i obiekty znajdujące się na ich terenie to nie jedyne źródła odorów z sektora gospodarki wodno-ściekowej. Zaliczyć tutaj można również takie obiekty jak systemy kanalizacyjne, pompownie ścieków czy punkty zlewne ścieków dowożonych. Ponadto emisje nieprzyjemnych zapachów mogą być zmienne w czasie, zarówno pod względem składu jak i ilości emitowanych substancji. Sprawia to, że emisje odorów nie są łatwe w kontrolowaniu i zapobieganiu. Do najczęściej wyróżnianych substancji odorowych emitowanych do atmosfery z terenów oczyszczalni ścieków zalicza się związki siarki i azotu, kwasy karboksylowe, kwasy tłuszczowe, aldehydy, ketony<sup>61</sup>.

Nieodłącznym elementem gospodarki wodno-ściekowej jest gospodarka osadowa. Powstające podczas procesów oczyszczania specyficzne odpady w postaci osadów ściekowych, które z uwagi na swoje właściwości wymagają odpowiedniego zagospodarowania. Przez osady ściekowe rozumie się pochodzące z oczyszczalni ścieków osady z komór fermentacyjnych oraz innych instalacji służących do oczyszczania ścieków. Ilość i skład osadów uzależnione są od sposobu i stopnia oczyszczania ścieków. Osady ściekowe zagospodarowywane są w następujący sposób (dane z 2018 r.): stosowane w rolnictwie (20,3%), składowane (1,8%), przekształcane termicznie (19,1%), magazynowane czasowo (8,6%), stosowane do uprawy roślin przeznaczonych do produkcji kompostu (4,3%), stosowane do rekultywacji terenów, w tym gruntów na cele rolne (3%), przeznaczane na inne cele (42,9%)<sup>62</sup>. Typowymi zanieczyszczeniami występującymi w gazach emitowanych w procesach oczyszczania ścieków i przeróbki osadów ściekowych są: amoniak, siarkowodór, merkaptany, aminy alifatyczne, indol, aldehydy, ketony, kwasy tłuszczowe, sulfidy i disulfidy alkilowe. Wiele z nich występuje tu w niewielkich stężeniach, jednak często

---

<sup>60</sup> Sobczyński P., Sówka I., Bezyk Y.: Charakterystyka zmienności emisji odorów z osadników wstępnych i jej wpływ na zasięg oddziaływania zapachowego oczyszczalni ścieków komunalnych, 356-357, 2015

<sup>61</sup> Ibidem

<sup>62</sup> GUS, Ochrona Środowiska 2019, Warszawa 2019

charakteryzują się niskimi progami wyczuwalności węchowej, co jest przyczyną uciążliwości zapachowej. Emisja odorów może mieć miejsce na każdym etapie procesów przeróbki osadów ściekowych i często spowodowana jest niewłaściwymi parametrami technologicznymi lub innymi nieprawidłowościami w eksploatacji oczyszczalni ścieków. Spośród metod zagęszczania osadów ściekowych wyróżniamy zagęszczanie grawitacyjne, flotacyjne oraz mechaniczne (wirówkowe, filtracyjno-taśmowe, bębnowe). Do emisji odorów może dochodzić tu z powodu m.in. małej ilości doprowadzanego osadu i za małego obciążenia zagęszczacza. Ponadto nie zapewnienie wystarczających warunków tlenowych może powodować zgniwanie osadu w zagęszczaczu. Stabilizacja składu chemicznego osadów ściekowych ma na celu: zmniejszenie uwodnienia, zmniejszenie liczby mikroorganizmów chorobotwórczych i zawartości związków organicznych, zmniejszenie zagniwalności oraz umożliwienie bezpiecznego magazynowania i zagospodarowania. W stabilizacji biologicznej beztlenowej odory mogą powstawać przy niskiej wartości odczynu w komorze fermentacji, przeciążeniu komory suchą masą osadu lub jeśli z osadem surowym doprowadzone zostaną związki toksyczne. W stabilizacji tlenowej głównymi przyczynami powstawania przykrych zapachów jest zbyt krótki wiek osadu i za mała intensywność napowietrzania. Źródłem emisji związków zapachowych może być również kompostowanie. Również w stabilizacji chemicznej można spotkać się z przykrym zapachem mieszaniny osadowo-wapiennej w przypadku dawkowania zbyt małej ilości wapna. Spośród metod odwadniania osadów ściekowych rozróżniamy odwadnianie naturalne (na poletkach osadowych), mechaniczne (w prasach, workownicach, wirówkach), elektrokinetyczne oraz suszenie termiczne. Główną przyczyną emisji odorów na tym etapie jest doprowadzenie źle ustabilizowanego osadu<sup>63</sup>.

### **Gospodarowanie odpadami**

W przypadku obiektów gospodarki odpadami związkami uciążliwymi zapachowo o charakterze pierwotnym (znajdującymi się w dostarczanym materiale wyjściowym) oraz zanieczyszczeniami wtórnymi (powstającymi w wyniku procesów biologicznych i chemicznych) są m.in.: metyloaminy i etyloaminy, siarkowodór, metano-, etano- i butanotiole, kwasy karboksylowe (mrówkowy, octowy i propionowy) oraz alkohole (metanol, etanol, n-butanol). Za najbardziej uciążliwe zapachowo uznawane są siarkowodór i alkitiole. Do procesów, podczas których są emitowane do atmosfery odory zalicza się sortowanie i składowanie odpadów, mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów oraz przeróbkę biologiczną odpadów, w tym kompostowanie.

Na składowiskach odpadów wyróżnić można trzy główne źródła emisji nieprzyjemnych substancji zapachowych. Są to kolejno odpady znajdujące się w złożu składowiska, gaz składowiskowy oraz powstające odcieki. Ponadto źródłem odorów mogą być również różnego rodzaju procesy technologiczne, takie jak np. dowóz odpadów. Odpady deponowane na składowisku ulegają różnym procesom rozkładu, zarówno fizycznym, chemicznym jak i biologicznym. Substancje odorowe, które można zidentyfikować na składowiskach odpadów to m.in.: związki siarki, azotu, węglowodory, alkohole, związki chloroorganiczne, lotne kwasy tłuszczowe, estry, aldehydy czy ketony. W przypadku gazu składowiskowego najczęściej wyróżnianymi odorantami są siarkowodór oraz amoniak. Substancje te występują w niewielkich ilościach, głównymi składnikami gazu są natomiast metan (15 – 60 %) oraz dwutlenek węgla (10 – 40 %). Jeśli chodzi o

---

<sup>63</sup> Dymaczewski Z.: Poradnik eksploatatora oczyszczalni ścieków. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych Oddział Wielkopolski, Poznań 2011

odcieki powstające na składowiskach odpadów to głównymi substancjami odpowiedzialnymi za nieprzyjemne zapachy są lotne kwasy tłuszczowe, których największa ilość powstaje podczas fermentacji kwaśnej. Emisje odorów z odcieków związane są bezpośrednio z ich magazynowaniem w zbiornikach.

Kolejnym źródłem emisji odorów mogą być zakłady specjalizujące się w biologicznym przetwarzaniu odpadów ulegających biodegradacji. Zakłady te do obróbki odpadów stosują metody tlenowe (kompostowanie) lub beztlenowe (fermentację). Proces kompostowania przebiega w dwóch zasadniczych fazach: mineralizacji i humifikacji (dojrzwania). W fazie mineralizacji dochodzi do utlenienia łatwo biodegradowalnych związków organicznych. Powstające tu substancje zapachowe można podzielić na biogenne oraz abiogenne. Odoranty biogenne to zarówno związki powstające w wyniku tworzenia się warunków beztlenowych i zachodzenia procesów gnilnych (siarkowodór, skatol, merkaptany), których emisję można łatwo ograniczyć poprzez odpowiednie prowadzenie procesu (przerzucanie pryzm, napowietrzanie), jak i substancje, których powstawaniu nie można zapobiec, będące pośrednimi produktami przemian biochemicznych (m. in. kwasy organiczne) oraz specyficznymi dla procesu kompostowania (aldehydy, geosmina, limonen). Natomiast związki zapachowe abiogenne to zanieczyszczenia powstające w wyniku zachodzenia chemicznych przemian kompostowanego materiału (pirolizy i samoutleniania). W kompoście dojrzałym (stabilnym), gdzie nie zachodzą już intensywne procesy mikrobiologiczne, emisja substancji odorowych do atmosfery jest ograniczona. Zatem do głównych źródeł emisji odorów w procesie kompostowania należą: strefa składowania, strefa intensywnego kompostowania oraz obszar wokół przerzucanych pryzm.

Tabela 11. Substancje zapachowe identyfikowane w kolejnych fazach kompostowania <sup>64</sup>

Faza kompostowania	Charakterystyczne substancje zapachowe	Stężenie zapachowe [ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> ]
Kompostowanie wstępne	aldehydy, alkohole, estry kwasów karboksylowych, ketony, siarczki, terpeny	6 000 – 25 000
Faza termofilna	ketony, terpeny, amoniak, związki siarkoorganiczne	1 000 – 9 000
Schładzanie	siarczki, terpeny, amoniak	150 – 3 000

Końcowymi produktami procesu fermentacji są gaz fermentacyjny oraz pofermentat będący pozostałością po procesie fermentacji, który to może zostać poddany dalszym procesom obróbki biologicznej, np. kompostowaniu. Powstający gaz fermentacyjny podobnie jak w przypadku gazu powstającego na składowiskach składa się głównie z CO<sub>2</sub>, metanu oraz związków śladowych, w tym odorotwórczych. Głównym źródłem emisji odorów w zakładach fermentacyjnych są komory fermentacyjne oraz silosy magazynujące. Głównymi obiektami wykorzystującymi proces fermentacji są biogazownie.

### Przemysł chemiczny

Emisję gazów w przemyśle chemicznym można generalnie podzielić na zorganizowaną, rozproszoną i niezorganizowaną. Oczyszczanie gazów jest możliwe wyłącznie w stosunku do emisji

<sup>64</sup> Diaz L. F., de Bertoldi M., Bidlingmaier W., Waste Management Series 2007, 8.; Komilis D. P., Ham R. K., Park J. K., Water Res. 2004, 38, 1707; Pagans E., Font X., Sanchez A., Biosystems Eng. 2007, 97, 491.



zorganizowanych. Ograniczanie emisji rozproszonej i niezorganizowanej osiąga się poprzez podejmowanie działań organizacyjnych i technicznych zmniejszających jej powstawanie. Przemysł chemiczny charakteryzuje się bardzo zróżnicowanym profilem produkcyjnym i różną wielkością zakładów. Do obiektów, w których może dochodzić do wyzwalań się odorów można zaliczyć zakłady i wytwórnie zajmujące się produkcją następujących towarów<sup>65</sup>: produkty pochodne ropy naftowej, kwas fosforowy i nawozy fosforowe, tworzywa sztuczne, wyroby z tworzyw sztucznych, włókna syntetyczne, farmaceutyki, kosmetyki, środki pomocnicze (środki czystości, higieny, ochrony roślin), wyroby gumowe, farby i lakiery. W każdej z tych grup można wyliczyć dziesiątki produktów, których wytwarzanie jest obarczone emisją lotnych związków organicznych mających zapach.

Tabela 12. Stężenia zapachowe gazów odlotowych pochodzących z sektora chemicznego<sup>66</sup>

Źródło emisji	Stężenie zapachowe [ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> ]
Przetwórstwo gumy	40 - 800
Produkcja poliamidu granulowanego	5 000-8 000
Produkcja witaminy B	6 000-10 000
Wytwarzanie folii PVC	200-3 000
Produkcja mydła	450-7 600

## Inne

### Garbarnie

Procesy garbarskie są źródłem emisji wielu substancji szkodliwych dla środowiska. Rodzaj zanieczyszczenia oraz występujące stężenia zależą od prowadzonych procesów jednostkowych i rodzaju użytych w produkcji materiałów. Przyczyną wyzwalań się odorów w przypadku tego typu zakładów mogą być procesy rozbioru skór, zgromadzone odpady oraz procesy warsztatu mokrego i ścieki. Oprócz wyraźnego zapachu surowych skór, odczuwalne są również nieprzyjemne zapachy gnilne. Uciążliwym zapachom pochodzącym z surowych skór można łatwo zapobiegać dzięki odpowiedniemu przechowywaniu i utwardzaniu skór surowych. Zmierzone, w jednej z polskich garbarni, stężenie zapachowe w próbkach gazów pobranych z różnych etapów technologii przeróbki skór mieściło się w zakresie 319 do ponad 51 000 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup><sup>67</sup>.

### Przemysł celulozowo-papierniczy

W przypadku produkcji mas włóknistych i papieru emitowane są związki zapachowe, takie jak: merkaptany i inne zredukowane związki siarki uwalniane z celulozowni siarczanowych. Ponadto, gdy dochodzi do warunków sprzyjających procesom gnilnym, mogą powstawać również związki złownonne pochodzące z rozkładu materii organicznej. W procesie roztwarzania siarczanowego zapach złownony jest emitowany głównie wraz z uwalnianymi związkami całkowitej siarki zredukowanej (TRS) ze źródeł takich jak kocioł odzysknicowy, piec wapienny i duża liczba rozproszonych źródeł gazów złownonnych (emitowanych w sposób ciągły lub przerywany). W procesie roztwarzania siarczynowego i w procesie roztwarzania metodą obojętnego siarczynu

<sup>65</sup> Szklarczyk M., Zwoździak J., Sówka I., Przemysłowe źródła emisji zapachów, [w:] Współczesna problematyka odorów, M.I. Szyrkowska, J. Zwoździak (red.), WNT, Warszawa, 2010, 54–84

<sup>66</sup> Ibidem

<sup>67</sup> Sówka I., Skrętowicz M., Szklarczyk M., Zwoździak J., Evaluation of nuisance of odour from food industry, Environment Protection Engineering, 2011, 37, 1, 5-12

występuje mniej emisji związków złownnych. Podstawowe i najczęściej występujące emisje zapachów złownnych związane z procesami prowadzonymi w zakładach celulozowo-papierniczych innymi niż roztwarzanie chemiczne to zapachy złowne pochodzące z następujących źródeł: ekstrakty z drewna (terpeny, itp.) emitowane podczas obróbki drewna i roztwarzania mechanicznego; lotne kwasy tłuszczowe z zamkniętych obiegów wody, głównie w papierniach wykorzystujących jako materiał włóknisty makulaturę (skrobia zawarta w makulaturze i tekturze poddawanej recyklingowi ulega rozkładowi na związki złowne); produkty rozkładu organicznego z różnych źródeł powstające podczas oczyszczania ścieków i przemieszczania osadów pościekowych.

Zestawienie rodzajów źródeł dla przedsięwzięć, które uznano za najbardziej oddziałujące na zapachową jakość powietrza przedstawiono w tabeli 13.

Tabela 13. Wybrane rodzaje źródeł emisji odorów<sup>68,69,70,71,72,73,74,75,76</sup>

Rodzaj obiektu	Źródła emisji	Średnie stężenie zapachowe [ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> ]	Rodzaj źródła
<b>Gospodarka komunalna</b>			
<b>Oczyszczalnia ścieków</b>	Hala krat	1 277	punktowe
	Osadnik wstępny	5 296	powierzchniowe
		11 130	
	Komora rozdziału	108 213	powierzchniowe
	Kanał dopływowy	73 501	powierzchniowe
	Komora uspokojenia	38 431	powierzchniowe
	Składowisko osadu	160	powierzchniowe
	Reaktor biologiczny	216	powierzchniowe
	Zbiornik osadu pofermentacyjnego	89	powierzchniowe
Termiczne suszenie osadów	19 916	punktowe	
<b>Gospodarka odpadami</b>	Hala przyjęcia odpadów	60	punktowe
	Hala sortowni	266	punktowe

<sup>68</sup> Pawnuik M., Sówka I., Application of mathematical modelling in evaluation of odour nuisance from selected waste management plant, E3S Web of Conferences 100, 2019

<sup>69</sup> Sówka I., Pawnuik M., Miller U., Grzelka A., Wroniszewska A., Bezyk Y., Assessment of the odour impact range of a selected agricultural processing Plant, Sustainability, 12, 7289, 2020

<sup>70</sup> Romanik E., Pawnuik M., Sówka I., Assessment of odour impact range of selected waste management plant with the use of mathematical tools (model tools), Journal of Ecological Engineering, 20(10), 2019

<sup>71</sup> Sówka I., Miller U., Karski L., Analysis of legal and technical solutions in terms of odours in Poland, Environment Protection Engineering, 45, 1, 2019

<sup>72</sup> Sówka I., Miller U., Grzelka A., The application of dynamic olfactometry in evaluating the efficiency of purifying odorous gases by biofiltration Environment Protection Engineering 43(4), 2017

<sup>73</sup> Grzelka A., Sówka I., Ocena udziału źródeł powierzchniowych w całkowitej emisji odorów emitowanych podczas wybranych procesów produkcji cukru, [w:] Interdyscyplinarne zagadnienia w inżynierii i ochronie środowiska pod red. M. Kutylowskiej, A. Trusz-Zdybek i J. Wiśniewskiego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2016. s. 60-68

<sup>74</sup> Sówka I., Bezyk Y., Grzelka A., Miller U., Pachurka Ł., Seasonal odour impact range of selected wastewater treatment plants - modeling studies using Polish reference model, Water Science and Technology, 2018

<sup>75</sup> Sówka I., Skretowicz M., Sobczyński P., Zwoździak J., Estimating odour impact range of selected wastewater treatment plant for winter and summer seasons in Polish conditions using CALPUFF model, International Journal of Environment and Pollution 54, 2013

<sup>76</sup> Grzelka A., Sówka I., Miller U., Metody oceny emisji odorów z obiektów gospodarki hodowlanej, Inżynieria Ekologiczna, 19, 2, 2018, 56-64

Rodzaj obiektu	Źródła emisji	Średnie stężenie zapachowe [ou <sub>e</sub> /m <sup>3</sup> ]	Rodzaj źródła
	Bryła składowiska	2 333	powierzchniowe
	Pryzma – frakcja organiczna		powierzchniowe
	Pryzma – odpady mokre	1 58 609	powierzchniowe
	Kompostowanie kontenerowe	9 698	punktowe
	Kompostowanie tunelowe	1 038	punktowe
<b>Gospodarka hodowlana</b>			
<b>Chlewnia</b>	Warchlaki	3 473	punktowe
	Tuczniaki	1 019	punktowe
	Maciory	619	punktowe
<b>Ferma drobiu</b>	Brojlery	815	punktowe
<b>Przemysł spożywczy</b>			
<b>Produkcja podłoży do pieczarek</b>	Płyta odciekowa	3 919	powierzchniowe
	Boksy do przechowywania substratów	5 800	powierzchniowe
	Boksy do przechowywania odchodów	7 268	powierzchniowe
	Hala produkcyjna	1 353	punktowe
	Zbiornik rozrabiania surowców	124	powierzchniowe
<b>Cukrownia</b>	Procesy produkcyjne	67 862 (38 – 197 033)	punktowe
	Gospodarka wodno-ściekowa i osadowa	2 694 (63 – 10 048)	powierzchniowe

## 5. WYZNACZENIE STREF BUFOROWYCH DLA PRZEDSIĘWZIĘĆ, KTÓRYCH FUNKCJONOWANIE MOŻE WIĄZAĆ SIĘ Z RYZYKIEM POWSTAWANIA UCIAŻLIWOŚCI ZAPACHOWEJ

Wyznaczanie stref buforowych dla przedsięwzięć, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej jest jedną z metod ochrony obszarów wrażliwych, które ze względu na pełnione funkcje (mieszkalne, rekreacyjne czy uzdrowiskowe) powinny być chronione.

### 5.1. Definicja strefy buforowej

Strefa buforowa – rozumiana jest jako powierzchnia, która poprzez swoją granicę powinna zachować dystans (bezpieczną odległość) pomiędzy obszarem, który chcemy chronić (zabudowy, rekreacyjnym) a lokalizacją przedsięwzięcia, którego funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej.

## 5.2. Możliwe metody wyznaczania stref buforowych

Ze względu na tożsamość pojęć granicy strefy buforowej oraz bezpiecznej (minimalnej) odległości od zabudowań dla przedsięwzięć, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej, możliwe metody ich wyznaczania oraz propozycje minimalnych odległości przedstawiono szczegółowo w rozdziale 6.

## 6. WYZNACZENIE BEZPIECZNYCH (MINIMALNYCH) ODLEGŁOŚCI OD ZABUDOWAŃ DLA PRZEDSIĘWZIĘĆ, KTÓRYCH FUNKCJONOWANIE MOŻE WIĄZAĆ SIĘ Z RYZYKIEM POWSTAWANIA UCIAŻLIWOŚCI ZAPACHOWEJ

Cechami zapachu, do których odnoszą się obowiązujące w Europie i na świecie tzw. standardy odorowe, są m.in.: jego stężenie (stężenie zapachowe u źródła emisji bądź w punktach receptorowych), intensywność, jakość hedoniczna, ofensywność<sup>77,78,79,80</sup>. Gdy osoba narażona na nieprzyjemny zapach postrzega go jako niechciany, parametrami rozpatrywanymi w ocenach uciążliwości są m.in.<sup>81,82</sup>:

- częstotliwość ekspozycji na zapach,
- intensywność zapachu,
- czas ekspozycji na zapach,
- ofensywność/nieprzyjemność zapachu,
- tolerancja narażonych na zapach osób (lokalizacja).

Wykonany przez M. Brancher<sup>64</sup> przegląd stosowanych w systemach prawnych m.in. w Europie kryteriów w zakresie oceny oddziaływania zapachowego wybranych źródeł emisji odorów wykazuje, iż głównie - w zakresie operacyjnym – opracowane kryteria obejmują zagadnienia związane ze **standardami w punkcie emisji** (tzw. maximum emission standard) **lub punktach receptorowych** (tzw. maximum impact standard), **a w wybranych scenariuszach rozwiązań w określonych odległościach od badanego źródła** (separation distance standard).

Dodatkowo w wybranych systemach prawnych jest określony, nawiązujący do ilości skarg odorowych lub poziomu irytacji/dokuczliwości tzw. standard maksymalnej irytacji (z ang.

<sup>77</sup> Brancher M., K. D. Griffiths, D. Franco, H. de Melo Lisboa: A review of odour impact criteria in selected countries around the world, Chemosphere 168, 1531-1570, 2017

<sup>78</sup> Sówka I., Karski L.: Preliminary analysis of odor legal solutions and study on their implementation possibilities in Poland, X-th Scientific Conference Air Protection in Theory and Practice: Zakopane, Poland, October 18-21, 2017 / Marianna Czaplicka [i in.]. (Eds.). [Les Ulis]: EDP Sciences, art. 01034, s. 1M.-8. (E3S Web of Conferences, ISSN 2267-1242; vol. 28, 2018

<sup>79</sup> Pringer M., Schauburger, G.: Environmental Odour: Emission, Dispersion, and the Assessment of Annoyance, Atmosphere, 2020, 11, 896

<sup>80</sup> Brancher M., Pringer M., Knauder W., Wu Ch., Griffiths K.D., Schauburger, G., Are Empirical Equations an Appropriate Tool to Assess Separation Distances to Avoid Odour Annoyance?, Atmosphere 2020, 11, 678

<sup>81</sup> Dalton P.: Olfaction w: S. Yantis and H. Pashler (eds), Steven's Handbook of Experimental Psychology, Vol. 1, Sensation and Perception, 3rd edn. John Wiley and Sons, Inc., New York, pp. 691-746, 2002

<sup>82</sup> Naddeo V., Belgiorio V, Zarra T.: Procedures for odour impact assessment w: Odor Impact Assessment Handbook, wyd. John Wiley&Sons Ltd., 187- 203, 2013

maximum annoyance standard), a w zakresie rozwiązań technologicznych zgodnych z rekomendowanymi w BAT m.in. technikami ograniczenia emisji odorów (uciążliwości zapachowej) – można rozważyć tzw. standardy technologiczne (z ang. technology standard)<sup>83</sup>.

Referencyjne, określone normami, metody pomiarowe oraz obliczeniowe są stosowane przede wszystkim w celu wyznaczenia wartości emisji, następnie stężenia zapachowego w punktach receptorowych w odniesieniu do określonych w prawie poszczególnych krajów odorowych limitów imisyjnych (w tym w odniesieniu do standardu imisyjnego), nazywanych kryteriami wpływu/oddziaływania odorów. Obejmują one wartość stężenia zapachowego ( $ou_E/m^3$ ), wartości percentyla oraz czas uśredniania i określone są przykładowo w zależności od typu oraz rodzaju prowadzonej działalności<sup>84</sup>. Zastosowanie znajdują również uproszczone rozwiązania i metody empiryczne<sup>85</sup>.

## 6.1. Definicja bezpiecznej (minimalnej) odległości

---

Bezpieczna odległość oznacza odległość, która zapewnia wysoki poziom ochrony zdrowia i życia oraz środowiska. Zgodnie z projektem ustawy<sup>86</sup> odległość bezpieczna powiązana jest z odległością minimalną zdefiniowaną jako odcinek dzielący odpowiednie usytuowanie przedsięwzięcia od pozostałych terenów, właśnie w sposób zapewniający wysoki poziom ochrony zdrowia i życia ludzi oraz środowiska, ze względu na ryzyko powstawania uciążliwości zapachowej.

## 6.2. Możliwe metody wyznaczania bezpiecznych (minimalnych) odległości

---

Ocena zapachowego oddziaływania może zostać wykonana na podstawie analizy wyników modelowania, uzyskanych z wykorzystaniem wartości emisji odorów lub pojedynczych substancji zapachowych w źródle (obiekty istniejące i planowane), wyników analiz i badań w punktach receptorowych (obiekty istniejące, w tym ocena aktualnej sytuacji zapachowej w kontekście scenariusza planowanej kolejnej inwestycji będącej źródłem emisji odorów) lub równań empirycznych, ale tylko i wyłącznie z uwzględnieniem ich ograniczeń (obiekty planowane, istniejące modernizowane)<sup>87,88,89,90</sup>.

---

<sup>83</sup> Sówka I., Karski L.: Preliminary analysis of odor legal solutions and study on their implementation possibilities in Poland, X-th Scientific Conference Air Protection in Theory and Practice: Zakopane, Poland, October 18-21, 2017/ Marianna Czaplicka [i in.]. (Eds.). [Les Ulis]: EDP Sciences, art. 01034, s. 1M.-8. (E3S Web of Conferences, ISSN 2267-1242; vol. 28, 2018

<sup>84</sup> Ibidem

<sup>85</sup> Brancher M., Pringer M., Knauder W., Wu Ch., Griffiths K.D., Schauburger, G., Are Empirical Equations an Appropriate Tool to Assess Separation Distances to Avoid Odour Annoyance?, Atmosphere 2020, 11. 678

<sup>86</sup> <https://legislacja.rcl.gov.pl/docs//2/12321413/12579343/dokument403466.pdf> (dostęp: 10.09.2020)

<sup>87</sup> Sówka I.: Metody identyfikacji odorotwórczych gazów emitowanych z obiektów przemysłowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2011;

<sup>88</sup> Conti C., Guarini M., Bacenetti J., Measurements techniques and models to assess odor annoyance: A review, Environmental International, 2019, 134 (105261)

<sup>89</sup> Bax C., Sironi S., Capelli L., How Can Odors Be Measured? An Overview of Methods and Their Applications, Atmosphere, 2020,11, 92

<sup>90</sup> Brancher M., Pringer M., Knauder W., Wu Ch., Griffiths K.D., Schauburger, G., Are Empirical Equations an Appropriate Tool to Assess Separation Distances to Avoid Odour Annoyance?, Atmosphere 2020, 11. 678

W dużym uproszczeniu, w przypadku obiektów istniejących, oddziaływanie zapachowe może być określane na podstawie tzw. analiz oraz pomiarów narażenia na odory, natomiast w przypadku planowanych modernizacji obiektów już istniejących lub obiektów nowych, ocenę zapachowego oddziaływania ze źródeł wykonuje się poprzez analizę i interpretację wyników modelowania dyspersji odorów<sup>91</sup>. Dodatkowo poszukiwane są nadal rozwiązania, które w szybki sposób pozwolą określić optymalną odległość lokalizacji źródła emisji odorów do terenów 'wrażliwych' - przykładowo na terenie Niemiec i Austrii znajdują zastosowanie opracowane w charakterystycznych warunkach równania empiryczne.<sup>92</sup>

Poniżej przedstawiono usystematyzowany przegląd metod pomiarów i badań stosowanych w ocenie zapachowego oddziaływania wraz z wybranymi metodami, które mogą być wykorzystane do wyznaczania bezpiecznych (minimalnych odległości).

### 6.2.1. Przegląd metod pomiarów i badań stosowanych w ocenie oddziaływania zapachowego

W badaniach nad związkami wonnymi i w próbach zmierzających do opisu oraz oceny zjawiska uciążliwości zapachowej, a także w rozwiązaniach prawnych uwzględniane są m.in. stężenie zapachowe, intensywność oraz jakość hedoniczna. Wybrane, wyżej wymienione cechy zapachu mogą zostać określone w otaczającym powietrzu np. poprzez badania terenowe na drodze tzw. inspekcji terenowych w siatce lub smudze i/lub przy zastosowaniu olfaktometrii terenowej<sup>93,94,95,96</sup>, bądź w punkcie emisji przy zastosowaniu olfaktometrii dynamicznej<sup>97</sup>. Wyniki analiz terenowych, uzupełniane o analizę skarg odorowych na wybranym obszarze, pogłębione o badania ankietowe, pozwalają ocenić narastający lub utrwalony (na skutek długotrwałej/długoletniej złej zapachowej jakości powietrza) niepokój społeczny wywołany „złą sytuacją zapachową”<sup>98</sup>. Badania socjologiczne odgrywają istotne znaczenie w kontekście oceny stopnia uciążliwości zapachowej. Dodatkowo, prowadzony tzw. monitoring społeczny np. w zakresie długoterminowych obserwacji zapachów jest istotny w procesie porównania czy weryfikacji badań prowadzonych w celu oceny zapachowej jakości powietrza na problematycznym obszarze<sup>99</sup>.

---

<sup>91</sup> Naddeo V., Belgiorno V, Zarra T.: Procedures for odour impact assessment w: Odor Impact Assessment Handbook, wyd. John Wiley&Sons Ltd., 187- 203, 2013

<sup>92</sup> Brancher M., Pringer M., Knauder W., Wu Ch., Griffiths K.D., Schaubberger, G., Are Empirical Equations an Appropriate Tool to Assess Separation Distances to Avoid Odour Annoyance?, Atmosphere 2020, 11, 678

<sup>93</sup> Sówka I., Kowalski Z., Skrętowicz M., Makara A., Sobczyński P., Stokłosa K.: Zastosowanie badań terenowych oraz metody ważonych odwrotności odległości do oceny zapachowego oddziaływania wybranej fermi hodowli świń, Przemysł Chemiczny 92(6), s. 1169-1172, 2003

<sup>94</sup> Sówka I.: Air quality and odour evaluation on terrains characterized by a complicated odour emission profiles, EDP Sciences, 2018. art. 02012, s. 1-6

<sup>95</sup> Kulig, A.; Szyłak-Szydłowski, M. Assessment of the Effects of Wastewater Treatment Plant Modernization by Means of the Field Olfactometry Method. Water 2019, 11, 2367

<sup>96</sup> Bax C., Sironi S., Capelli L., How Can Odors Be Measured? An Overview of Methods and Their Applications, Atmosphere, 2020, 11, 92

<sup>97</sup> Sówka I.: Metody identyfikacji odorotwórczych gazów emitowanych z obiektów przemysłowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2011.

<sup>98</sup> Sówka I.: Metody oceny zapachowej jakości powietrza w świetle wytycznych europejskich: ustne badania ankietowe, Przemysł Chemiczny, 89(4), s. 543-545, 2010

<sup>99</sup> Sówka I.: Air quality and odour evaluation on terrains characterized by a complicated odour emission profiles, EDP Sciences, 2018. art. 02012, s. 1-6.

W monitoringu związków odorotwórczych, w tym traktowanych jako pojedyncze związki o właściwościach zapachowych zastosowanie znalazły przede wszystkim: urządzenia wieloczuJNIKOWE – e-nosy (identyfikacja składników mieszaniny), metody analityczne/instrumentalne (głównie określenie stężenia tzw. substancji wiodącej w mieszaninie) oraz, w przypadku mieszanin, olfaktometria dynamiczna (ilościowa identyfikacja substancji zapachowych poprzez określenie stężenia zapachowego)<sup>100</sup>. W USA od kilku lat trwają badania nad zastosowaniem technik polegających na kojarzeniu wielowymiarowej chromatografii gazowej - spektrometrii masowej<sup>101</sup>. Przykład klasyfikacji metod stosowanych w ocenie oddziaływania zapachowego zaprezentowano w tabelach 14 oraz 15.

Urządzenia wieloczuJNIKOWE wraz z metodami instrumentalnymi służą do identyfikacji lub klasyfikacji wonnych gazów wraz z określeniem stopnia ich zanieczyszczenia lub intensywności. Stosowane one były m.in. do badania źródeł przemysłowych, komunalnych i rolniczych<sup>102 103 104 105 106</sup>.

Metody chromatografii gazowej mogą być stosowane również do analizy oraz identyfikacji ilościowej i jakościowej składników mieszaniny gazów np. ze źródeł emisji zapachu mając m.in. na celu określenie stężenia tzw. substancji wiodącej w mieszaninie, która może wywoływać określoną reakcję na zapach lub uciążliwość dla otoczenia. Wyniki takich analiz mogą również posłużyć do określenia właściwego zestawu czujników w urządzeniach wieloczuJNIKOWYCH do późniejszych, rutynowych pomiarów zanieczyszczeń zapachowych emitowanych z tych źródeł<sup>107</sup>.

---

<sup>100</sup> Sówka I.: Metody identyfikacji odorotwórczych gazów emitowanych z obiektów przemysłowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2011.

<sup>101</sup> Zhang S., Cai L., Koziel J.A., Hoff S.J., Schmidt D.R., Clanton Ch.J., Jacobson L.D., Parker D.B., Heber A.J.: Field air sampling and simultaneous chemical and sensory analysis of livestock odorants with sorbent tubes and GC-MS/olfactometry, *Sensors and Actuators B: Chemical*, Volume 146, Issue 2, 29, 427-432, 2010

<sup>102</sup> Bourgeois W., Stuetz R.M.: Use of a chemical sensor array for detecting pollutants in domestic wastewater, *Water Research* 36, 4505–4512, 2006;

<sup>103</sup> Sohna J.H., Hudson N., Gallagher E., Dunlop M., Zeller L., Atzeni M.: Implementation of an electronic nose for continuous odour monitoring in a poultry shed, *Sensors and Actuators B* 133, 60–69, 2008;

<sup>104</sup> Micone P.G., Guy C.: Odour quantification by a sensor array: An application to landfill gas odours from two different municipal waste treatment Works, *Sensors and Actuators B* 120, 628–637, 2007;

<sup>105</sup> Sironi S., Capelli L., Centola P., Rosso R.D.: Continuous monitoring of odours from a composting plant using electronic noses, *Waste Management* 27, 389–397, 2007

<sup>106</sup> Byliński, H., Barczak, R.J., Gębicki, J. et al. Monitoring of odors emitted from stabilized dewatered sludge subjected to aging using proton transfer reaction–mass spectrometry. *Environ Sci Pollut Res* 26, 5500–5513 (2019).

<sup>107</sup> Sówka I.: Metody identyfikacji odorotwórczych gazów emitowanych z obiektów przemysłowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2011.

Tabela 14. Usystematyzowanie wybranych metod stosowanych w ocenie oddziaływania zapachowego<sup>108</sup>

Rodzaj/typ metody	Obszar zastosowania	
	Emisja	Imisja
<b>Sensoryczna</b>	Olfaktometria dynamiczna	Inspekcje terenowe (badania w siatce, badania w smudze); Olfaktometria terenowa; Obserwacje społeczne (Badania/Nauka obywatelska)
<b>Instrumentalna</b>	Analiza chemiczna: - specjacja - pojedyncze gazy - niespecyficzna E-nosy (z ang. Instrumental Odor Monitoring Systems: IOMS)	Analiza chemiczna: - specjacja - pojedyncze gazy  E-nosy
<b>Matematyczna</b>	Wskaźniki Emisji (z ang. Odor Emission Factors - OEF) Bazy danych o emisji	Modele dyspersji

Tabela 15. Usystematyzowanie wybranych metod pod kątem możliwości ich zastosowania oraz ograniczeń w kontekście oceny oddziaływania zapachowego i/lub uciążliwości zapachowej<sup>109</sup>

Metoda	Obszar zastosowania	Zastosowanie	Ograniczenia
<b>Olfaktometria dynamiczna</b>	Emisja	Pomiary stężenia zapachów/odorów emitowanych u źródła; weryfikacja zgodności z limitami określonymi w przepisach; Dostarcza informacji, które mogą być używane jako dane wejściowe do modelowania dyspersji w kontekście oceny narażenia obywateli na zapachy.	Metoda nieciągła; brak charakterystyki chemicznej (składu) mieszaniny.
<b>Analiza chemiczna - ze specjacją</b>	Emisja i/lub imisja	Dostarcza informacji o składzie chemicznym zapachów; Identyfikacja i kwantyfikacja pojedynczych związków chemicznych.	Nie zawsze skuteczna, zwłaszcza w charakteryzowaniu złożonych mieszanin odorów ze względu na synergiczne oddziaływanie i efekty maskowania odorantów; Trudno oszacowująca korelację pomiędzy składem chemicznym i stężeniem zapachu

<sup>108</sup> Bax C., Sironi S., Capelli L., How Can Odors Be Measured? An Overview of Methods and Their Applications, Atmosphere, 2020, 11, 92

<sup>109</sup> Ibidem



Metoda	Obszar zastosowania	Zastosowanie	Ograniczenia
			mieszaniny; Mniej wrażliwa niż ludzki nos dla związków o nieprzyjemnym zapachu z niskim progiem wyczuwalności węchowej.
<b>Chromatografia gazowa - olfaktometria (GC-O)</b>	Emisja	Dostarcza informacji o charakterze zapachu związanymi z różnymi związkami zawartymi w próbce zapachowej, a tym samym jakości zapachu;	Brak informacji o stężeniu zapachowym; Nie są rozważane właściwości węchowe próbki jako całości; Nie dostarcza informacji o oddziaływaniu zapachu i wyniki nie mogą być stosowane bezpośrednio jako dane wejściowe do modeli dyspersji.
<b>Analiza chemiczna - niespecyficzna</b>	Emisja	Identyfikacja gazów, które są związane z emisją nieorganizowaną	Brak informacji o właściwościach zapachowych badanych gazów;
<b>Analiza chemiczna – pojedyncze gazy</b>	Emisja i/lub imisja	Kwantyfikacja stężenia pojedynczego związku w emisji lub powietrzu atmosferycznym; Oszacowanie stężenia w emisji, w tych rzadkich przypadkach, w których emitowany zapach jest bezpośrednio skorelowany ze znacznikiem/substancją wskaźnikową; Umożliwia ocenę wpływ zapachu w tych rzadkich przypadkach, w których występowanie odorów jest bezpośrednio skorelowane ze znacznikami i można jednoznacznie zidentyfikować źródło.	Bezużyteczna w przypadku złożonych mieszanin zapachowych w przypadkach, gdy stężenie zapachowe nie jest związane z koncentracją jednego składnika; Brak informacji o składzie złożonych mieszanin.
<b>Instrumentalny monitoring odorów (E-nosy)</b>	Emisja i/lub imisja	Ciągłe i szybkie wyniki przy ograniczonym budżecie; Ciągły pomiar w warunkach emisji; Określenie zapachów w punktach receptorowych i identyfikacja pochodzenia zapachów.	Brak informacji o intensywności zapachu i jakości hedonicznej; Nie zastąpi olfaktometrii dynamicznej.
<b>Inspekcje terenowe</b>	Imisja	Szacuje stopień uciążliwości w zakresie godzin odorowych na określonym problematycznym obszarze (badania w siatce); Określa zasięg smugi zapachowej z obiektu w określonych warunkach meteorologicznych (badania w smudze); Po odpowiednim przeszkoleniu osoby oceniające mogą dostarczać informacje o jakości zapachowej.	Brak informacji o stężeniu zapachowym; Czasochłonne i drogie (metoda siatki).
<b>Obserwacje społeczne (Badania/Nauka obywatelska)</b>	Imisja	Aktywne zaangażowanie obywateli w mapowanie i zarządzanie problemami odorowymi; Oszacowanie stopnia uciążliwości bezpośrednio odnoszącego się do wpływu na komfort życia społeczności.	Ryzyko stronniczych informacji; Duży rozrzut i zmienność wyników.

Z kolei metodę olfaktometrii dynamicznej stosuje się do ilościowej oceny związków zapachowych, w tym w złożonych mieszaninach lub samych mieszanin, w których określenie stężenia substancji wiodącej lub dominujących związków zapachowych nie jest możliwe lub uzyskanych wyników analiz instrumentalnych nie można skorelować ze skargami ludności na uciążliwości zapachowe.

Istotnym jest również, iż dzięki zastosowaniu olfaktometrii możliwym jest określenie intensywności i jakości hedonicznej zapachów, czyli tych cech odorów, do których odnosimy się m.in. w przypadku oceny nieprzyjemności zapachu. Zgodnie z Decyzją Wykonawczą Komisji (UE) 2018/1147 z 10 sierpnia 2018 r. ustanawiającą konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) w odniesieniu do przetwarzania odpadów zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE (notyfikowana jako dokument nr C(2018) 5070) określony został tzw. standard odorowy<sup>110</sup> mający zastosowanie w przypadkach, w których „oczekuje się, że w obiektach wrażliwych odczuwana będzie lub zostanie uzasadniona dokuczliwość odorów”. Metoda olfaktometrii dynamicznej w tym przypadku jest podstawą w przypadku pomiarów emisyjnych, związanych z określeniem stężenia zapachowego o częstotliwości raz na 6 miesięcy.

W sytuacji, gdy należy: określić zakres analiz w kontekście: „aktualnej sytuacji odorowej” bądź zweryfikować wyniki w zakresie ilości i charakterystyki źródeł, ich roli w kształtowaniu jakości zapachowej powietrza oraz rozprzestrzeniania odorów niezbędnym może okazać się m.in. równoczesne zastosowanie: pomiarów emisyjnych, badań terenowych, monitoringu meteorologicznego oraz przykładowo, monitoringu na linii obszaru zamykającego teren działalności będącej przyczyną emisji odorów. Ocenę rozprzestrzeniania i zasięgu oddziaływania odorów można wykonać wówczas stosując: olfaktometrię dynamiczną, modelowanie, monitoring czy badania terenowe i socjologiczne. W dokładnej analizie istotne są również dane pochodzące z monitoringu i kontroli procesów technologicznych oraz parametry emitowanych odorogennych gazów, a w tym m.in. ich temperatura czy wilgotność<sup>111</sup>.

Prowadzone na świecie i na terenie Polski badania wskazują, iż w zależności od rodzaju i typu oraz położenia działalności będącej przyczyną uciążliwości zapachowej optymalnym jest równoczesne prowadzenie badań z wykorzystaniem choćby dwóch z wyżej wymienionych narzędzi i w każdym przypadku powinno rozważać się następujące aspekty<sup>112 113</sup>:

- krótkookresowość występowania epizodów odorowych o dużej intensywności;
- występowanie maksimum stężeń odorów - w określonych punktach receptorowych - i związanych z nimi warunkami dyspersji zależnymi od: topografii terenu, zmienności warunków meteorologicznych (kierunek wiatru, turbulencja) oraz zmienności emisji w czasie;
- zmienność stężenia odorów w czasie i przestrzeni - uwzględniająca zmniejszenie stężenia od punktu emisji do punktu receptorowego- i brak możliwości wykonania pomiarów na skutek ich małych stężeń wraz ze wzrostem odległości od źródła emisji (poniżej progu

---

<sup>110</sup> Izabela Sówka: Unijny standard odorowy / Izabela Sówka. Przegląd Komunalny. 2018, nr 10, s. 56-57

<sup>111</sup> Naddeo V., Belgiorno V, Zarra T.: Procedures for odour impact assessment w: Odour Impact Assessment Handbook, wyd. John Wiley&Sons Ltd., 187- 203, 2013;

<sup>112</sup> Ibidem

<sup>113</sup> Sówka I.: Metody identyfikacji odorotwórczych gazów emitowanych z obiektów przemysłowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2011

detekcji urządzeń, ale ich odbiór możliwy przez ludzki narząd węchu) oraz w przypadku emisji odorów z wyniesionych ponad poziom gruntu źródeł, trudność w monitoringu zapachów: smuga odorowa może osiągać w przestrzeni punkty receptorowe poza wyznaczonymi punktami monitoringu zapachów;

- zmienność stężeń odorów w czasie przy jednocześnie ograniczonej w wielu przypadkach czasowo metodyce poboru próbek;
- trudność w określeniu głównego źródła emisji będącego przyczyną skarg ludności w przypadku obszarów charakteryzujących się występowaniem kilku obiektów emitujących związki złowne.

### **6.2.2. Badania terenowe**

Badania terenowe znajdują zastosowanie w przypadku badań stężeń imisyjnych oraz oceny uciążliwości zapachowej powietrza na obszarach położonych wokół wybranego źródła emisji i stosowane są w Europie, a ich metodyka jest zawarta w Standard EN 16481-1:2016. Ambient Air-Determination of Odour in Ambient Air by Using Field Inspection-Part 1: Grid Method; CEN: Brussels, Belgium, 2016 oraz Standard EN 16481-2:2016. Ambient Air-Determination of Odour in Ambient Air by Using Field Inspection-Part 2: Plume Method; CEN: Brussels, Belgium, 2016.<sup>114 115</sup> W tego rodzaju badaniach bierze udział zespół oceniających wraz z operatorem (inspektorzy terenowi) oceniający sensorycznie stan powietrza w sposób bezpośredni, organoleptyczny, bądź przy zastosowaniu urządzeń tzw. olfaktometrów terenowych. Często nierozłącznym elementem związanym z oceną stopnia uciążliwości są badania opinii publicznej oraz bezpośrednie angażowanie mieszkańców w analizy i obserwacje zapachowej jakości powietrza np. poprzez wprowadzenie tzw. dzienników obserwacji zapachu.<sup>116</sup>

Oddziaływanie odorów na wybranym obszarze poprzez badania terenowe ocenia się przede wszystkim na podstawie badań w siatce oraz w smudze<sup>117</sup>. Inne rodzaje badań zestawiono w tabeli 15 (rozdz. 6.2.1). W dużym uproszczeniu, w metodzie badań w siatce wykorzystywana jest bezpośrednia ocena otaczającego powietrza dokonywana przez członków panelu (inspektorów terenowych) w celu scharakteryzowania narażenia na zapachy w określonym obszarze oceny, natomiast badania przeprowadzane w smudze umożliwiają określenie zasięgu smugi zapachu z określonego źródła w określonych warunkach meteorologicznych. Do pomiarów terenowych inspektorzy mogą wykorzystać również olfaktometry terenowe<sup>118</sup>. Z kolei badania opinii publicznej obejmujące systematyczne ankietowanie osób zamieszkujących obszar znajdujący się w pobliżu źródła emisji odorów bądź prowadzone przez mieszkańców obserwacje pogłębione o informacje

---

<sup>114</sup> Standard EN 16481-1:2016. Ambient Air-Determination of Odour in Ambient Air by Using Field Inspection-Part 1: Grid Method; CEN: Brussels, Belgium, 2016.

<sup>115</sup> Standard EN 16481-2:2016. Ambient Air-Determination of Odour in Ambient Air by Using Field Inspection-Part 2: Plume Method; CEN: Brussels, Belgium, 2016

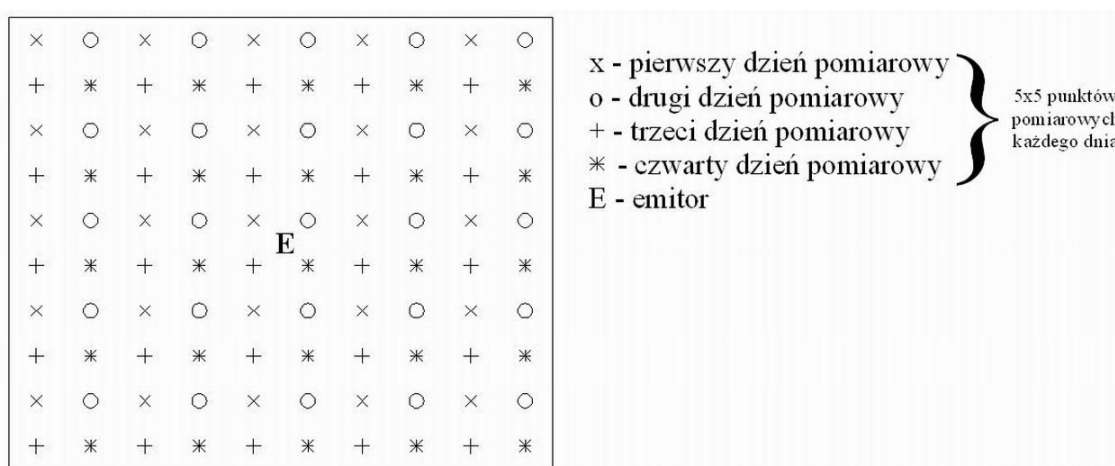
<sup>116</sup> Sówka I.: Air quality and odour evaluation on terrains characterized by a complicated odour emission profiles, EDP Sciences, 2018. art. 02012, s. 1-6.

<sup>117</sup> Bax C., Sironi S., Capelli L., How Can Odors Be Measured? An Overview of Methods and Their Applications, Atmosphere, 2020, 11, 92;

<sup>118</sup> Sówka I., Miller U., Bezyk Y., Nych A., Grzelka A., Dąbrowski Ł.: Application of field inspections and odour observation diaries in the assessment of air quality and odour in urban areas, Konferencja INFRAEKO 2018 Conference, 2018 c.;

na temat skarg ludności, gromadzone przez instytucje ochrony środowiska mogą być powodem do wszczęcia badań terenowych lub stanowić równoległe, bądź dodatkowe źródło informacji do analizy zasięgu oddziaływania zapachowego<sup>119</sup>.

Metodyka badań terenowych w siatce i smudze została szczegółowo opisana w Standard EN 16481-1:2016 Ambient Air-Determination of Odour in Ambient Air by Using Field Inspection-Part 1: Grid Method; CEN: Brussels, Belgium, 2016 oraz Standard EN 16481-2:2016. Ambient Air-Determination of Odour in Ambient Air by Using Field Inspection-Part 2: Plume Method; CEN: Brussels, Belgium, 2016 i jako kluczowe w tego typu badaniach należy uznać m.in.: selekcję zespołu oceniających (inspektorów terenowych), prawidłowe sporządzenie planu badań oraz rozmieszczenie punktów pomiarowych (rysunki 1, 2, 3), rzetelną obserwację warunków meteorologicznych oraz właściwy zapis wyników badań w opracowanych i zaprezentowanych m.in. w przykładach ww. norm protokołach pomiarowych.



Rysunek 1. Przykład planu pomiarów w siatce pomiarowej<sup>120</sup>

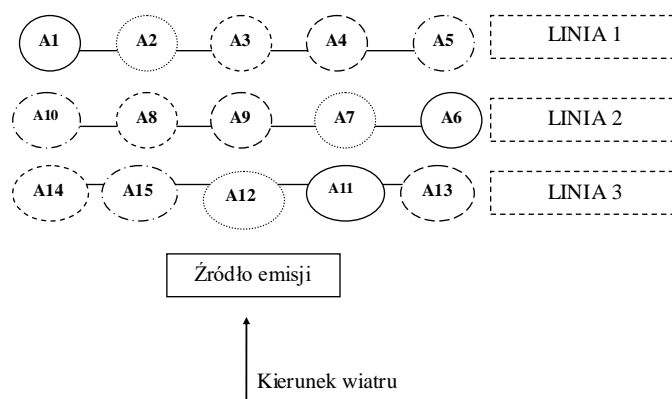


Rysunek 2. Przykład rozmieszczenia siatki pomiarowej ustalonej wokół komunalnej oczyszczalni ścieków<sup>121</sup>

<sup>119</sup> Sówka I.: Metody identyfikacji odorotwórczych gazów emitowanych z obiektów przemysłowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011

<sup>120</sup> Kulig A., Zwoździak J., Szklarczyk M., Sówka I.: Propozycja metodyki oceny zawartości substancji zapachowo czynnych w powietrzu. Warszawa 2011

<sup>121</sup> Kulig A., Zwoździak J., Szklarczyk M., Sówka I.: Propozycja metodyki oceny zawartości substancji zapachowo czynnych w powietrzu. Warszawa 2011



Rysunek 3. Przykład lokalizacji punktów w smudze<sup>122</sup>

(Oznaczenie A1, A2...A15: punkty pomiarowe/ rozmieszczenie inspektorów terenowych)

Elementem kluczowym w organizacji i przeprowadzeniu badań terenowych jest wybór zespołu oceniających w badaniach terenowych, który wymaga spełnienia najważniejszego kryterium jakim jest wrażliwość na substancję wzorcową: n-butanol, co zapewnia zgodność z wrażliwością węchową oceniających biorących udział w badaniach olfaktometrycznych określoną zgodnie z metodyką zawartą w normie PN-EN13275<sup>123</sup>. Dodatkowo, istotnym jest aby przed przystąpieniem do badań w terenie zespół oceniający został przeszkolony m.in. w zakresie stosowanych podczas badań skali intensywności i kodów przypisanych do rodzajów zapachów (określonych w protokole pomiarowym, przypisywanych w zależności od źródła zapachu) oraz miał możliwość zapoznania się z badanym zapachem np. podczas rekonesansu na terenie zakładu lub w jego otoczeniu, a także w trakcie realizowanych badań oceniający powinni unikać analiz (w miarę możliwości oraz zabudowy przestrzennej) w pobliżu barier terenowych np. w pobliżu domów, wysokich ścian, płotów, krawędzi lasów, dróg o dużym natężeniu ruchu, torów kolejowych – zatem wybór oraz rozmieszczenie punktów pomiarowych np. w siatce na wyznaczonym obszarze powinny zostać zoptymalizowane pod kątem możliwości dostępności do obszaru badań.<sup>124</sup> Zaznaczyć należy, iż w przypadku badań terenowych prowadzonych w smudze niezbędnym jest podejmowanie decyzji „ad hoc” co do położenia punktów pomiarowych, ze względu na możliwość zaistnienia dużej zmienności warunków meteorologicznych w trakcie przeprowadzanych badań.

Wyniki pomiarów uzyskane z przeprowadzonych badań terenowych w siatce i smudze pozwalają scharakteryzować wybrany zapach pod względem częstości i czasu jego występowania/oddziaływania, ocenić zasięg oddziaływania, czyli ocenić jakość zapachową i narażenie na odory w ‘ilościowy’ i rzeczywisty sposób na obszarze zamieszkanym przez społeczności narażane na emisje odorów. Dodatkowe zaangażowanie społeczności w ocenę uciążliwości zapachowej (w tym poprzez: badania ankietowe, obserwacje) pozwala określić w sposób synchroniczny i komplementarny stan zapachowej jakości powietrza i wywołanej nim uciążliwości zapachowej oraz ocenić zasięg oddziaływania obiektów emitujących odory.

<sup>122</sup> Kulig A., Zwoździak J., Szklarczyk M., Sówka I.: Propozycja metodyki oceny zawartości substancji zapachowo czynnych w powietrzu. Warszawa 2011

<sup>123</sup> PN-EN 13725:2007 (2007). Jakość powietrza. Oznaczanie stężenia zapachowego metodą olfaktometrii dynamicznej

<sup>124</sup> Sówka I.: Metody identyfikacji odorotwórczych gazów emitowanych z obiektów przemysłowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2011

Na podstawie przeprowadzonego przeglądu dotyczącego metod badań i pomiarów stosowanych w ocenie oddziaływania zapachowego można sformułować następujące wnioski:

- metody pomiarów i badań stosowanych w ocenach i analizach oddziaływania zapachowego są używane w przypadku obiektów istniejących. Przy ich wykorzystaniu można określić: wartość emisji odorów, stopień uciążliwości zapachowej oraz zasięg oddziaływania obiektu będącego źródłem emisji odorów, a zatem również minimalną odległość, jaka powinna być zachowana od obiektu, którego funkcjonowanie wiąże się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej, dla jej uniknięcia na obszarze zabudowy mieszkalnej;
- zastosowanie wybranych metod pomiarów oraz badań jest istotne z w punktu widzenia: oceny stopnia uciążliwości zapachowej związanej z odbiorem zapachów jako uciążliwych przez społeczność zamieszkującą obszary w pobliżu źródła/źródeł emisji odorów, oceny częstotliwości występowania określonych rodzajów zapachów i ich intensywności oraz jakości hedonicznej, diagnozy tzw. epizodów odorowych (szczególnie: krótkie przedziały czasowe, zapachy bardzo intensywne, nieprzyjemne) - co w przypadku rozdzielczości dostępnych narzędzi modelowych – nawet przy zastosowaniu współczynników korygujących - może być utrudnione, uzyskania rzeczywistych wartości stężeń emisyjnych i ich zmienności w czasie (w zależności od rodzaju prowadzonej działalności) - zarówno w przypadku pojedynczych substancji zapachowych, jak ich mieszaniny, analizy zmienności emisji, w tym ze źródeł powierzchniowych niezorganizowanych w kontekście zmiennych w czasie warunków meteorologicznych i procesowych, oceny efektywności zastosowanych rozwiązań związanych z ograniczeniem emisji odorów, monitoringu i kontroli zapachowej jakości powietrza przy ustalonych wartościach standardów odorowych.

### 6.2.3. Modele empiryczne

Równania empiryczne znajdują zastosowanie w wielu krajach jako metoda uproszczona w wyznaczaniu odległości odseparowującej źródła emisji odorów od terenów użytkowych, uwzględniając w swoich zapisach OIC z ang. Odour Impact Criteria – kryteria wpływu/oddziaływania odorów/zapachu, w tym:  $C_T$  z ang. concentration threshold – poziom stężenia zapachowego,  $ou_E/m^3$  oraz  $P$  z ang. exceedance probability – prawdopodobieństwo przekroczenia, %. (tabela 16).

Ich zastosowanie znajduje zwłaszcza obszar hodowli zwierząt, a opracowane formuły uwzględniają również parametry, które można uznać za wskaźnikowe, w tym w odniesieniu do warunków meteorologicznych<sup>125</sup>. Zgodne z wyżej wymienionym źródłem równanie regresji służące wyznaczeniu odległości odseparowującej opracowane dla warunków austriackich, zaprezentowane w przytoczonej tabeli nr 16 pracy ma postać:

$$E_A = P^{-0.389} (165 F^{0.0289} - 3.63 W - 150) S^{\frac{1}{-0.03817 + 0.0191 P + 2.31}}$$

---

<sup>125</sup> Brancher M., Pringer M., Knauder W., Wu Ch., Griffiths K.D., Schaubberger, G., Are Empirical Equations an Appropriate Tool to Assess Separation Distances to Avoid Odour Annoyance?, Atmosphere 2020, 11. 678

natomiast w odniesieniu do warunków niemieckich (VDI 3894):

$$E_G = [(-0.0137 P + 0.689) \times F + 0.251 P + 0.0590] S^{1.79 + 0.204 P}$$

Gdzie:

$E_A$ ,  $E_G$  – odległość odseparowująca, m

$P$  - prawdopodobieństwo przekroczenia zapachu  $P$ , %

$F$  - częstotliwość kierunku wiatru  $F$ , %

$W$  – prędkość wiatru, m/s

$S$  – emisja odorów, ou<sub>E</sub>/s

I tak, w rozwiązaniu niemieckim wykorzystuje się czynnik meteorologiczny w postaci częstotliwości występowania kierunków wiatrów, natomiast, w austriackim równaniu wykorzystuje się dodatkowo średnią prędkość wiatru, określoną dla 10° sektorów kierunków wiatru.

Podkreślić należy, iż prezentowane w literaturze wyniki analiz porównawczych wyraźnie wskazują, że każde z opracowanych równań w określonych warunkach, czy w przypadku porównań, z innymi metodami służy do wstępnej, bardzo uproszczonej analiz odległości 'odseparowującej' i bardzo istotnym jest ustalenie parametrów wejściowych. Na przykład autorzy<sup>126</sup> wskazują w przypadku niemieckiego równania jego wyprowadzenie z obliczeń modelu dyspersji (AUSTAL2000) w 23 lokalizacjach.

---

<sup>126</sup> Ibidem

Tabela 16. Przykłady równań empirycznych stosowanych do wyznaczania odległości 'odseparowującej' (E) <sup>(1)</sup> w wybranych krajach europejskich<sup>127</sup>

Kraj zastosowania/o pracowania	Źródło	Parametr a	Emisja S	Wykładnik b	OIC <sup>(2)</sup> C <sub>T</sub> <sup>(3)</sup> /P <sub>T</sub> <sup>(4)</sup>	Kształt odległości odseparowującej
Niemcy <sup>(*)</sup> <sup>(**)</sup>	<p>VDI 3894 Part 2. Emissions and Their Impact from Livestock Operations. Method to Determine the Separation Distance for Odour; Verein Deutscher Ingenieure, VDI: Düsseldorf, Germany, 2012.</p> <p>Schauberger, G.; Schmitzer, R.; Kamp, M.; Sowa, A.; Koch, R.; Eckhof, W.; Eichler, F.; Grimm, E.; Kypke, J.; Hartung, E. Empirical model derived from dispersion calculations to determine separation distances between livestock buildings and residential areas to avoid odour nuisance. Atmos. Environ. 2012, 46, 508–515.</p>	częstotliwość wiatru, prawdopodobieństwo o przekroczenia	emisja zapachu, ou <sub>E</sub> /s	prawdopodobieństwo przekroczenia	0,25 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> / 7-40%	Kształt odpowiadający częstotliwości wiatru w 10° sektorach

<sup>127</sup> Brancher M., Pringer M., Knauder W., Wu Ch., Griffiths K.D., Schauberger, G., Are Empirical Equations an Appropriate Tool to Assess Separation Distances to Avoid Odour Annoyance?, Atmosphere 2020, 11. 678



Kraj zastosowania/o pracowania	Źródło	Parametr a	Emisja S	Wykładnik b	OIC <sup>(2)</sup> C <sub>T</sub> <sup>(3)</sup> /P <sub>T</sub> <sup>(4)</sup>	Kształt odległości odseparowującej
Austria <sup>(*)</sup> (**)	Schauberger, G.; Piringer, M.; Jovanovic, O.; Petz, E. A new empirical model to calculate separation distances between livestock buildings and residential areas applied to the Austrian guideline to avoid odour nuisance. Atmos. Environ. 2012, 47, 341–347.	częstotliwość wiatru, prędkość wiatru, prawdopodobieństwo przekroczenia	emisja zapachu, ou <sub>E</sub> /s	częstotliwość wiatru, prawdopodobieństwo przekroczenia	0,25 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> / 3-24%	Kształt odpowiadający częstotliwości wiatru w 10° sektorach
Belgia <sup>(**)</sup>	Nicolas, J.; Delva, J.; Cobut, P.; Romain, A.-C. Development and validating procedure of a formula to calculate a minimum separation distance from piggeries and poultry facilities to sensitive receptors. Atmos. Environ. 2008, 42, 7087–7095.	chropowatość powierzchni, poziom ochrony (podział na strefy)	liczba zwierząt, gatunek, wentylacja system, obornik, karmienie	b=0,5	10 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> / 2%	Elipsa przy 1,2 E i 0,8 E, zorientowana w przeważającym kierunku wiatru
Austria (wcześniejsze wytyczne)	Schauberger, G.; Piringer, M. Guideline to assess the protection distance to avoid annoyance by odour sensation caused by livestock husbandry. In Proceedings of the 5th International Livestock Environment	częstotliwość wiatru, podział na strefy	liczba zwierząt, gatunek, czynnik techniczny (system wentylacji, obornik i karmienie)	b=0,5	-	Kształt sparametryzowany wg częstotliwości kierunku wiatru dla 45° sektorów (współczynnik między 0,6 a 1,0)

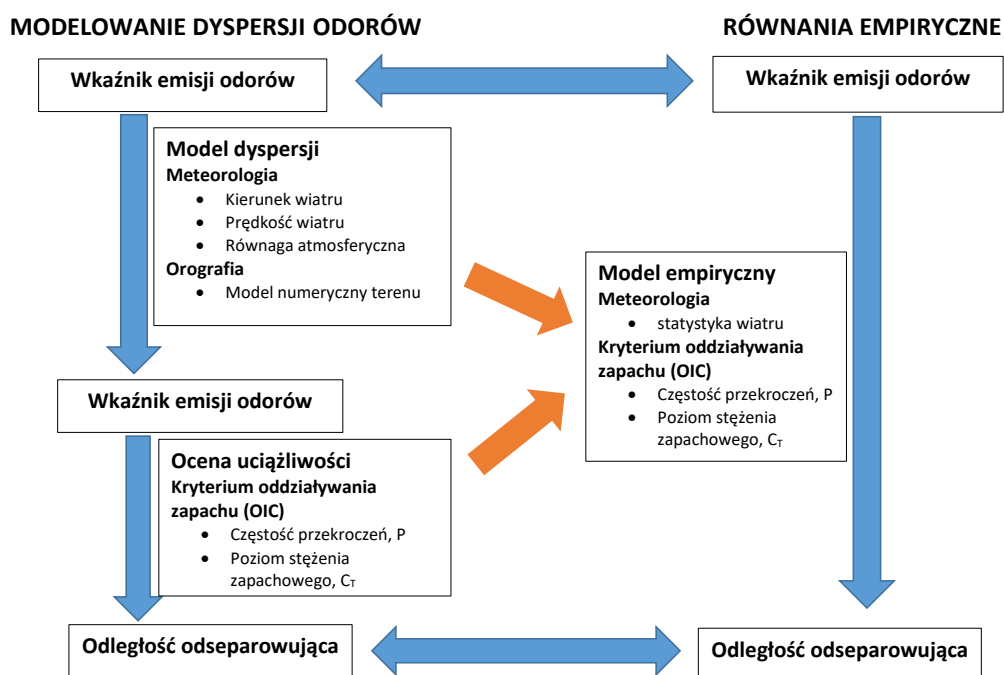
Kraj zastosowania/o pracowania	Źródło	Parametr a	Emisja S	Wykładnik b	$OIC^{(2)} C_T^{(3)} / P_T^{(4)}$	Kształt odległości odseparowującej
	Symposium ILES V, St. Joseph, MI, USA, 29–31 May 1997.  Schauberger, G.; Piringer, M. Assessment of the protection distance to avoid annoyance by odour sensation caused by livestock husbandry by the Austrian guideline. In Proceedings of the International Symposium, Vinkeloord, The Netherlands, 6–10 October 1997; pp. 677–684.					
USA, Purdue setback model (**)	Lim, T.T.; Heber, A.J.; Ni, J.-Q.; Grant, R.; Sutton, A.L. Odor impact distance guideline for swine production systems. Proc. Water Environ. Fed. 2000, 2000, 773–788.	częstotliwość wiatru, podział na strefy, topografia, orientacja i kształt budynku	emisja zapachu, $ou_E/s$	$b=0,5$	-	Kształt sparametryzowany wg częstotliwości kierunku wiatru dla 45° sektorów (współczynnik między 0,75 a 1,0)
Kanada	Guo, H.; Jacobson, L.D.; Schmidt, D.R.; Nicolai, R.E.; Janni, K.A. Comparison of five models for setback	$a=1$	gatunek, liczba zwierząt, zagospodarowanie przestrzenne, obornik	$b=1$	-	Okrąg

Kraj zastosowania/o pracowania	Źródło	Parametr a	Emisja S	Wykładnik b	OIC <sup>(2)</sup> C <sub>T</sub> <sup>(3)</sup> /P <sub>T</sub> <sup>(4)</sup>	Kształt odległości odseparowującej
	distance determination from livestock sites. Can. Biosyst. Eng. 2004, 46, 6.17–16.25.					
USA, W-T <sup>(*)(**)</sup>	Williams, M.L.; Thomson, N. The effect of weather on odour dispersion from livestock buildings and from fields. In Odour Prevention and Control of Organic Sludge and Livestock Farming; Nielsen, V.C., Voorburg, J.H., L'Hermite, P.L., Eds.; Elsevier Applied Science: New York, NY, USA, 1985; pp. 227–233.	a=1,60	emisja zapachu, ou <sub>E</sub> /s	b=0,6	-	Okrąg

<sup>(\*)</sup> Porównane z modelami dyspersji, <sup>(\*\*)</sup> Zastosowane do porównania równań empirycznych.

<sup>(1)</sup> Funkcja E zdefiniowana jako:  $E = a S^b$ ; <sup>(2)</sup> OIC z ang. Odour Impact Criteria - kryteria wpływu/oddziaływania odorów; <sup>(3)</sup> C<sub>T</sub> z ang. concentration threshold –poziom stężenia zapachowego, ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>; <sup>(4)</sup> P z ang. exceedance probability – prawdopodobieństwo przekroczenia, %.

Wykładnik  $b$  i mnożnik  $a$  funkcji potęgowej ( $EG = a S^b$ ) uzyskano za pomocą trzech parametrów wejściowych<sup>128</sup>. Podstawą funkcji była emisja zapachu  $S$  ( $ou_E/s$ ) w zakresie od  $500 \leq S \leq 50\,000$   $ou_E/s$ . Dwoma innymi parametrami były: częstotliwość kierunku wiatru  $F$  (%)  $10^\circ$  sektorów ( $10 \leq F \leq 60\%$ ) i prawdopodobieństwo przekroczenia zapachu  $P$  (%) ( $7 \leq P \leq 40\%$ ). Dodatkowo, w modelu dyspersji brano pod uwagę źródło jednopunktowe (pionowe) o wysokości 5 m. Natomiast, w przypadku rozwiązania austriackiego równanie zostało wyprowadzone na podstawie obliczeń modelu dyspersji (AODM) w 6 lokalizacjach oraz emisji zapachu w zakresie od  $400 \leq S \leq 24\,000$   $ou_E/s$ . Innymi parametrami uwzględnianiami w obliczeniach były: częstotliwość kierunku wiatru  $F$  (%)  $10^\circ$  sektorów ( $F \leq 160\%$ ), średnia prędkość wiatru  $W \leq 4$  m/s i prawdopodobieństwo przekroczenia zapachu  $P$  (%) ( $3 \leq P \leq 24\%$ ). Wynikający z wyżej przytaczanych badań schemat ideowy aktualnego wyznaczania odległości odseparowującej z wykorzystaniem modelu dyspersji oraz uproszczonego podejścia zawartego w austriackich i niemieckich modelach regresji przedstawiono na rysunku 4.



Rysunek 4. Schemat ideowy wyznaczania odległości odseparowującej z wykorzystaniem modelu dyspersji oraz uproszczonego podejścia zawartego w austriackich i niemieckich modelach regresji<sup>129</sup>

Pamiętać zatem należy, iż zastosowanie określonego równania wymaga założenia określonych, ograniczonych i specyficznych dla otoczenia i hodowli warunków.

Na podstawie przeprowadzonego przeglądu dotyczącego możliwości zastosowania metod badań do wyznaczania minimalnych odległości można sformułować wnioski, iż:

<sup>128</sup> Brancher M., Pringer M., Knauder W., Wu Ch., Griffiths K.D., Schaubberger, G., Are Empirical Equations an Appropriate Tool to Assess Separation Distances to Avoid Odour Annoyance?, Atmosphere 2020, 11. 678

<sup>129</sup> Ibidem

- równania empiryczne, opracowane na podstawie prostych modeli regresji liniowej umożliwiają obliczenie odległości szczególnie w kierunku dominujących wiatrów, jeśli są przestrzegane warunki, dla których zostały opracowane;
- poprzez ograniczony opis złożonych zjawisk ich zastosowanie ma ograniczony charakter i powinny być stosowane w przypadku konieczności szybkiego ustalenia odległości odseparowującej np. w sytuacji braku ustalonych innych standardów odorowych;
- do wyznaczania i weryfikacji tworzonych i opracowanych równań niezbędne jest przeprowadzenie stosowych badań oraz analiz, w tym pomiarów terenowych oraz modelowania matematycznego.

#### 6.2.4. Modelowanie matematyczne

Metody modelowania matematycznego wykorzystywane są od wielu lat w Polsce, w procedurach inwestycyjnych, dla uzyskiwania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, związanych z lokalizacją nowych jak i modernizacją istniejących przedsięwzięć. Mają one zastosowanie również dla istniejących instalacji w procedurach pozwoleń zintegrowanych czy pozwoleń na emisje gazów i pyłów do powietrza.

Jako referencyjną metodykę modelowania poziomów substancji w powietrzu w Polsce przyjmuje się metodykę opartą na modelu smugi Gaussa. Została ona szerzej opisana w załączniku nr 3 do rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu<sup>130</sup>. Procedura ta jest stosowana w Polsce od 1981 roku (kilkukrotnie była też modyfikowana). Warto zaznaczyć, że ww. metodyka nie uwzględnia wielu czynników w istotny sposób wpływających na stan zanieczyszczenia powietrza. Jej zastosowanie ogranicza się do standardowych sytuacji meteorologicznych (wartości prędkości wiatru różne od zera) oraz terenu o nieskomplikowanej orografii<sup>131</sup>.

Zgodnie z przepisami art. 12, ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska<sup>132</sup>, dopuszczalne jest także stosowanie innej metodyki, *pod warunkiem, że umożliwiała ona uzyskanie dokładniejszych wyników, a uzasadnieniem jej zastosowania są zjawiska meteorologiczne, mechanizmy fizyczne i procesy chemiczne, jakim podlegają substancje.*

Poza wspomnianą wyżej metodyką opartą na modelu Gaussa, do oceny stanu jakości powietrza wykorzystywane są również bardziej złożone modele, pozwalające na uzyskanie przestrzenno-czasowego pola wiatru oraz uwzględniające specyfikę ukształtowania terenu, a także przemiany fizyko-chemiczne, jakim ulegają substancje w atmosferze. Wśród nich można wymienić modele: Lagrange'a (np. CALPUFF) czy Eulera (np. WRF-Chem). Są one wykorzystywane dla różnych skal czasowych i przestrzennych.

W ogólnym ujęciu, różnica pomiędzy modelowaniem dyspersji odorantów a modelowaniem rozprzestrzeniania się substancji w powietrzu polega na tym, że w przypadku odorantów stężenia wyraża się w jednostkach zapachowych na jednostkę objętości powietrza ( $ou_E/m^3$ ), a emisje w

---

<sup>130</sup> Dz. U. z 2010 r. nr 16, poz. 87

<sup>131</sup> Bogacki M., Oleaniacz R.: Referencyjna metodyka modelowania poziomów substancji w powietrzu na tle innych modeli obliczeniowych. Inżynieria Środowiska, 9(1), 35-45, 2004

<sup>132</sup> tekst jednolity Dz. U. z 2020 r. poz. 1219 z późn. zm.

jednostkach zapachowych na jednostkę czasu ( $ou_E/s$ ), nie zaś jak ma to miejsce w odniesieniu do zanieczyszczeń – odpowiednio w jednostkach masy na jednostkę objętości powietrza ( $\mu g/m^3$ ) oraz w jednostkach masy na jednostkę czasu ( $mg/s$ ). W obu przypadkach jako dane wejściowe do modelowania wykorzystuje się informacje dotyczące: charakterystyki emitorów i wielkości emisji (metody pomiarowe stosowane w tym kontekście zestawiono w tabeli 15, rodz. 6.2.1), warunków wprowadzania odorantów/substancji zanieczyszczających do powietrza, dane nt. pokrycia i ukształtowania terenu oraz warunków meteorologicznych.

Otrzymane wyniki modelowania mogą zostać następnie porównane z odpowiednimi dopuszczalnymi poziomami substancji w powietrzu lub wartościami odniesienia. W polskim prawie zostały określone poziomy dopuszczalne<sup>133</sup> oraz wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (te ostatnie podano w załącznikach nr 1 i 2 wspomnianego wyżej rozporządzenia), nie ma natomiast ustanowionych wartości odniesienia dla substancji zapachowych. Należy przy tym podkreślić, że progi wyczuwalności węchowej wielu substancji zapachowych leżą znacznie poniżej odnośnych wartości odniesienia. Delegację dla ministra właściwego do spraw klimatu w zakresie określenia wartości odniesienia dla substancji zapachowych zawarto w art. 222 ust. 5 ustawy – POŚ.

Z modelowaniem i wartościami dopuszczalnymi/odniesienia wiążą się dwa inne pojęcia tj.: dopuszczalna częstości przekraczania poziomów dopuszczalnych/odniesienia substancji w powietrzu oraz okresy, dla których uśrednia się obliczenia stężeń substancji. Standardowe czasy uśredniania to 1 godzina, 24 godziny oraz rok kalendarzowy. Tak długie czasy uśredniania nie powinny być jednak przyjmowane w stosunku do substancji odorotwórczych. Wynika to ze specyfiki odbioru wrażeń zmysłowych. Zjawiska dostarczające bodźców o zmiennym natężeniu są lepiej zauważane niż zjawiska o powolnym przebiegu zmian. Dotyczy to także węchu. Dlatego nawet chwilowe wahania stężeń, nie wpływające na przekroczenie dopuszczalnych wartości stężeń np. 1-godzinnych, mogą powodować nieprzyjemne wrażenia węchowe<sup>134</sup>. Mając powyższe na uwadze, w modelach przyjmuje się często krótsze czasy uśredniania (pomiędzy 1 min a 1 godziną<sup>135</sup>). Ogólnie równanie opisujące zależność pomiędzy stężeniem długoterminowym a krótkoterminowym można zapisać w następującej postaci:

$$\frac{S_1}{S_2} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^n \quad (1)$$

gdzie:

$S_1, S_2$  – stężenia o czasie uśredniania odpowiednio  $T_1$  i  $T_2$

$n$  – współczynnik empiryczny, uzależniony od warunków meteorologicznych (w modelu CALPUFF przykładowo zaleca się przyjęcie wartości 0,2)

Metody modelowania w procedurach uzyskiwania pozwoleń dla przedsięwzięć, które wiążą się z wprowadzaniem do powietrza odorotwórczych gazów odlotowych stosuje się m.in. w takich

<sup>133</sup> rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U z 2012 r., poz. 1031, z późn. zm.)

<sup>134</sup> Borkowska I., Neumann M: Określanie wielkości emisji i zasięgu odorotwórczego oddziaływania na przykładzie wybranych źródeł zanieczyszczenia powietrza; Ochrona powietrza i problemy odpadów; s. 15-22; 1-2/2003

<sup>135</sup> Drew G.H., Smith V. i in.: Appropriateness of selecting different averaging times for modelling chronic and acute exposure to environmental odours; Atmospheric Environment; Vol. 41, Issue 13, pp. 2870-2880; April 2007 <https://core.ac.uk/download/pdf/141208.pdf>

państwach jak: Wielka Brytania, Niemcy, Austria czy Holandia. Poniżej krótko przedstawiono wybrane podejścia.

### **Wielka Brytania**

Brytyjskie wytyczne w zakresie zarządzania odorami<sup>136</sup>, znane także pod nazwą H4, wprowadzają 3 rodzaje poziomów odniesienia (dla stężeń jednogodzinnych), w zależności od napastliwości/nieprzyjemności zapachu powstającego w ramach danej działalności, inaczej potencjału jego uciążliwości (w nawiasie podano przykładowe działalności):

- 1,5 ou<sub>E</sub> – dla najbardziej nieprzyjemnych zapachów (procesy przetwarzania odpadów zwierzęcych, rybich),
- 3 ou<sub>E</sub> – dla średnio nieprzyjemnych zapachów (intensywny chów zwierząt gospodarskich, przetwórstwo spożywcze, przetwórstwo buraków cukrowych, kompostownie odpadów zielonych z dobrym systemem napowietrzania),
- 6 ou<sub>E</sub> – dla najmniej nieprzyjemnych zapachów (produkcja piwa, cukiernictwo, palarnie kawy, piekarnie).

Należy podkreślić, że większość przedsięwzięć zalicza się do środkowej kategorii.

Dla wyżej wymienionych poziomów odniesienia określono również dopuszczalną częstość przekraczania wyrażoną jako 98 percentyl ze stężeń jednogodzinnych w roku kalendarzowym (co oznacza możliwość przekraczania poziomu odniesienia 175 godzin w ciągu roku).

Wytyczne mówią również o możliwości lokalnego obniżenia przedstawionych wyżej poziomów odniesienia np. o 0,5 ou<sub>E</sub> w sytuacji, kiedy miejscowa ludność została uwrażliwiona na działanie zapachów, a także zalecają indywidualne podejście do krótkich epizodów bardzo wysokich stężeń zapachów, które przy standardowym podejściu zostałyby uśredniane podczas modelowania.

Jako modele referencyjne w Wielkiej Brytanii stosuje się modele Gaussa (AERMOD, ADMS) oraz Lagrange'a (CALPUFF, AUSTAL2000).

### **Niemcy**

Niemieckie wytyczne dotyczące emisji zapachów „Feststellung und Beurteilung von Geruchsmissionen“ (GIRL)<sup>137</sup> z 2008 r., które planuje się w ramach rewizji włączyć<sup>138</sup> do krajowej regulacji dotyczącej kontroli zanieczyszczenia powietrza, znanej pod nazwą TA Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft)<sup>139</sup> odnoszą się do problematyki uciążliwych zapachów pochodzących z przemysłu oraz hodowli zwierząt. Przedstawiona w nich koncepcja podejścia opiera się na wyznaczaniu tzw. „godzin odorowych” (opisanych szerzej w dokumencie VDI 3940<sup>140</sup>). Z „godziną odorową” wiąże się obecność rozpoznawalnego zapachu<sup>141</sup>, który jest

---

<sup>136</sup> Environment Agency: H4 Odour Management. How to comply with your environmental permit; March 2011 [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/296737/geh\\_o0411btqm-e-e.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/296737/geh_o0411btqm-e-e.pdf) (dostęp: 10.09.2020)

<sup>137</sup> [http://gaa.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/16507/6\\_1.pdf](http://gaa.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/16507/6_1.pdf) (dostęp: 10.09.2020)

<sup>138</sup> <https://www.immissionsschutzdigital.de/ce/die-geruchsmissions-richtlinie-girl-und-deren-geplante-aufnahme-in-die-ta-luft/detail.html> (dostęp: 10.09.2020)

<sup>139</sup> Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) Federal Ministry for Environment, Nature Conservation and Reactor Safety, Bonn

<sup>140</sup> VDI 3940 Part 1: Measurement of Odour Impact by Field Inspection; Measurement of the Impact Frequency of Recognizable Odours, Grid Measurement. Beuth Verlag GmbH, Berlin 2006

<sup>141</sup> próg rozpoznania jest wyższy od progu wyczuwalności węchowej (średnio 10 razy)

identyfikowany przez 50% zespołu ekspertów o reprezentatywnej dla populacji wrażliwości węchu, w ramach badań terenowych (prowadzonych w punktach regularnej siatki wyznaczonej wokół źródła emisji zapachów), przez określony procent czasu trwania danego pomiaru (1 minuta/10 minut). Graniczne częstości występowania „godzin odorowych” w skali roku zostały zróżnicowane, w zależności od sposobu użytkowania terenu. Wynoszą one odpowiednio:

- 0,10 (90 percentyl) – dla obszarów mieszkalnych/o funkcji mieszanej,
- 0,15 (85 percentyl) – dla obszarów handlowo-przemysłowych oraz dla obszarów wiejskich.

Oznacza to przykładowo, że działalność, której funkcjonowanie wiąże się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej, prowadzona na obszarze o funkcji mieszkalnej, nie może przyczyniać się do występowania „godzin odorowych” w liczbie większej niż 876 godzin w roku.

„Godziny odorowe” mogą być wyznaczane na podstawie badań terenowych lub na podstawie modelowania dyspersji odorantów (w szczególności w odniesieniu do obiektów planowanych lub modernizowanych w kierunku zwiększenia wielkości produkcji).

Metodyka modelowania została szczegółowo opisana w załączniku 3 do TA Luft. Jako jeden z referencyjnych modeli do modelowania dyspersji zapachów w Niemczech wykorzystuje się AUSTAL2000 (model Lagrange’a). Aby uwzględnić chwilowe wahania stężeń zapachów, obliczone modelem stężenia 1-godzinowe zaleca się przemnożyć przez stały współczynnik 4, wyrażający stosunek stężenia krótkoterminowego do stężenia długoterminowego (zgodnie z przedstawionym wcześniej wzorem (1)) i na tej podstawie obliczyć „godziny odorowe”. Współczynnik 4 został określony na drodze badań empirycznych<sup>142</sup>, w ramach których badano jego wartość dla różnych rodzajów źródeł, stanów równowagi atmosfery, odległości od źródła, prędkości wiatru (dla modelu Gaussa współczynnik ten zaleca się przyjmować na poziomie 10<sup>143</sup>). Jeśli obliczona w ten sposób wartość stężenia zapachu przekracza 1 ou<sub>E</sub>, dana godzina jest liczona jako „godzina zapachowa”.

### **Austria**

Modelowanie matematyczne jest wskazywane jako jedna z metod oceny zasięgu odorotórczego oddziaływania źródeł emisji, również w austriackich wytycznych. Wyniki modelowania są tu wykorzystywane na potrzeby właściwego planowania przestrzennego i określania odpowiednich odległości dla lokalizacji zabudowy od obiektów uciążliwych zapachowo. Austriackie wytyczne<sup>144</sup> odnoszą się do oceny emisji zapachów z hodowli zwierząt, która jest identyfikowana jako najbardziej charakterystyczne źródło emisji odorantów, w tym kraju. Wielkość emisji, stanowiąca jedną z danych wejściowych do modelowania, określana jest na drodze obliczeniowej, przy uwzględnieniu takich parametrów jak: liczba i rodzaj zwierząt, rozwiązania systemu wentylacji, sposób gospodarowania odchodami zwierzęcymi, zastosowane urządzenia ochronne (np. biofiltr), a także rodzaj stosowanej paszy. Otrzymane wyniki modelowania (w postaci częstości pojawiania się zapachu o określonym stężeniu w wybranych punktach siatki obliczeniowej lub jako wartość średnia poszczególnych pól siatki) porównuje się z określonymi wartościami odniesienia

---

<sup>142</sup> Lohmeyer A.: FuE-Vorhaben „Modellierung des Ausbreitungsverhaltens von Luftfremden Schadstoffen/Geruchen bei niedrigen Quellen im Nahbereich”, 1998

<sup>143</sup> Ibidem

<sup>144</sup> BMLFUW: Richtlinie zur Beurteilung von Geruchsimmissionen aus der Nutztierhaltung in Stallungen; 2017



(zróżnicowanymi ze względu na jakość hedoniczną zapachu) i ocenia względem dopuszczalnych częstości występowania zapachu.

W austriackim prawie nie istnieją wiążące wytyczne ani wartości graniczne dotyczące częstości pojawiania się zapachu w otoczeniu (za wyjątkiem obszarów uzdrowiskowych<sup>145</sup>). Niewiążące zalecenia w tym zakresie zostały opracowane w 1994 r. przez Austriacką Akademię Nauk (ÖAW)<sup>146</sup>. Zgodnie z nimi za „rozsądne” przyjęto występowanie narażenia na oddziaływanie zapachów łącznie w liczbie  $\leq 3\%$  godzin rocznie (97 percentyl) w stosunku do „silnie wyczuwalnych zapachów” (okresy występowania zapachu są sumowane i obliczany jest procent „rzeczywistych godzin” występowania zapachu w roku) lub  $\leq 8\%$  (92 percentyl) godzin rocznie dla „zapachów wyczuwalnych” i „silnie wyczuwalnych”. W zaleceniach ÖAW nie podano jednak jednostek miary dla określenia „zapachu wyczuwalnego” i „silnie wyczuwalnego”. Ponadto zaproponowane przez ÖAW wartości dla „rzeczywistych godzin” w roku nie mogą być bezpośrednio porównywane z wynikami modelowania, które przedstawiają częstości pojawiania się zapachu jako roczne „godziny odorowe”<sup>147</sup>.

O doborze modelu do oceny zapachowego oddziaływania przedsięwzięcia, w konkretnym przypadku, decyduje ekspert. Modelami wykorzystywanymi w Austrii są Austrian Odour Dispersion Model – AODM (model Gaussa), jak również Lagrange’owski model LASAT. W przypadku obu modeli wykorzystuje się odpowiednio algorytm (1), dla uwzględnienia krótkoterminowych maksymalnych stężeń zapachu.

W publikacji<sup>148</sup> dotyczącej porównania wyników obliczeń niezbędnej odległości od źródła emisji, dla zapewnienia ochrony przed jego uciążliwością zapachową, uzyskanych za pośrednictwem obu ww. modeli, dla dwóch różnych (pod względem warunków topograficznych i meteorologicznych) lokalizacji źródeł emisji na terenie Austrii wynika, że kształt izolinii odnośnego percentyla ze stężeń substancji zapachowych, będący zarazem odzwierciedleniem wymaganych odległości od źródła emisji, dla zapewnienia ochrony przed uciążliwością zapachową jest zdeterminowany rozkładem prędkości i kierunków wiatru oraz częstotliwości występowania określonych klas równowagi atmosfery dla danego kierunku wiatru. Ponadto oceniono, że odległości wyznaczone za pomocą modelu LASAT są większe aniżeli obliczone na podstawie modelu AODM (dla obu lokalizacji). W konkluzji autorzy rekomendują zastosowanie modelu Lagrange’a, co zostało również potwierdzone przez innych badaczy.

W wytycznych austriackich podkreśla się wyższość metod modelowania, nad innymi, zalecanymi metodami uproszczonymi tj. empirycznymi modelami regresji, przede wszystkim w odniesieniu do sytuacji występowania na danym terenie kilku źródeł emisji uciążliwych zapachów.

---

<sup>145</sup> wartość docelowa dla obszarów uzdrowiskowych wynosi  $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3 \leq 3\%$  godzin rocznie (97 percentyl), dla czasu uśredniania wyników 1-5 s

<sup>146</sup> ÖAW: Umweltwissenschaftlichen Grundlagen und Zielsetzungen im Rahmen des Nationalen Umweltplans für die Bereiche Klima, Luft, Lärm und Geruch, In: Kommission für Reinhaltung der Luft der Österreichische Akademie der Wissenschaften (Ed.), Schriftenreihe der Sektion I des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, Band 17 Wien

<sup>147</sup> BMLFUW: Richtlinie zur Beurteilung von Geruchsimmissionen aus der Nutztierhaltung in Stallungen; 2017

<sup>148</sup> Piringer M., Knauder W., Petz E., Schaubberger G.: Factors influencing separation distances against odour annoyance calculated by Gaussian and Lagrangian dispersion models. Atmos. Environ., 2016

## Holandia

Holandia należy do państw, które stosunkowo wcześniej (w 1971 r.) podjęły działania mające na celu uregulowanie problemu uciążliwości zapachowej, z uwagi na licznie reprezentowany w tym kraju sektor hodowli trzody chlewnej. W wytycznych holenderskich początkowo określano minimalne odległości pomiędzy budynkami mieszkalnymi a obiektami inwentarskimi, w zależności od liczebności zwierząt w obiekcie, na podstawie doświadczeń inspektorów zdrowia publicznego. Następnie do oceny wprowadzono metody ilościowe, oparte na pomiarach olfaktometrycznych emisji odorantów w połączeniu z modelowaniem dyspersji, w celu określenia częstości narażenia na średnie stężenia godzinowe, przekraczające określoną wartość dopuszczalną. Wprowadzono przy tym dwa kryteria narażenia, łagodniejsze dla przedsięwzięć istniejących i ostrzejsze dla planowanych. Bardziej elastyczne podejście zostało wprowadzone następnie w roku 2003 w postaci wytycznych NeR (Nederlandse Emissie Richtlijn).<sup>149</sup> W wytycznych NeR<sup>150</sup> uwzględniono różnego rodzaju działalności, których funkcjonowanie wiąże się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej. Dla ww. działalności przedstawiono wskaźniki emisji oraz dopuszczalne poziomy stężenie w jednostkach zapachowych i częstości ich przekraczania, zróżnicowane w określonych przypadkach w zależności od sposobu zagospodarowania terenu (obszary zabudowy mieszkalnej, przemysłowe,...), a także uwzględniające stan inwestycji (obiekty istniejące i planowane). Do oceny spełnienia tak zdefiniowanych wymagań przyjęto metody modelowania. W 2016 r. wybrane zapisy wytycznych NeR zostały przeniesione do holenderskiego rozporządzenia w sprawie zarządzania środowiskiem (Activiteitenbesluit milieubeheer<sup>151</sup>). Zagadnienia dotyczące zapachów z hodowli zwierząt są natomiast regulowane w ramach ustawy o uciążliwości zapachowej i hodowli zwierząt (Wet geurhinder en veehouderij - Wgv). Jej celem jest określenie minimalnych odległości dla ochrony wrażliwych receptorów. Pozwolenie środowiskowe nie może być wydane w odniesieniu do hodowli zwierząt, która powoduje przekroczenie poziomów (wartości podane w nawiasach dotyczą wyodrębnionych terenów gminy, dla których mogą zostać zastosowane inne wartości na podstawie odrębnych rozporządzeń gminnych)<sup>152</sup>:

- 3 (0,1 – 14) ou<sub>E</sub> – z obszarem koncentracji w obszarze zabudowy,
- 14 (3 – 35) ou<sub>E</sub> – z obszarem koncentracji poza obszarem zabudowy,
- 2 (0,1 – 8) ou<sub>E</sub> – poza obszarem koncentracji na obszarze zabudowy,
- 8 (2 – 20) ou<sub>E</sub> – poza obszarem koncentracji poza obszarem zabudowy.

Niezależnie od tego, minimalna odległość dzieląca gospodarstwo hodowlane od wrażliwego receptora, który jest częścią innego gospodarstwa hodowlanego musi wynosić co najmniej 100 m w obrębie obszaru zabudowanego i co najmniej 50 m poza obszarem zabudowanym.

Ustawa Wgv jest stosowana w połączeniu z wcześniej cytowanym rozporządzeniem w sprawie zarządzania środowiskiem, stąd do ww. poziomów odniesienia ma zastosowanie 98 percentyl ze stężeń 1-godzinnych.<sup>153</sup>

---

<sup>149</sup> Van Harreveld A.P.: Odor Regulation and the history of Odor Measurement in Europe. [http://www.env.go.jp/en/air/odor/measure/02\\_1\\_3.pdf](http://www.env.go.jp/en/air/odor/measure/02_1_3.pdf) (dostęp: 23.09.2020)

<sup>150</sup> <https://rwsenvironment.eu/subjects/air/netherlands-emission/> (dostęp: 23.09.2020)

<sup>151</sup> <https://www.infomil.nl/onderwerpen/integrale/activiteitenbesluit/> (dostęp: 23.09.2020)

<sup>152</sup> Brancheri M. in.: A review of odour impact criteria in selected countries around the world, Chemosphere, 168, 2017

<sup>153</sup> Ibidem

Modelem wykorzystywanym w Holandii, w procedurach uzyskiwania pozwoleń, w tym w odniesieniu do modelowania dyspersji odorantów, jest model krajowy (Handreiking Nieuw Nationaal Model), oparty na modelu Gaussa.

W poniższej tabeli (tabela 17) przedstawiono wybrane modele matematyczne stosowane w obliczeniach rozprzestrzeniania się substancji zapachowych w powietrzu, ich podstawowe cechy, zalety i ograniczenia.

Na podstawie przeprowadzonego przeglądu dotyczącego możliwości zastosowania metod modelowania do wyznaczania minimalnych odległości można sformułować następujące wnioski:

- metody modelowania matematycznego są stosowane powszechnie w procedurach uzyskiwania pozwoleń w zakresie wprowadzania gazów i pyłów do powietrza. Przy ich wykorzystaniu można określić zasięg oddziaływania inwestycji, a zatem również minimalną odległość, jaka powinna być zachowana od obiektu, którego funkcjonowanie wiąże się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej, dla jej uniknięcia na obszarze zabudowy mieszkalnej;
- do modelowania dyspersji odorantów wykorzystuje się te same modele, których używa się do modelowania rozprzestrzeniania się substancji w atmosferze. Wśród nich znajdują zastosowanie modele Gaussa i Lagrange'a; w prowadzonych analizach uwzględniać jednak należy możliwość występowania krótkotrwałych epizodów zapachowych o dużej intensywności oraz rozgraniczać podejście związane z modelowaniem pojedynczych substancji zapachowych i ich mieszanin – wówczas wartość emisji odorów powinna zostać zdefiniowana we właściwy sposób;
- dla uchwycenia chwilowych wahań stężeń substancji zapachowych, które mogą nie wpływać na przekroczenia dopuszczalnych wartości stężeń np. 1-godzinnych, a mimo to powodować nieprzyjemne wrażenia węchowe, w modelach przyjmuje się często krótsze czasy uśredniania np. 5s lub stosuje odpowiednie współczynniki korygujące. Na podstawie badań empirycznych określono takie współczynniki dla modelu Lagrange'a (4) oraz Gaussa (10); nie uwzględniają one jednak takich cech zapachów, jak ich intensywność czy jakość hedoniczna;
- dane wejściowe do modelowania w zakresie emisji odorów mogą być przyjmowane na podstawie wyników pomiarów olfaktometrycznych, wykonanych dla istniejących obiektów lub odnośnych danych literaturowych;
- modelowanie znajduje zastosowanie w szczególności do określania oddziaływania zapachowego przedsięwzięć planowanych oraz modernizowanych w kierunku zwiększenia wielkości produkcji; koniecznym wydaje się ustalenie właściwych standardów odorowych;
- doświadczenia innych państw pokazują, że wprowadzenie wartości odniesienia dla substancji zapachowych oraz dopuszczalnych częstości ich przekraczania w roku kalendarzowym (wyrażonych w postaci określonego percentyla ze stężeń substancji zapachowych) jest niezbędne dla oceny wyników modelowania zapachowego oddziaływania przedsięwzięć, w celu zapewnienia właściwej ochrony obszarów wrażliwych (zabudowy mieszkalnej);

- przestrzenny rozkładu stężeń odorów dla danego przedsięwzięcia, którego funkcjonowanie może wiązać się z powstawaniem uciążliwości zapachowej jest zdeterminowany rozkładem prędkości i kierunków wiatru oraz częstotliwości występowania określonych klas równowagi atmosfery, dla danego kierunku wiatru;
- wyższość metod modelowania, nad innymi metodami uproszczonymi np. empirycznymi modelami regresji, przejawia się przede wszystkim w odniesieniu do sytuacji występowania na danym terenie kilku źródeł emisji uciążliwych zapachów; równania empiryczne ze względu na ich uproszczoną formę znajdują głównie zastosowanie w odniesieniu do źródeł punktowych.

Tabela 17. Charakterystyka wybranych modeli matematycznych stosowanych w obliczeniach rozprzestrzeniania się substancji zapachowych w powietrzu <sup>154</sup>

Nazwa modelu	Typ modelu	Cechy charakterystyczne	Uwzględnione parametry		Zalety	Ograniczenia
			dane topograficzne	dane meteorologiczne		
AERMOD (USA)	Gaussowski model smugi	Pozwala na wprowadzenie różnych rodzajów źródeł (punktowe, objętościowe i powierzchniowe).	✓ (możliwość prowadzenia obliczeń dla podstawowych lub zaawansowanych danych terenowych)	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zgodny z wytycznymi US-EPA w sprawie modeli jakości powietrza</li> <li>Odpowiedni dla obliczeń krótkiego zasięgu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ma tendencję do zaniżania stężenia odorantów dla źródeł powierzchniowych</li> <li>Brak graficznego interfejsu użytkownika</li> </ul>
CALPUFF (USA)	Gaussowski model obłoku (podejście Lagrange'a)	Niestacjonarny model dyspersji, który symuluje wpływ zmiennych w czasie i przestrzeni warunków meteorologicznych na transport, przemiany i depozycję zanieczyszczeń.	✓ (zawiera moduł przeznaczony do określania pól parametrów geofizycznych na podstawie dostępnych danych)	✓ (zawiera moduł przeznaczony do określania zmiennych w czasie pól parametrów meteorologicznych na podstawie dostępnych danych)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zawiera moduły obliczeń suchej i mokrej depozycji oraz przemian chemicznych zanieczyszczeń w atmosferze</li> <li>Śledzi ostatnie informacje o zanieczyszczeniach z przeszłości; w rezultacie stężenia zanieczyszczeń, które wystąpiły w poprzednich godzinach, mają wpływ na dyspersję zanieczyszczeń</li> <li>Może przewidywać skutki emisji odorantów w dowolnym punkcie przestrzeni z wysoką rozdzielczością czasową</li> <li>Skala przestrzenna od lokalnej do 300 km</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wymaga wprowadzenia dużej ilości danych wejściowych</li> <li>Brak graficznego interfejsu użytkownika</li> </ul>
CALGRID (USA)	Model Eulera	Fotochemiczny mezoskalowy model	✓	✓ (trójwymiarowe rozkłady)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obejmuje m.in. moduły: poziomej i pionowej adwekcji/dyfuzji, suchej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wymaga wprowadzenia dużej ilości danych wejściowych.</li> </ul>

<sup>154</sup> Conti C., Guarino M., Bancenetti J.: Measurements techniques and models to assess odor annoyance: A review; Environment International 134; 2020; opracowanie własne

Nazwa modelu	Typ modelu	Cechy charakterystyczne	Uwzględnione parametry		Zalety	Ograniczenia
			dane topograficzne	dane meteorologiczne		
		transportu i dyspersji zanieczyszczeń.		przestrzenne, m.in. temperatury powietrza i prędkości wiatru)	depozycji oraz mechanizmu fotochemicznego <ul style="list-style-type: none"> <li>Może symulować scenariusze wielodniowe</li> <li>Dokładniejszy w porównaniu z innymi modelami</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wymaga dużej mocy obliczeniowej</li> <li>Brak graficznego interfejsu użytkownika</li> <li>Rozdzielczości powyżej 1 km</li> </ul>
ADMS (Wlk. Brytania)	Gaussowski model smugi	Model gaussowski nowej generacji, uwzględniający pionowe profile zmienności parametrów turbulencji atmosfery.	✓	✓ (dane sekwencyjne lub statystyczne)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wyniesienie smugi obliczane jest numerycznie poprzez rozwiązanie układu równań zachowania masy, pędu i ciepła smugi oraz masy wyemitowanego zanieczyszczenia</li> <li>Wyodrębniony moduł obliczeniowy dla odorów</li> <li>Posiada interfejs użytkownika ułatwiający m.in. grupowanie źródeł emisji</li> <li>Odpowiedni dla obliczeń krótkiego zasięgu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wyniesienie smugi nie jest obliczane dla źródeł objętościowych</li> <li>Wymaga zakupu licencji</li> </ul>
Austal2000 (Niemcy)	Model Lagrange'a	Oficjalny model referencyjny wg niemieckich przepisów „TA Luft”.	✓	✓ (zawiera własny model diagnostyczny pola wiatru)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uwzględnia wpływ topografii na rozkład pola wiatru i na dyspersję zanieczyszczeń w atmosferze</li> <li>Posiada wyodrębnione moduły przemian chemicznych i modelowania odorów</li> <li>Skala przestrzenna od lokalnej do 200 km</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brak graficznego interfejsu użytkownika</li> </ul>
LASAT (Niemcy)	Model Lagrange'a	Model zgodny z metodyką Austal2000, wyposażony w graficzny interfejs użytkownika oraz moduły pomocnicze.	✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wyniki obliczeń dla odorów prezentowane w postaci częstotliwości występowania „godzin odorowych”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wymaga zakupu licencji</li> </ul>

### 6.3. Proponowana koncepcja wyznaczania bezpiecznych (minimalnych) odległości

---

Na podstawie przeprowadzonej analizy metod wyznaczania minimalnych odległości (opisanej w rozdziale 6.2), w ramach której wzięto pod uwagę trzy rodzaje metod tj.:

- metody badań i pomiarów,
- modele empiryczne,
- modelowanie matematyczne,

uwzględniając zalety i ograniczenia poszczególnych metod, poniżej przedstawiono (tabela 18) metody rekomendowane do określania minimalnych odległości w odniesieniu do poszczególnych rodzajów przedsięwzięć (w tym istniejących i planowanych) wraz z propozycjami tych odległości.

Dla przedsięwzięć sektora rolnego i komunalnego proponuje się dopuszczenie możliwości zastosowania innych niż określone w tabeli odległości, w uzasadnionych przypadkach, podanych w przypisach tabeli.

Poniżej przedstawiono krótki opis proponowanych metod.

#### Wartość stała

W odniesieniu do obiektów gospodarki komunalnej, w tym obiektów gospodarki odpadami oraz oczyszczalni ścieków, proponuje się przyjęcie stałej minimalnej odległości 1 500 m. Wartość taka została zaproponowana jako średnia na podstawie danych literaturowych dotyczących oceny oddziaływania krajowych obiektów gospodarki komunalnej<sup>155,156,157,158,159</sup>, których potwierdzenie stanowią również wyniki przeprowadzonego modelowania, dla przykładowego obiektu gospodarki odpadami, przedstawione w poniższym punkcie. W przypadku obiektów gospodarki hodowlanej uwzględniono wyniki porównań zastosowania wybranych równań empirycznych zaprezentowanych w najnowszej literaturze<sup>160</sup>, zawierającej formuły ujęte w tabeli 16 (rozd. 6.2.3).

---

<sup>155</sup> Sówka I., Grzelka A., Bezyk Y., Miller U.: GIS-based modeling of odour emitted from the waste processing plant: case study; E3S Web of Conferences 17, 2017;

<sup>156</sup> Sówka I., Pachurka Ł., Bezyk Y., Grzelka A., Miller U.: Application of field studies and geostatistical methods in assessment of odour nuisance based on selected examples from municipal, industrial and agricultural environments; Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych; vol. 26 No 2(72); 2017

<sup>157</sup> Pawnuł M., Sówka I.: Application of mathematical modeling in evaluation of odour nuisance from selected waste management plant; E3S Web Conferences 100, 2019

<sup>158</sup> Sówka I., Miller U., Grzelka A., Bezyk Y., Pachurka Ł.: Określenie zapachowej jakości powietrza wokół wybranych obiektów gospodarki komunalnej / Izabela Sówka [i in.]. Raporty Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej. 2017, Ser. SPR nr 10

<sup>159</sup> Pawnuł M., Sówka I.: Application of mathematical modeling in evaluation of odour nuisance from selected waste management plant; E3S Web Conferences 100, 2019

<sup>160</sup> Brancher M., Pringer M., Knauder W., Wu Ch., Griffiths K.D., Schauburger, G., Are Empirical Equations an Appropriate Tool to Assess Separation Distances to Avoid Odour Annoyance?, Atmosphere 2020, 11. 678

Tabela 18. Rekomendowane minimalne odległości od zabudowań dla wybranych przedsięwzięć wraz z metodami ich wyznaczania<sup>161</sup>

Sektor	Rodzaj przedsięwzięcia	Minimalna odległość	Metoda określania	Uwagi
<b>Rolny</b>	Chów i hodowla zwierząt (drobiu, trzody chlewnej, bydła)	500 m	Wartość stała	Wartość średnia na podstawie literatury; dopuszczalne określenie mniejszej lub większej odległości – wymagane uzasadnienie*
<b>Komunalny</b>	Składowiska odpadów, instalacje MBP, kompostownie	1500 m	Wartość stała	Wartość średnia na podstawie literatury; dopuszczalne określenie mniejszej lub większej odległości – wymagane uzasadnienie*
	Oczyszczalnie ścieków	1500 m	Wartość stała	Wartość średnia na podstawie literatury; dopuszczalne określenie mniejszej lub większej odległości – wymagane uzasadnienie*
<b>Przetwórstwo rolno-spożywcze</b>	Przetwórstwo ryb	1,5 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> 98 percentyl	Wyniki pomiarów i/lub modelowania matematycznego	Dopuszczalne określenie mniejszej lub większej wartości – wymagane uzasadnienie*
	Zakłady mięsne	3 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> 98 percentyl	Wyniki pomiarów i/lub modelowania matematycznego	Dopuszczalne określenie mniejszej lub większej wartości – wymagane uzasadnienie*
	Przetwórstwo odpadów poubojowych	1,5 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> 98 percentyl	Wyniki pomiarów i/lub modelowania matematycznego	Dopuszczalne określenie mniejszej lub większej wartości – wymagane uzasadnienie*
	Piekarnie i produkcja wyrobów cukierniczych	6 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> 98 percentyl	Wyniki pomiarów i/lub modelowania matematycznego	Dopuszczalne określenie mniejszej lub większej wartości – wymagane uzasadnienie*
	Wytwórnice kakao i czekolady	6 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> 98 percentyl	Wyniki pomiarów i/lub modelowania matematycznego	Dopuszczalne określenie mniejszej lub większej wartości – wymagane uzasadnienie*

<sup>161</sup> opracowanie własne



Sektor	Rodzaj przedsięwzięcia	Minimalna odległość	Metoda określania	Uwagi
<b>Przetwórstwo rolno-spożywcze</b>	Palarnie kawy	6 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> 98 percentyl	Wyniki pomiarów i/lub modelowania matematycznego	Dopuszczalne określenie mniejszej lub większej wartości – wymagane uzasadnienie*
	Cukrownie	3 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> 98 percentyl	Wyniki pomiarów i/lub modelowania matematycznego	Dopuszczalne określenie mniejszej lub większej wartości – wymagane uzasadnienie*
	Produkcja olejów roślinnych	3 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> 98 percentyl	Wyniki pomiarów i/lub modelowania matematycznego	Dopuszczalne określenie mniejszej lub większej wartości – wymagane uzasadnienie*
	Zakłady tytoniowe	3 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> 98 percentyl	Wyniki pomiarów i/lub modelowania matematycznego	Dopuszczalne określenie mniejszej lub większej wartości – wymagane uzasadnienie*
	Wytwórnice napojów alkoholowych (browary, gorzelnie)	6 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> 98 percentyl	Wyniki pomiarów i/lub modelowania matematycznego	Dopuszczalne określenie mniejszej lub większej wartości – wymagane uzasadnienie*
	Zakłady mleczarskie	3 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> 98 percentyl	Wyniki pomiarów i/lub modelowania matematycznego	Dopuszczalne określenie mniejszej lub większej wartości – wymagane uzasadnienie*
<b>Chemiczny</b>	Produkcja chemii masowej (tworzywa sztuczne, nawozy i związki azotowe, pozostałe chemikalia organiczne)	3 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> 98 percentyl	Wyniki pomiarów i/lub modelowania matematycznego	Dopuszczalne określenie mniejszej lub większej wartości – wymagane uzasadnienie*
	Przetwórstwo chemiczne (wyroby z tworzyw sztucznych, wyroby z kauczuku syntetycznego, farby, lakiery, kleje)	3 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> 98 percentyl	Wyniki pomiarów i/lub modelowania matematycznego	Dopuszczalne określenie mniejszej lub większej wartości – wymagane uzasadnienie*

Sektor	Rodzaj przedsięwzięcia	Minimalna odległość	Metoda określania	Uwagi
<b>Chemiczny</b>	<i>Paliwa i produkty rafinacji ropy naftowej</i>	<i>3 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> 98 percentyl</i>	<i>Wyniki pomiarów i/lub modelowania matematycznego</i>	<i>Dopuszczalne określenie mniejszej lub większej wartości – wymagane uzasadnienie*</i>
	<i>Chemia niskotonażowa (farmaceutyki, chemia domowa – mydła, kosmetyki, środki ochrony roślin)</i>	<i>3 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> 98 percentyl</i>	<i>Wyniki pomiarów i/lub modelowania matematycznego</i>	<i>Dopuszczalne określenie mniejszej lub większej wartości – wymagane uzasadnienie*</i>
<b>Pozostały przemysł</b>	<i>Przemysł celulozowy i papierniczy</i>	<i>3 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> 98 percentyl</i>	<i>Wyniki pomiarów i/lub modelowania matematycznego</i>	<i>Dopuszczalne określenie mniejszej lub większej wartości – wymagane uzasadnienie*</i>
	<i>Wytwórnice płyt wiórowych i paździerzowych</i>	<i>3 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> 98 percentyl</i>	<i>Wyniki pomiarów i/lub modelowania matematycznego</i>	<i>Dopuszczalne określenie mniejszej lub większej wartości – wymagane uzasadnienie*</i>
	<i>Galwanizernie</i>	<i>3 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> 98 percentyl</i>	<i>Wyniki pomiarów i/lub modelowania matematycznego</i>	<i>Dopuszczalne określenie mniejszej lub większej wartości – wymagane uzasadnienie*</i>
	<i>Odlewnie</i>	<i>3 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> 98 percentyl</i>	<i>Wyniki pomiarów i/lub modelowania matematycznego</i>	<i>Dopuszczalne określenie mniejszej lub większej wartości – wymagane uzasadnienie*</i>
	<i>Garbarnie</i>	<i>1,5 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> 98 percentyl</i>	<i>Wyniki pomiarów i/lub modelowania matematycznego</i>	<i>Dopuszczalne określenie mniejszej lub większej wartości – wymagane uzasadnienie*</i>

\* inną niż określona w tabeli odległość/wartość ustala się w przypadkach uzasadnionych: lokalnymi warunkami meteorologicznymi i/lub topograficznymi, rozkładem przestrzennym stężeń odorów wokół źródła emisji, zastosowaną technologią, urządzeniami ochronnymi lub w przypadku tzw. obszaru wrażliwego (określonego jako obszar na którym odnotowywane są skargi ludności na zapachową jakość powietrza) – na podstawie wyników pomiarów (obiekty istniejące) i modelowania (obiekty istniejące/planowane)

## Wyznaczanie minimalnych odległości na podstawie wyników pomiarów i/lub modelowania

W odniesieniu do przedsięwzięć poza sektorem rolnym i komunalnym z uwagi na brak wystarczających, powszechnie dostępnych danych źródłowych w zakresie wyników badań dotyczących zasięgu ich odorowego oddziaływania, a także ograniczoną dostępność, na poziomie krajowym, szczegółowych danych dotyczących charakterystyki tych przedsięwzięć pod względem emisji odorów (brak określonych wskaźników emisji)<sup>162</sup>, do wyznaczania minimalnych odległości, proponuje się zastosowanie wybranych metod badań pomiarowych i/lub modelowania matematycznego. Przykładowe metody badań oraz modele, które mogą zostać wykorzystane w tym celu, zostały przedstawione w tabelach 15 (rozdz. 6.2.1) i 17 (rozdz. 6.2.4).

Minimalne odległości zostały w tym przypadku określone w postaci wartości odniesienia (w  $ou_E/m^3$ ) wraz z dopuszczalną częstością ich przekraczania (w postaci 98 percentyla ze stężeń jednogodzinnych w roku kalendarzowym). W przedstawionych propozycjach nawiązano z jednej strony do podejścia, jakie przyjmuje się w odniesieniu do 167 substancji lub grup substancji w powietrzu, dla których ustanawia się w rozporządzeniu wartości odniesienia ze względu na potrzebę ochrony zdrowia<sup>163</sup>, z drugiej strony, w zakresie proponowanych wartości odniesienia, nawiązano do wytycznych brytyjskich dotyczących zarządzania odorami<sup>164</sup> (opisanych w rozdz. 6.2.4).

Poniżej przedstawiono przykłady obliczeniowe wyznaczania minimalnej odległości na podstawie wyników modelowania.

Obecnie jednym z lepszych modeli dostępnych na rynku jest model CALPUFF, opracowany przez Sigma Research Corporation<sup>165</sup>. Model CALPUFF jest lagrange'owskim modelem obłoku II generacji, który w obliczeniach dyspersji zanieczyszczeń uwzględnia rzeźbę terenu oraz czasową i przestrzenną zmienność warunków meteorologicznych w trzech wymiarach, co pozwala precyzyjniej opisać procesy zachodzące w granicznej warstwie atmosfery, szczególnie w porównaniu do obecnie obowiązującej metodyki referencyjnej tj. modelu Pasquila. Warunkiem uzyskania wiarygodnej informacji o przestrzennym rozkładzie stężeń jest przygotowanie dokładnej bazy danych o emisji z analizowanego obiektu. Model CALPUFF umożliwia przeprowadzenie obliczeń dla 5 typów źródeł emisji tj.: źródeł powierzchniowych, punktowych, objętościowych, liniowych i pochodni.

Dla wszystkich typów źródeł możliwe jest zastosowanie współczynników modulacji emisji. Dostępnych jest pięć typów współczynników:

- miesięczne – 12 współczynników, jeden dla każdego miesiąca;
- tygodniowe – 7 współczynników, jeden dla każdego dnia tygodnia;
- dobowe – 24 współczynniki, jeden dla każdej godziny;

---

<sup>162</sup> dane te są niezbędne do wykonania modelowania matematycznego rozkładu odorów, wokół reprezentatywnych dla określonych rodzajów przedsięwzięć obiektów, na podstawie wyników którego można by wyznaczyć minimalne odległości

<sup>163</sup> rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. poz. 87)

<sup>164</sup> Environment Agency: H4 Odour Management. How to comply with your environmental permit; March 2011 [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/296737/geh\\_o0411btqm-e-e.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/296737/geh_o0411btqm-e-e.pdf) (dostęp: 10.09.2020)

<sup>165</sup> Model Calpuff – <http://src.com/>

- dobowo - tygodniowe – 168 współczynników, 24 współczynniki dla każdego dnia tygodnia;
- sezonowe i godzinne – 4 grupy po 24 współczynniki godzinne, przy czym pierwsza grupa to okres od grudnia do lutego;
- zależne od temperatury – 12 współczynników dla poszczególnych przedziałów temperatury;
- zależne od prędkości wiatru i klasy równowagi atmosfery – 6 grup po 6 współczynników.

Dla niektórych typów źródeł, model dopuszcza również przygotowanie informacji emisyjnej w postaci szeregów czasowych cogodzinnych. Model pozwala na przeprowadzanie obliczeń osobno dla każdego rodzaju typu emisji np. powierzchniowej i punktowej lub dla pojedynczych źródeł, a następnie sumowanie wyników z poszczególnych przebiegów.

Model CALPUFF wyznacza stężenia wybranych substancji oraz odorów w regularnej siatce domeny obliczeniowej lub w siatce receptorów o zmiennym kroku, wynikającym ze specyfiki analizowanego obszaru. Model może zapisywać wartości stężeń w rozdzielczości godzinowej lub wyższej (np. 15 minut). Dodatkowo model daje możliwość analizy częstości występowania wysokich stężeń zanieczyszczeń (dozwolona liczba przekroczenia określonego progu stężenia zapachu) oraz czasu ekspozycji (czasu, w którym wyczuwalny jest zapach).

Jednym z elementów składowych systemu modelowania CALPUFF jest preprocesor meteorologiczny CALMET. Narzędzie CALMET pozwala na użycie danych meteorologicznych w różnych „stopniach przetworzenia”. Od surowych danych z pojedynczej naziemnej stacji meteorologicznej, przez zestawy danych z wielu stacji naziemnych i stacji aerologicznych, po wyniki modeli prognostycznych. Te ostatnie mają postać cogodzinnych zestawów parametrów meteorologicznych dla każdego punktu siatki i są wykorzystywane przez CALMET w celu wyznaczenia pierwszego przybliżenia pola wiatru. W odniesieniu do danych meteorologicznych, celem użycia preprocesorów meteorologicznych takich jak CALMET jest uszczegółowienie informacji meteorologicznej w sposób gwarantujący spełnienie praw zachowania pędu i masy, czego nie zapewnia zwykła interpolacja.

Gaussowski model obłoku CALPUFF jest obecnie jedynym z modeli, który wykorzystywany jest do analizy uciążliwości zapachowej w skali lokalnej i regionalnej. Odznacza się on bowiem dużą wrażliwością na przestrzenne charakterystyki środowiska oraz zmienność pola meteorologicznego. Wizualizacja informacji na poszczególnych poziomach przetwarzania jest wykonywana z wykorzystaniem technologii GIS.

Przykładowe obliczenia wykonano z zastosowaniem modelu CALPUFF, dla obiektu gospodarki odpadami umiejscowionego w dwóch hipotetycznych lokalizacjach.

Dane wejściowe do modelowania stanowiły:

- dane emisyjne,
- dane meteorologiczne,
- dane geofizyczne i topograficzne.

#### **Charakterystyka obiektu**

Jako przykładowy obiekt do analizy przyjęto kompostownię działającą w systemie pryzmowym, przerabiającą rocznie ok. 10 000 Mg odpadów biodegradowalnych. Dla potrzeb kompostowni

założono teren o wymiarach 70 m<sup>2</sup> x 15 m<sup>2</sup>, co daje łączną powierzchnię 1 050 m<sup>2</sup>. Cały obiekt kompostowni, wraz z zapleczem technicznym, zlokalizowano na działce o powierzchni 2 050 m<sup>2</sup>. Założono, że proces kompostowania będzie prowadzony w dwóch otwartych przyzmach o wymiarach: 70 m (dł.) x 5 m (szer.) x 2,5 m (wys.).

Obiekt zlokalizowano w dwóch wybranych lokalizacjach na obszarze Polski:

- Wrocław (województwo dolnośląskie),
- Żywiec (województwo śląskie).

### **Dane emisyjne**

Na podstawie danych literaturowych przyjęto średni wskaźnik emisji odorów z przyzma na poziomie 5 ou<sub>E</sub>/(m<sup>2</sup>\*s)<sup>166</sup>. Na tej podstawie oszacowano wielkość emisji odorów z kompostowni wynoszącą 3 500 ou<sub>E</sub>/s (1 750 ou<sub>E</sub>/s dla pojedynczej przyzmy).

### **Dane geofizyczne i topograficzne**

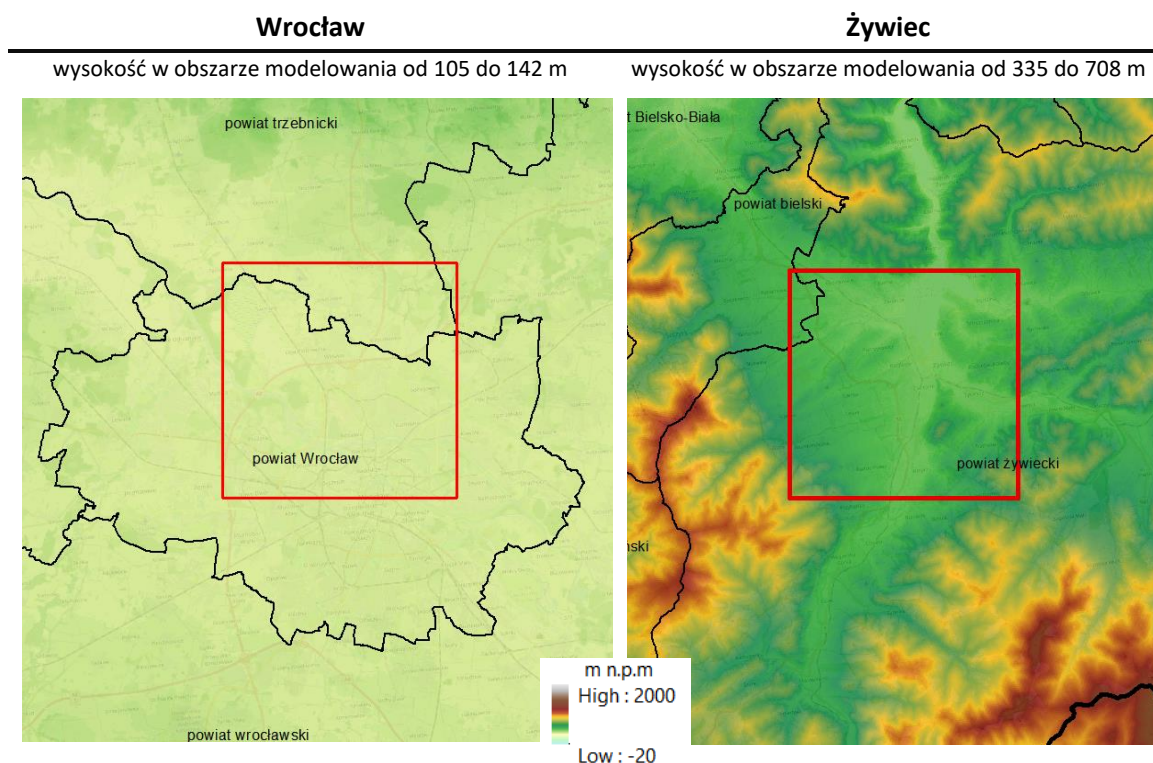
Na potrzeby modelowania zostały wykorzystane dane topograficzne ze zbiorów SRTM<sup>167</sup>. Dane te udostępnione są nieodpłatnie m.in. przez Służbę Geologiczną Stanów Zjednoczonych pod adresem: [http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2\\_1/SRTM3/Eurasia/](http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/SRTM3/Eurasia/) w postaci spakowanych (\*.ZIP) plików zawierających numeryczny model terenu (NMT) dla obszarów o rozmiarach 1 x 1 stopień kątowy. Do wyznaczenia wysokości bezwzględnej w każdym oczku siatki obszaru badawczego wykorzystano narzędzie TERREL w wersji 7.0, które jest jednym z elementów systemu modelowania CALPUFF.

Na rysunku 5 przedstawiono numeryczny model terenu przed przetworzeniem (dane SRTM) będący plikiem wejściowym do procesora terenu TERREL. Dodatkowo na rysunku dla każdego z miast zaznaczono czerwonym prostokątem obszar ograniczający siatkę meteorologiczną. W przypadku Wrocławia obszar modelowania charakteryzuje się stosunkowo niewielkim zróżnicowaniem rzeźby terenu. Różnica wysokości między najwyższym a najniższym punktem w siatce wynosi 37 m. Żywiec natomiast położony jest na obszarze zróżnicowanym hipsometrycznie, dlatego deniwelacja w obszarze modelowania wynosi ponad 370 m.

---

<sup>166</sup> Bidlingmaier W., Grauenhorst V. i in.: Odour Emissions from Compost Plants. Dimensioning Values for Enclosed and Open Plants; ISBN: 3-930894-11-4

<sup>167</sup> Shuttle Radar Topography Mission - międzynarodowa misja przeprowadzona przez agencje kosmiczne Stanów Zjednoczonych (NASA), Niemiec (DLR) oraz Włoch (ASI), której celem było zebranie z pokładu promu kosmicznego Endeavour danych do opracowania numerycznych modeli terenu (NMT) lądów znajdujących się pomiędzy 56° szerokości geograficznej południowej, a 60° szerokości geograficznej północnej



Rysunek 5. Numeryczny model terenu przetwarzany przez preprocesor TERREL z zaznaczonym na czerwono obszarem modelowania<sup>168</sup>

Dane dotyczące sposobu użytkowania/pokrycia terenu (ang. Land Use/Land Cover) w formacie akceptowalnym przez model CALMET pozyskano z projektu Corine Land Cover 2018 (CLC). Dane dostępne są pod adresem <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>. Zestaw danych zawiera kody rodzaju pokrycia terenu w rozdzielczości 100 m. Po uprzednim przetworzeniu dane mogą stanowić zbiór danych wejściowych dla preprocesora CTGPROC, którego zadaniem jest wyznaczenie kodów pokrycia terenu w węzłach zdefiniowanej siatki meteorologicznej.

Zestaw niezbędnych danych geofizycznych wyznaczono w preprocesorze MAKEGEO na podstawie wcześniej przygotowanych plików (TERREL i CTGPROC). Plik danych geofizycznych zawiera dominujący typ pokrycia terenu dla każdego oczka siatki, wysokości terenu w siatce, aerodynamiczną szorstkość terenu, albedo, liczbę Bowena, indeks aktywności biologicznej oraz antropogeniczny strumień ciepła.

### **Dane meteorologiczne**

Do przeprowadzenia symulacji rozkładu stężeń model CALPUFF wymaga zestawu danych meteorologicznych. Poza podstawowymi danymi, dotyczącymi składowych wektora wiatru, model wymaga również następujących parametrów:

- klasy stabilności atmosfery,
- temperatury powietrza,
- prędkości dynamicznej,
- konwekcyjnej skali prędkości,

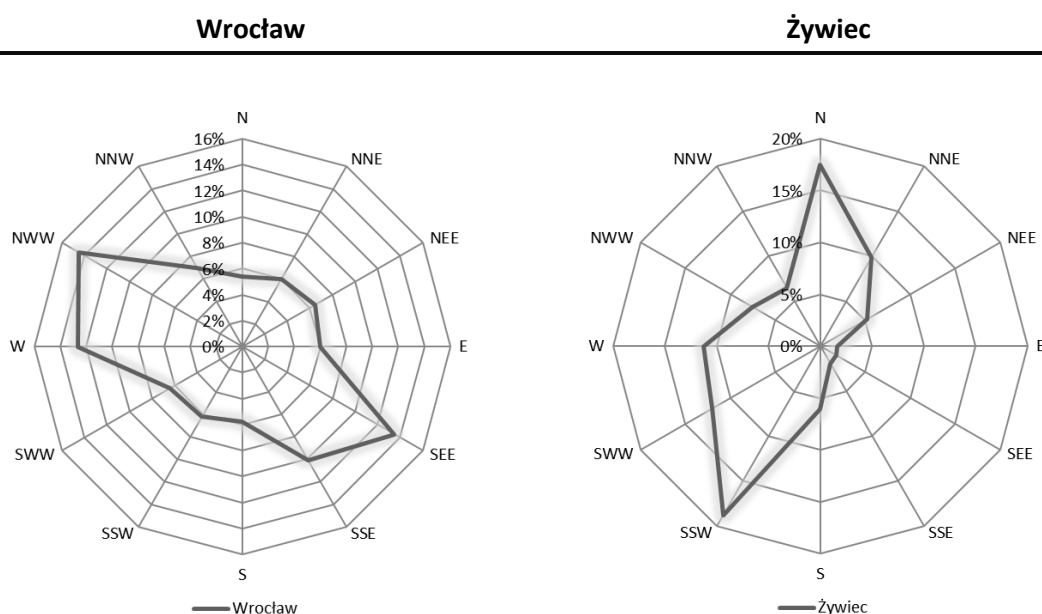
<sup>168</sup> opracowanie własne

- wysokości warstwy mieszania,
- długości Monina-Obuchowa,
- natężenia krótkofalowego promieniowania słonecznego,
- względnej wilgotności powietrza,
- opadu atmosferycznego,
- kodu opadu.

Powyższy zestaw danych został przygotowany dla dwóch analizowanych lokalizacji: Wrocławia oraz Żywca, przez preprocesor meteorologiczny CALMET.

Meteorologiczne dane wejściowe dla modelu CALMET pozyskano z modelu prognostycznego WRF, w którym symulację przeprowadzono dla obszaru całego kraju. Dane z modelu prognostycznego przetworzono w dedykowanym do tego celu narzędziu CALWRF, aby zachować zgodność ze strukturą pliku wymaganą przez meteorologiczny model diagnostyczny CALMET.

Trójwymiarowe pola parametrów meteorologicznych w modelu CALMET wyznaczono dla 10 warstw, rozmieszczonych pomiędzy poziomami zdefiniowanymi na wysokościach: 0, 20, 40, 80, 160, 300, 600, 1000, 1500, 2200, 3400 m. Rozdzielczość siatki meteorologicznej dla obu lokalizacji ustalono na 250 m. Obszar siatki obejmował obszar 6 km wokół źródła emisji odorantów. Na podstawie kierunku i prędkości wiatru uzyskanych z modelu CALMET dla pierwszej warstwy wykreślono różę wiatrów, które przedstawiono na rysunku 6. Punktem, dla którego wyznaczono różę wiatrów była lokalizacja źródła emisji odorantów.



Rysunek 6. Róża wiatrów dla wybranych obszarów badawczych <sup>169</sup>

Średnia roczna prędkość wiatru dla punktu zlokalizowanego na terenie Wrocławia wynosiła 2,98 m/s, natomiast dla punktu zlokalizowanego w Żywcu 2,61 m/s.

Wszystkie wyznaczone w modelu CALMET parametry meteorologiczne stanowią codzienne serie czasowe w całym okresie modelowania. Wynikiem działania preprocesora są pola

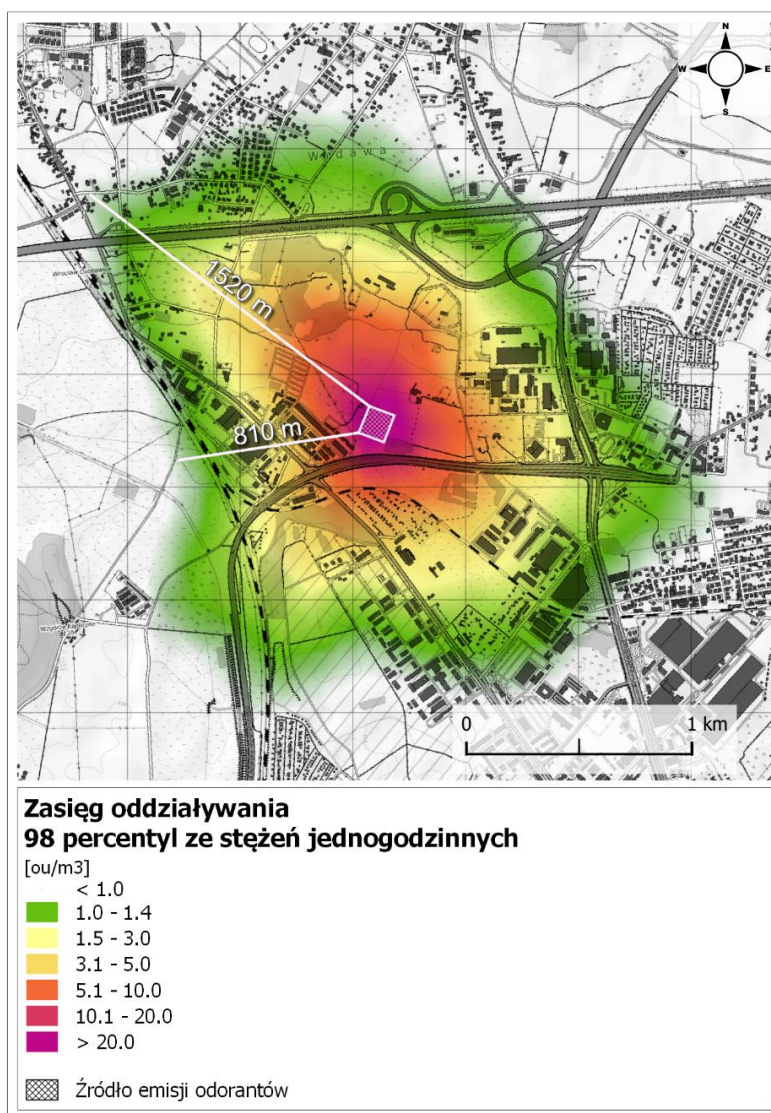
<sup>169</sup> opracowanie własne

meteorologiczne zmienne w czasie i przestrzeni. Plikiem wyjściowym jest plik binarny, którego zawartość może być odczytywana z wykorzystaniem dedykowanych postprocesorów meteorologicznych np. PRTMET lub METSERIES, będących częścią systemu modelowania CALPUFF.

### Wyniki modelowania

Modelowanie rozprzestrzeniania odorów w atmosferze przeprowadzono w modelu CALPUFF w wersji 7.2. Obliczenia wykonano w prostokątnej siatce receptorów o rozdzielczości 125 m, która obejmowała obszar 5,5 km wokół źródła emisji.

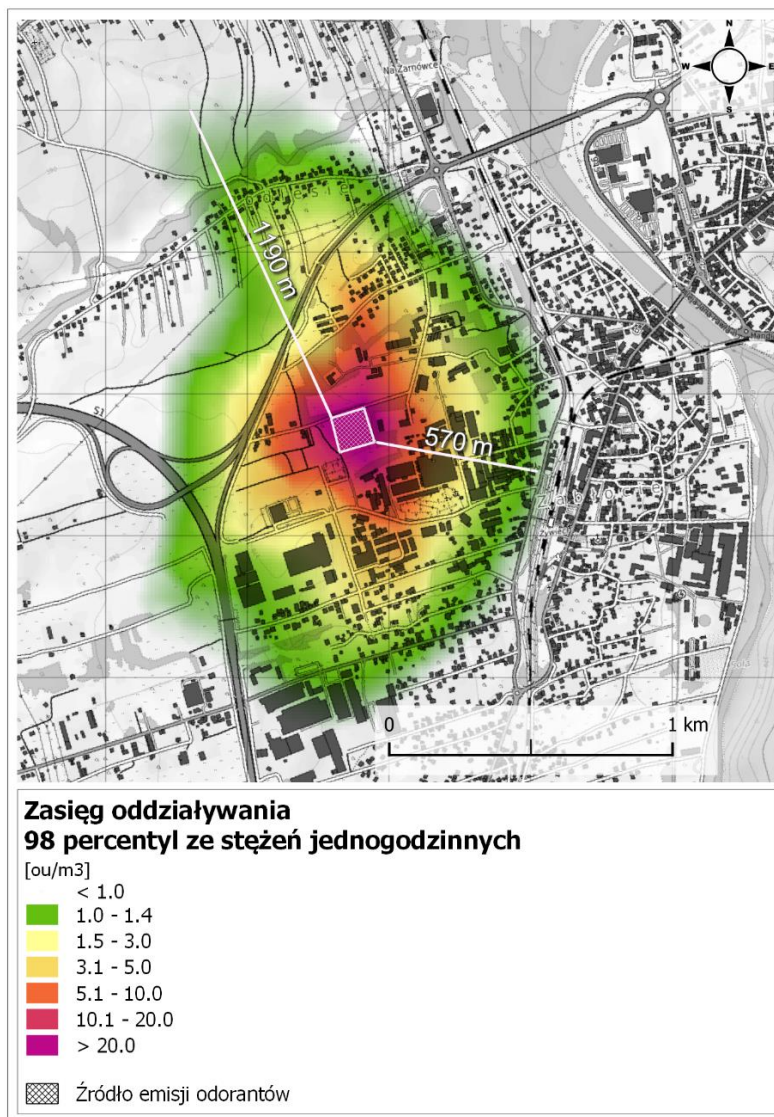
Na rysunkach 7 i 8 przedstawiono wyniki modelowania w postaci 98 percentyla ze stężeń jednogodzinnych odpowiednio dla lokalizacji: Wrocław oraz Żywiec.



Rysunek 7. 98 percentyl ze stężeń jednogodzinnych dla Wrocławia<sup>170</sup>

<sup>170</sup> opracowanie własne





Rysunek 8. 98 percentyl ze stężeń jednogodzinowych dla Żywca<sup>171</sup>

Uzyskany przestrzenny rozkład stężeń substancji zapachowych, wyrażanych jako 98 percentyl ze stężeń jednogodzinnych występujących w ciągu roku, w istotnym stopniu kształtowany jest przez lokalny rozkład prędkości i kierunków wiatru. W zależności od przyjętego poziomu odniesienia zasięg i obszar oddziaływania znacząco różnią się dla obu analizowanych lokalizacji. Przy poziomie odniesienia 1,0 ou/m<sup>3</sup> zasięg oddziaływania wynosi od 810 do 1 520 m dla Wrocławia oraz od 570 do 1 190 m dla Żywca. Przy poziomie odniesienia 1,5 ou/m<sup>3</sup> zakresy wynoszą odpowiednio 400-950 m i 360-660 m. Generalnie obszar oddziaływania przyjmuje kształt niesymetryczny, będący pochodną miejscowej różnicy wiatrów.

Proponuje się przyjęcie minimalnej odległości, zgodnie z uzyskanymi wynikami modelowania.

<sup>171</sup> opracowanie własne

## **7. OSZACOWANIE, DLA ZAPROPONOWANYCH ODLEGŁOŚCI OD ZABUDOWAŃ, OBSZARU NA KTÓRYM BĘDZIE ISTNIAŁA MOŻLIWOŚĆ REALIZACJI PRZEDSIĘWZIĘĆ, KTÓRYCH FUNKCJONOWANIE MOŻE WIĄZAĆ SIĘ Z RYZYKIEM POWSTAWANIA UCIAŻLIWOŚCI ZAPACHOWEJ**

Dla zaproponowanych minimalnych odległości od zabudowań, dla obiektów gospodarki hodowlanej oraz gospodarki odpadami, dokonano oszacowania obszaru Polski, na których będzie istniała możliwość realizacji przedsięwzięć, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej. W tym celu wykorzystano dane przestrzenne z dostępnych publicznie baz danych oraz dane opisowe, których źródłem były dokumenty (dane te przetworzono do postaci danych przestrzennych). Szczegółowy zakres danych wejściowych przyjętych do analiz stanowiły:

1. Metadane z bazy CORINE Land Cover 2018<sup>172</sup> dotyczące obszarów:
  - a. zabudowy zwartej, luźnej oraz budów;
  - b. pozostałych, na których nie ma możliwości lokalizacji obiektów uciążliwych zapachowo, w tym m.in.: terenów komunikacyjnych, sportowych i wypoczynkowych, gruntów stale nawadnianych, lasów, cieków wodnych;
2. Zasoby BDOT10k<sup>173</sup> dotyczące:
  - a. kompleksów użytkowania terenu -> kompleksów przemysłowo-gospodarczych (KUPG\_A), w tym: gospodarstw hodowlanych, oczyszczalni ścieków, składowisk odpadów, zakładów utylizacji;
3. Informacje dot. lokalizacji kompostowni, obiektów mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów (MBP) i składowisk odpadów – na podstawie dokumentów (głównie WPGO). Informacje te wykorzystano do uzupełnienia danych z pkt 2.

Zgromadzone dane poddano analizom przestrzennym z wykorzystaniem narzędzi GIS. W ramach analiz:

- A. wyodrębniono warstwy obszarów zabudowy zwartej, luźnej oraz budów (pkt 1a),
- B. w odniesieniu do ww. obiektów wyznaczono określone, w zależności od rodzaju przedsięwzięcia, strefy buforowe (minimalne odległości),
- C. wyodrębniono warstwy obszarów pozostałych, na których nie ma możliwości lokalizacji obiektów uciążliwych zapachowo (pkt 1b) oraz warstwy istniejących kompleksów przemysłowo-gospodarczych (pkt 2 i 3);
- D. obliczono powierzchnię zajmowaną przez obszary zabudowy zwartej, luźnej oraz budów (pkt 1a) wraz ze strefami buforowymi (minimalnymi odległościami),

---

<sup>172</sup> <http://clc.gios.gov.pl/index.php/clc-2018/metadane>

<sup>173</sup> <https://integracja.gugik.gov.pl/cgi-bin/PobieranieBDOT10k>

E. obliczono powierzchnię zajmowaną przez obszary pozostałe (pkt 1b) oraz istniejące kompleksy przemysłowo-gospodarcze (pkt 2 i 3).

W ostatnim kroku obliczono różnicę: OBSZAR POLSKI – D – E. W ten sposób szacunkowo określono wielkość obszaru Polski, na których będzie istniała możliwość realizacji przedsięwzięć, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej, po wprowadzeniu minimalnych odległości od zabudowań.

W dalszej części zaprezentowano wyniki analiz, dla poszczególnych rodzajów przedsięwzięć.

### Chów i hodowla zwierząt gospodarskich

W tabeli 19 przedstawiono wyniki analiz dla chowu i hodowli zwierząt gospodarskich.

Tabela 19. Wyniki analiz GIS dla chowu i hodowli zwierząt gospodarskich<sup>174</sup>

Powierzchnia zabudowy wraz ze strefami buforowymi (500 m) [km <sup>2</sup> ]	Powierzchnia obszarów wyłączonych* [km <sup>2</sup> ]	Powierzchnia dostępna dla realizacji przedsięwzięć chowu i hodowli zwierząt [km <sup>2</sup> ]
76 492,71	95 549,34	140 636,95

\* skorygowana o powierzchnie ewentualnych stref buforowych

Z powyższego wynika, że teoretyczny dostępny obszar Polski dla lokalizacji przedsięwzięć z zakresu chowu i hodowli zwierząt, po zastosowaniu stref buforowych wokół zabudowy – 500 m, wynosi ok. 140,6 tys. km<sup>2</sup>. Poglądowo przedstawiono to na rysunku 9.

### Obiekty gospodarki odpadami oraz oczyszczalnie ścieków

W tabeli 20 przedstawiono wyniki analiz dla obiektów gospodarki odpadami oraz oczyszczalni ścieków.

Tabela 20. Wyniki analiz GIS dla obiektów gospodarki odpadami oraz oczyszczalni ścieków<sup>175</sup>

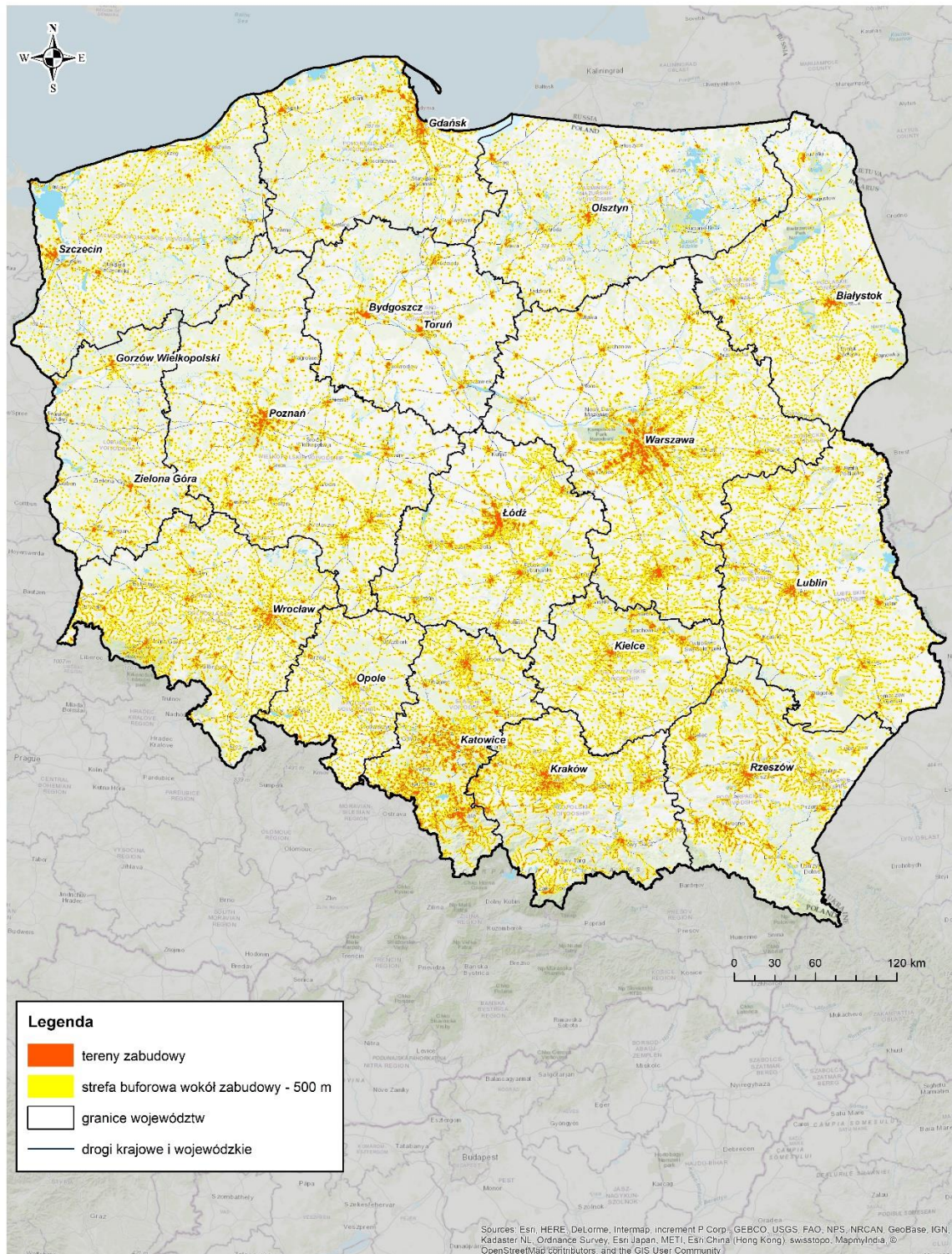
Powierzchnia zabudowy wraz ze strefami buforowymi (1 500 m) [km <sup>2</sup> ]	Powierzchnia obszarów wyłączonych* [km <sup>2</sup> ]	Powierzchnia dostępna dla realizacji przedsięwzięć chowu i hodowli zwierząt [km <sup>2</sup> ]
189 841,88	60 940,06	61 897,06

\* skorygowana o powierzchnie ewentualnych stref buforowych

Z powyższego wynika, że teoretyczny dostępny obszar Polski dla lokalizacji przedsięwzięć z zakresu gospodarki odpadami oraz oczyszczalni ścieków, po zastosowaniu stref buforowych wokół zabudowy – 1 500 m, wynosi ok. 61,9 tys. km<sup>2</sup> i jest o ponad połowę mniejszy od obszaru dostępnego dla obiektów chowu i hodowli zwierząt. Poglądowo przedstawiono to na rysunku 10.

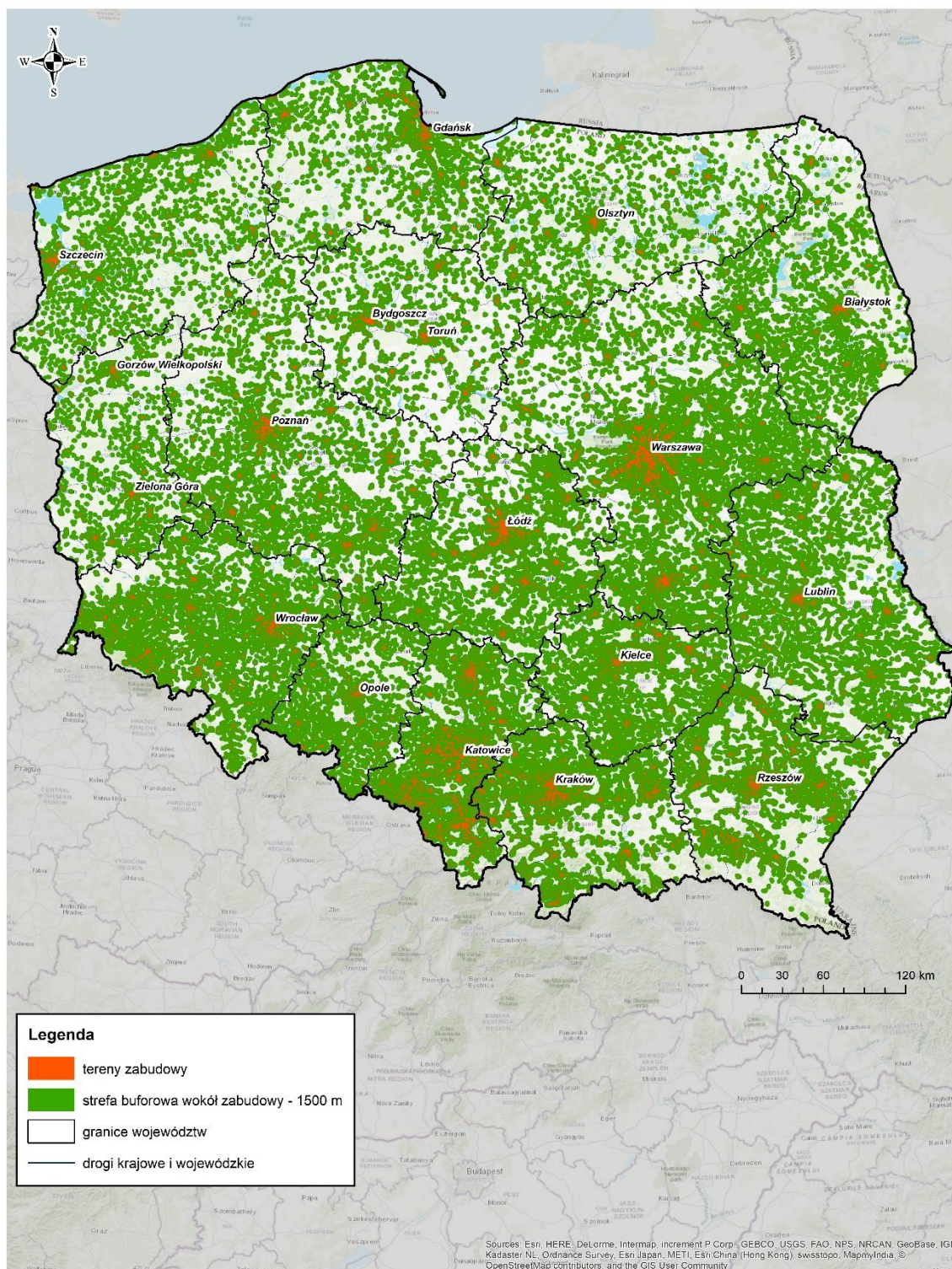
<sup>174</sup> opracowanie własne

<sup>175</sup> opracowanie własne



Rysunek 9. Rozkład przestrzenny zabudowy mieszkalnej wraz ze strefami buforowymi – 500 m, na obszarze Polski<sup>176</sup>

<sup>176</sup> opracowanie własne



Rysunek 10. Rozkład przestrzenny zabudowy mieszkalnej wraz ze strefami buforowymi – 1500 m, na obszarze Polski<sup>177</sup>

W odniesieniu do pozostałych rodzajów przedsięwzięć, dla których minimalne odległości zostały określone, w tabeli 18 (rozd. 6.3), w postaci wartości odniesienia i dopuszczalnej częstości ich przekraczania w roku kalendarzowym, nie ma możliwości dokonania oszacowania obszaru Polski,

<sup>177</sup> opracowanie własne

na których będzie istniała możliwość realizacji tego rodzaju przedsięwzięć. Wynika to z ograniczonej dostępności danych w zakresie charakterystyki emisyjnej ww. źródeł (co zostało szczegółowo wyjaśnione w rozdz. 6.3), a także danych dotyczących ich lokalizacji na obszarze Polski (brak krajowej inwentaryzacji źródeł emisji odorów).

## **8. OSZACOWANIE, DLA ODLEGŁOŚCI OD ZABUDOWAŃ MNIEJSZYCH NIŻ ZAPROPONOWANE, OBSZARU NA KTÓRYM ISTNIEJĄ PRZEDSIĘWZIĘCIA, KTÓRYCH FUNKCJONOWANIE WIĄŻE SIĘ Z RYZYKIEM POWSTAWANIA UCIAŻLIWOŚCI ZAPACHOWEJ**

Dla zaproponowanych minimalnych odległości od zabudowań, dokonano oszacowania obszaru zabudowy Polski, który ze względu na istniejące przedsięwzięcia z zakresu gospodarki hodowlanej oraz gospodarki komunalnej, może być narażony na występowanie uciążliwości zapachowej. W tym celu, podobnie jak w przypadku szacowania obszaru poza strefami buforowymi dla zabudowy, wykorzystano dane przestrzenne z dostępnych publicznie baz danych oraz dane opisowe, których źródłem były dokumenty. Szczegółowy zakres danych wejściowych przyjętych do analiz obejmował:

1. Metadane z bazy CORINE Land Cover 2018<sup>178</sup> dotyczące obszarów zabudowy zwartej, luźnej oraz budów;
2. Zasoby BDOT10k<sup>179</sup> dotyczące:
  - a. gospodarstw hodowlanych, oczyszczalni ścieków, składowisk odpadów, zakładów utylizacji;
3. Informacje dot. lokalizacji kompostowni, obiektów mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów (MBP) i składowisk odpadów – na podstawie dokumentów (głównie WPGO). Informacje te wykorzystano do uzupełnienia danych z pkt 2.

Zgromadzone dane poddano analizom przestrzennym z wykorzystaniem narzędzi GIS. W ramach analiz:

- A. wyodrębniono warstwy obszarów zabudowy zwartej, luźnej oraz budów (pkt 1),
- B. wyodrębniono warstwy istniejących obiektów chowu i hodowli zwierząt oraz warstwy obiektów gospodarki odpadami i oczyszczalni ścieków (pkt 2 i 3);
- C. w odniesieniu do ww. obiektów wyznaczono określone, w zależności od rodzaju przedsięwzięcia, minimalne odległości;
- D. obliczono wielkość obszaru zabudowy, który znajduje się w odległościach, od danego rodzaju przedsięwzięć, mniejszych aniżeli zaproponowane minimalne odległości dla tych przedsięwzięć.

---

<sup>178</sup> <http://clc.gios.gov.pl/index.php/clc-2018/metadane>

<sup>179</sup> <https://integracja.gugik.gov.pl/cgi-bin/PobieranieBDOT10k>

W dalszej części zaprezentowano wyniki analiz, dla poszczególnych rodzajów przedsięwzięć.

### Chów i hodowla zwierząt gospodarskich

W tabeli 21 przedstawiono wyniki analiz dla chowu i hodowli zwierząt gospodarskich.

Tabela 21. Wyniki analiz GIS dla chowu i hodowli zwierząt gospodarskich<sup>180</sup>

Powierzchnia zabudowy [km <sup>2</sup> ]	Powierzchnia zabudowy znajdującej się w odległościach mniejszych niż minimalne [km <sup>2</sup> ]	Udział powierzchni zabudowy znajdującej się w odległościach mniejszych niż minimalne w całkowitej powierzchni zabudowy [%]
15 703,00	1 160,37	7,39

Z powyższego wynika, że ok. 7% obszarów zabudowy mieszkaniowej Polski, przy założeniu 500 m minimalnej odległości od obiektów hodowlanych może być narażonych na zapachowe oddziaływanie tych obiektów. Poglądowo przedstawiono to na rysunku 11.

### Obiekty gospodarki odpadami oraz oczyszczalnie ścieków

W tabeli 22 przedstawiono wyniki analiz dla obiektów gospodarki odpadami oraz oczyszczalni ścieków.

Tabela 22. Wyniki analiz GIS dla obiektów gospodarki odpadami oraz oczyszczalni ścieków<sup>181</sup>

Rodzaj obiektu	Powierzchnia zabudowy [km <sup>2</sup> ]	Powierzchnia zabudowy znajdującej się w odległościach mniejszych niż minimalne [km <sup>2</sup> ]	Udział powierzchni zabudowy znajdującej się w odległościach mniejszych niż minimalne w całkowitej powierzchni zabudowy [%]
Obiekty gospodarki odpadami	15 703,00	897,83	5,71
Oczyszczalnie ścieków	15 703,00	3 236,49	20,61

Z powyższego wynika, że przy założeniu minimalnej odległości od obiektów gospodarki komunalnej – 1 500 m, ok. 6% obszarów zabudowy mieszkaniowej Polski, może być narażonych na zapachowe oddziaływanie obiektów gospodarki odpadami oraz ok. 21% na uciążliwość zapachową oczyszczalni ścieków. Poglądowo przedstawiono to na rysunkach 12 i 13.

<sup>180</sup> opracowanie własne

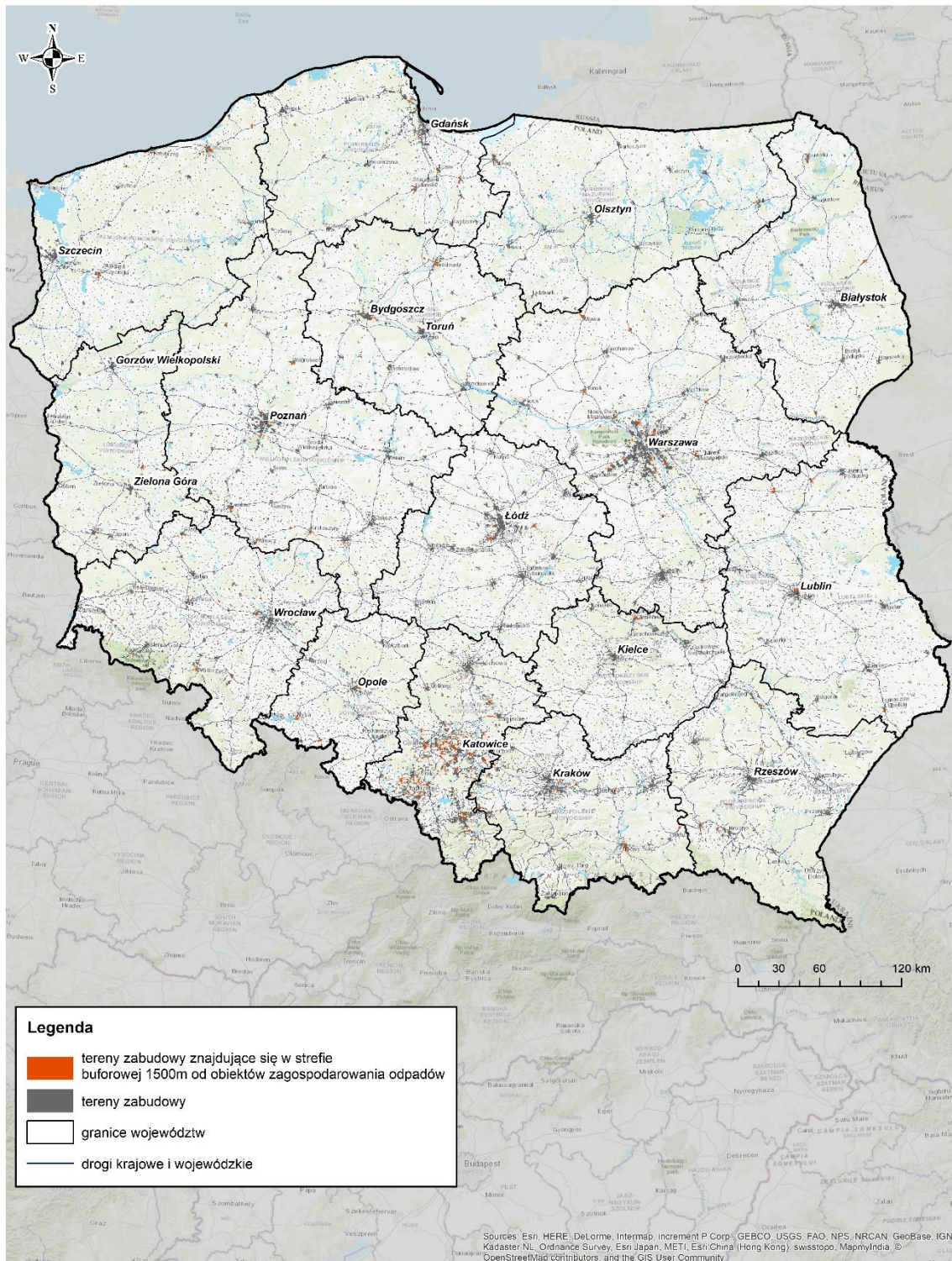
<sup>181</sup> opracowanie własne



Rysunek 11. Rozkład przestrzenny zabudowy mieszkalnej znajdującej się w odległościach mniejszych niż minimalne – 500 m od przedsięwzięć z zakresu chowu i hodowli zwierząt, na obszarze Polski<sup>182</sup>

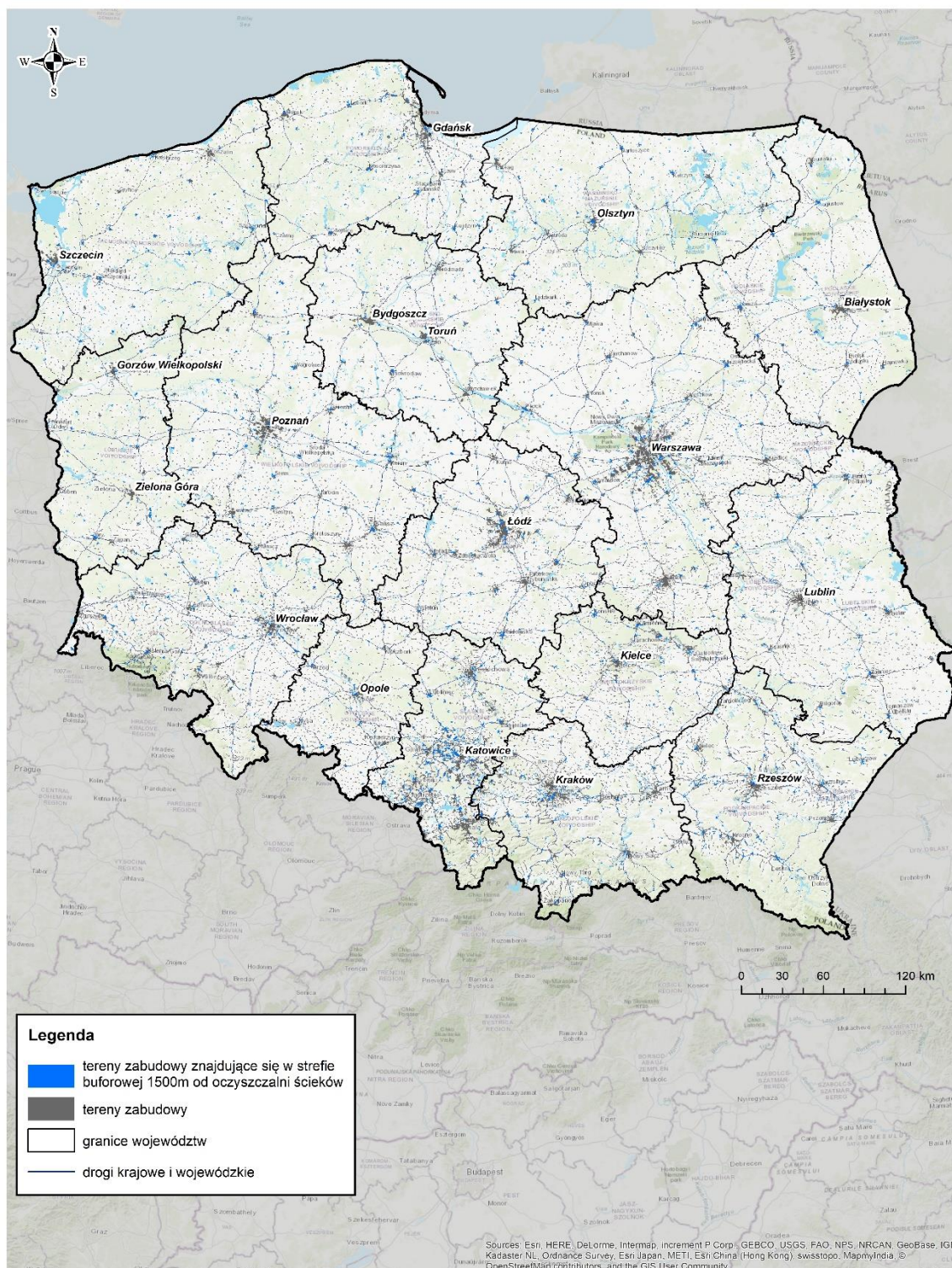
<sup>182</sup> opracowanie własne





Rysunek 12. Rozkład przestrzenny zabudowy mieszkalnej znajdującej się w odległościach mniejszych niż 1 500 m od przedsięwzięć z zakresu gospodarki odpadami, na obszarze Polski<sup>183</sup>

<sup>183</sup> opracowanie własne



Rysunek 13. Rozkład przestrzenny zabudowy mieszkalnej znajdującej się w odległościach mniejszych niż 1 500 m od oczyszczalni ścieków, na obszarze Polski<sup>184</sup>

W odniesieniu do pozostałych rodzajów przedsięwzięć, dla których minimalne odległości zostały określone, w tabeli 18 (rozdz. 6.3), w postaci wartości odniesienia i dopuszczalnej częstości ich przekraczania w roku kalendarzowym, nie ma możliwości dokonania oszacowania obszaru zabudowy Polski, który ze względu na istniejące ww. przedsięwzięcia może być narażony na

<sup>184</sup> opracowanie własne

występowanie uciążliwości zapachowej. Wynika to ze wspomnianej już wcześniej, ograniczonej dostępności danych w zakresie charakterystyki emisyjnej ww. źródeł (co zostało szczegółowo wyjaśnione w rozdz. 6.3), a także danych dotyczących ich lokalizacji na obszarze Polski (brak krajowej inwentaryzacji źródeł emisji odorów).

## **9. NIEZBĘDNE ROZWIĄZANIA TECHNICZNE, PRAWNE I FINANSOWE W CELU ZMNIEJSZENIA UCIAŹLIWOŚCI ZAPACHOWEJ ISTNIEJĄCYCH PRZEDSIĘWZIĘĆ**

W niniejszym rozdziale scharakteryzowano możliwe rozwiązania techniczne, prawne i finansowe

### **9.1. Rozwiązania techniczne**

---

Mechanizm powstawania emisji odorów można podzielić na dwie grupy: zapachy pochodzące od stosowanych surowców o określonym zapachu własnym oraz związki zapachowe powstające na skutek procesów produkcyjnych (ogrzewanie, suszenie, fermentacja i spalanie). Metody dezodoryzacji gazów można podzielić na pierwotne i wtórne (tzw. metody „końca rury”). Metody pierwotne polegają na zapobieganiu emisjom odorów w miejscu ich powstawania (u źródła). Aby przeciwdziałać zanieczyszczeniu zapachami należy podejmować odpowiednie środki, takie jak: odpowiednia lokalizacja obiektów mogących być potencjalnym źródłem odorów na etapie planowania, optymalizacja procesów technologicznych, poprawa warunków magazynowania i transportu. Jednakże nie wszystkim emisjom zapachów da się zapobiec (na przykład ze względu na okresowy i niezorganizowany charakter emisji) lub metody pierwotne mogą okazać się nieopłacalne pod względem ekonomicznym<sup>185</sup>. Wówczas ważne jest zbieranie gazów ze źródeł emisji i ich skuteczna dezodoryzacja. O wyborze odpowiedniej techniki decyduje wiele czynników, takich jak: właściwości oczyszczanych gazów (rodzaj zanieczyszczeń, objętość spalin, temperatura gazów, czas i częstotliwość emisji zapachów, stężenie emitowanych zanieczyszczeń), rodzaj źródła emisji, projektowana skuteczność oczyszczania, a także koszty inwestycyjne i eksploatacyjne. Różnorodność tych parametrów sprawia, że trudno jest znaleźć jedną uniwersalną metodę oczyszczania. Do najczęściej stosowanych metod dezodoryzacji należą: absorpcja, adsorpcja, kondensacja, metody biologiczne, spalanie.

#### **Metody pierwotne**

Ze względu na ilość i różnorodność źródeł emisji odorów nie jest możliwe określenie uniwersalnych metod zapobiegania emisji odorów do stosowania dla wszystkich branż i sektorów gospodarki. Zgodnie z Kodeksem Przeciwdziałania Uciążliwości Zapachowej działania zapobiegawcze można podzielić na: działania zapobiegawcze na etapie planowania (odpowiednie planowanie przestrzenne, właściwe usytuowanie odpowietrzeń zbiorników, tworzenie strefy buforowej, kształtowanie krajobrazu) oraz działania zapobiegawcze na

---

<sup>185</sup> Szklarczyk M., Zwoździak J., Sówka I., Przemysłowe źródła emisji zapachów, [w:] Współczesna problematyka odorów, pod red. M. I. Szyrkowskiej i J. Zwoździaka, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2010

etapie eksploatacji (prowadzenie regularnych przeglądów i konserwacji uszczelnień, unikanie prowadzenia działalności uciążliwej zapachowo w porze wieczorowej i w dni wolne od pracy, a także podczas niesprzyjających warunków meteorologicznych, właściwe magazynowanie materiałów zapachowych, stosowanie materiałów o niskim stężeniu zapachowym). Ponadto do pierwotnych metod ograniczania emisji zapachów należą: regulacja parametrów procesu, spełnienie wymagań najlepszej dostępnej techniki BAT, unikanie przerywania procesu beztlenowego, zapobieganie tworzenia się szlamów w zbiornikach rozkładu biologicznego, stosowanie napowietrzania zbiorników, hermetyzacja (ograniczenie wydzielania odorów na zewnątrz budynków oraz z poszczególnych operacji technologicznych – gazy powinny być kolektorowane i odprowadzane do instalacji dezodoryzacji), prowadzenie transportu technologicznego materiałów produkcyjnych uciążliwych zapachowo w szczelnie zamkniętych przewodach, zastosowanie zamkniętego obiegu gazów, stosowanie zamkniętych szczelnych zbiorników, zakrywanie zbiorników i lagun cieczy.

Wytyczne dla poszczególnych sektorów można znaleźć w konkluzjach do najlepszych dostępnych technik BAT oraz w literaturze branżowej i naukowej. Przykładowo do podstawowych zasad ograniczania emisji zapachów w gospodarce hodowlanej należą<sup>186</sup>: ograniczanie tworzenia się substancji zapachowych w gnojowicy, zmniejszanie szybkości rozprzestrzeniania się ze źródeł powierzchniowych, zmniejszanie odsłoniętej powierzchni gnojowicy, w tym magazynowanej, zabrudzonych powierzchni, rusztów itp., dodatki paszowe, dodatki do gnojowicy oraz wyciąg powietrza wentylacyjnego i jego oczyszczanie (metody wtórne). Do metod pośrednich wpływających na zmniejszenie emisji zanieczyszczeń do powietrza należą techniki związane z podłożem, takie jak napowietrzanie i osuszanie ściółki, ogrzewanie podłogowe, a także stosowanie chemicznych i mikrobiologicznych preparatów odkażających ściółkę i wiążących amoniak<sup>187</sup>. Emisję amoniaku można ograniczać również na etapie przechowywania, magazynowania i aplikacji gnojowicy i obornika na polu (hermetyzacja zbiorników, obniżanie temperatury, aplikacja dogłębowa)<sup>188</sup>. Ważnym aspektem unikania negatywnego oddziaływania hodowli zwierząt na środowisko jest właściwe planowanie przestrzenne. Odpowiednia lokalizacja obiektów inwentarskich może skutecznie zapobiegać powstawaniu uciążliwości odorowych. Również stosowanie stref buforowych oraz ochronnych pasów zieleni (VEB – Vegetative Environmental Buffers) może

---

<sup>186</sup> Environmental Protection Agency, Odour Impacts and Odour Emission Control Measures for Intensive Agriculture. Final Report. R&D Report Series, 14, 2001

<sup>187</sup> Korczyński M., Opaliński S., Kołacz R., Dobrzański Z., Gbiorczyk W., Szołtyś M., Chemiczne i biotechnologiczne preparaty do ściółki, pomiotu i gnojowicy ograniczające emisję odorów i gazów toksycznych „u źródła”, w: Współczesna problematyka odorów, pod red. Szykowska M. I., Zwoździak J., Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2010

<sup>188</sup> Lisowska-Mieszkowska E., Kontrola i ograniczanie emisji amoniaku ze źródeł rolniczych. Działania podejmowane na forum międzynarodowym. *Ekonomia i Środowisko*, 3, 50, 2014

ograniczać rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń w powietrzu, a tym samym zmniejszać zasięg negatywnego oddziaływania<sup>189</sup>.

## **Metody wtórne**

### **Metody sorpcyjne**

Techniki sorpcyjne (absorpcja i adsorpcja) są wysoce skuteczne w zwalczaniu organicznych zapachów, w tym lotnych związków organicznych. Można je również stosować do ograniczania emisji związków nieorganicznych, takich jak amoniak<sup>190</sup>. Metody absorpcyjne opierające się na wymianie masy między fazą gazową a fazą ciekłą należą do najbardziej efektywnych metod, szczególnie w przypadku dużych strumieni gazów i stężeń dominujących odorów (np. H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>). W oczyszczaniu gazów odlotowych z zanieczyszczeń organicznych stosowane są dwa rodzaje absorpcji: absorpcja fizyczna oraz absorpcja z towarzyszącą reakcją chemiczną. Wybór metody kontaktu gazu z cieczą zależy od właściwości fizykochemicznych układu absorpcyjnego. W wielu przypadkach możliwy jest odzysk zatrzymanych substancji. W absorpcji fizycznej sorbentem może być woda bądź rozpuszczalniki o wysokiej temperaturze wrzenia. W przypadku zastosowania wody usuwane substancje muszą charakteryzować się bardzo dobrą rozpuszczalnością. Absorpcja chemiczna zachodzi w roztworach alkalicznych lub kwaśnych, gdzie związki chemiczne o charakterze odpowiednio kwaśnym lub zasadowym są neutralizowane, a także w roztworach zawierających utleniacze. Stosowanie procesu absorpcji do oczyszczania gazów odlotowych jest metodą kosztowną i wiąże się z koniecznością uwzględnienia problemu usuwania powstających ścieków.

Metody adsorpcyjne polegają na selektywnym pochłanianiu i zagęszczaniu zanieczyszczeń znajdujących się w oczyszczanych gazach na powierzchni porowatego ciała stałego. Zaadsorbowane substancje nie ulegają zniszczeniu i mogą być odzyskiwane do ponownego użytku, dzięki czemu nie ma problemu związanego z zagospodarowaniem odpadów. Szybkość tego procesu zależy od szybkości dyfuzji adsorbentu na powierzchni. Na skuteczność adsorpcji wpływa szereg czynników, zarówno właściwości powierzchniowe węgla aktywnego (rozkład porów, wielkość cząstek), jak i właściwości roztworu (pH, temperatura). Adsorbentami mogą być ciała o dużej powierzchni właściwej, np. węgiel aktywny. Zastosowanie znajdują również zeolity oraz sorbenty polimerowe. Złoża adsorpcyjne mogą być stosowane w formie stacjonarnej lub ruchomej, w tym fluidalnej. Po wysyceniu są one regenerowane parą wodną lub azotem w procesie desorpcji. Usuwanie zanieczyszczeń metodą adsorpcji stosowane jest w przypadku gazów o stężeniu zanieczyszczeń organicznych większym od 2 g/m<sup>3</sup> oraz, gdy zaadsorbowane substancje nadają się do ponownego wykorzystania<sup>191</sup>.

Metody sorpcyjne znajdują zastosowanie przede wszystkim w dezodoryzacji gazów pochodzących z procesów oczyszczania ścieków, a także w gospodarce odpadami,

---

<sup>189</sup> Kunowska-Ślósarz M., Gurdała J., Gołebiewski M., Przysucha T., Metody zmniejszania emisji odorów w budynkach inwentarskich i ich otoczeniu, *Wiadomości Zootechniczne*, 2016, 118-126

<sup>190</sup> Kwaśny J., Balcerzak W., Characteristics of selected indirect methods of reducing the emission of odors, *Archives of Waste Management and Environmental Protection*, 16, 4, 2014

<sup>191</sup> Wieczorek A., Biofiltracja gazów odlotowych zanieczyszczonych lotnymi związkami organicznymi. Aspekty techniczne i mikrobiologiczne. Rozprawa habilitacyjna. Szczecin 2010

samodzielnie lub jako etap systemu oczyszczania. Powszechną praktyką jest stosowanie płuczek natryskowych w połączeniu z biologicznymi metodami nawilżania i schładzania gazów, które następnie trafiają do biofiltra (zapobieganie wysychaniu złoża), a także zmniejszają zakwaszenie złoża<sup>192</sup>.

### **Utlenianie**

Kolejną grupą metod jest utlenianie w podwyższonych temperaturach. Stosowane są następujące metody spalania: bezpośrednie spalanie w płomieniu, spalanie termiczne bądź spalanie katalityczne oraz metody plazmowe<sup>193</sup>. Różnią się one technikami, zakresem zastosowania wynikającym z właściwości oczyszczanych gazów, a także temperaturami, w jakich zachodzi proces. Głównymi produktami spalania są ditlenek węgla i para wodna, a w przypadku, gdy spalane związki zawierają również atomy siarki czy azotu, uzyskujemy dodatkowo ich tlenki: SO<sub>2</sub>, NO. Bezpośrednie spalanie w płomieniu prowadzi się w temperaturze około 1 500 K. Wykorzystuje się je do oczyszczania gazów zawierających bardzo duże stężenia zanieczyszczeń palnych. W przypadku spalania termicznego temperatura procesu wynosi 900 do 1 200 K. Odbywa się ono z użyciem dodatkowego paliwa (olej opałowy lub gaz) i mogą być stosowane w przypadku gazów zawierających znacznie mniejsze stężenia zanieczyszczeń niż w spalaniu bezpośrednim. Spalaniu katalitycznemu poddawane mogą być gazy o różnym stężeniu, jednak nie mogą zawierać tzw. „trucizn katalizatorów”, takich jak metale ciężkie i związki siarki. Zastosowanie katalizatora pozwala na obniżenie temperatury reakcji chemicznej, dlatego proces spalania może być prowadzony w temperaturach od 500 do 800 K. Katalizatorami procesów spalania są najczęściej metale szlachetne, jak platyna i pallad, a także tlenki metali.

Nietermiczne procesy utleniania to: ozonowanie, UV, nietermiczna plazma. Technologia nietermicznej plazmy wykorzystuje silne zmienne prądy elektryczne lub promieniowanie mikrofalowe. Tak więc wytworzona plazma powoduje rozkład zanieczyszczeń gazowych<sup>194</sup>. Metody te pozwalają na jednoczesną dezynfekcję i sterylizację. Ozon ma doskonałe właściwości utleniające, ale charakteryzuje się wysoką toksycznością. Dlatego głównym ograniczeniem stosowania ozonu w fazie gazowej do odwaniania gazów jest konieczność usuwania dużych ilości nieprzereagowanego ozonu.

W gospodarce komunalnej metody utleniania stosowane są dla gazów o bardzo wysokim stężeniu zanieczyszczeń, np. spalanie gazu fermentacyjnego lub katalityczne utlenianie gazów ze spalania odpadów. Procesy termiczne znajdują głównie zastosowanie w zakładach zajmujących się przetwórstwem odpadów zwierzęcych, palarniach kawy czy zakładach

---

<sup>192</sup> Miller U., Grzelka A., Romanik E., Kuriata M., Analysis of the application of selected physicochemical methods in eliminating odor nuisance of municipal facilities, *Air Protection in Theory and Practice*, E3S Web of Conferences 28, 2018

<sup>193</sup> Stomińska M., Król S., Namieśnik J., Removal of BTEX Compounds From Waste Gases; De- struction and Recovery Techniques, *Critical Reviews In Environmental Science And Technology*, 43, 14, 2013, 1417–1445

<sup>194</sup> Schlegelmilch M., Streese J., Stegmann R., Odour management and treatment technologies: an overview, *Waste Management*, 25, 2005

zajmujących się obróbką celulozy. Dezodoryzacja z wykorzystaniem ozonu może być stosowana np. w pomieszczeniach inwentarskich.

### **Kondensacja**

Metody kondensacyjne polegają na odpowiednim ochłodzeniu i sprężeniu strumienia gazów, czego skutkiem jest wykroplenie zawartych w nich zanieczyszczeń. Temperatury do których ochładza się gaz wynoszą od 213 do 203 K, z zależnością, że im niższa temperatura, tym lepsze efekty oczyszczania. Ze względu na energochłonność, metoda ta jest kosztowna, dlatego też stosuje się ją w przypadku wysokich stężeń zanieczyszczeń, gdyż osiąga się wtedy wysoki stopień oczyszczenia gazów<sup>195</sup>.

### **Metody biologiczne**

W Konkluzjach BAT dla większości rodzajów działalności rekomendowaną metodą dezodoryzacji gazów są techniki biologiczne, w tym biofiltracja. Działanie biofiltra polega na powolnym przedmuchiwaniu gazu przez wilgotne porowate złożo stacjonarne. Gazy doprowadzane są do złoża zazwyczaj od dołu systemem rur perforowanych. Złożo nawilżane jest zazwyczaj przeciwnie, a wraz z wodą doprowadzane są pożywki zawierające substancje odżywcze dla mikroorganizmów (m.in. związki biogenne). Zanieczyszczenia są absorbowane w wodzie, którą nawilżane jest złożo, a tym samym do biofilmu, gdzie następuje biodegradacja usuwanej substancji. Warunkiem zastosowania metod biologicznych oczyszczania gazów jest podatność zanieczyszczeń w nich zawartych na biodegradację. Ponadto usuwane związki chemiczne powinny być rozpuszczalne w wodzie i nie mogą być toksyczne dla mikroorganizmów. Metody biologiczne znajdują zastosowanie w przypadku gazów o temperaturze aktywności mikroorganizmów mezofilnych (293- 313 K) oraz przy stosunkowo niewielkich stężeniach zanieczyszczeń. Pozwalają na usuwanie zanieczyszczeń w temperaturze otoczenia, bez konieczności stosowania substratów chemicznych, czy dostarczania dodatkowej energii i nie powstają tu odpady, których nie można by zagospodarować w sposób naturalny. Wady metody wynikają głównie z ograniczeń jej stosowania. Jest mniej przydatna w przypadku gazów o dużym stężeniu zanieczyszczeń, zawierających zanieczyszczenia słabo rozpuszczalne w wodzie. Ze względu na dużą skuteczność dezodoryzacji, a także stosunkowo niskie koszty inwestycyjne i eksploatacyjne biofiltracja znajduje zastosowanie w różnych obszarach: w gospodarce odpadami i obiektach gospodarki wodno-ściekowej, a także w rolnictwie i wielu gałęziach przemysłu, m.in. w przemyśle chemicznym. Usuwane są tam zarówno odory, jak i inne zanieczyszczenia znajdujące się w oczyszczanych gazach, takie jak: związki alifatyczne, aromatyczne, tlenowe, siarkowe, azotowe, chlorowe. Instalacjami, w których najczęściej realizowane jest biologiczne oczyszczanie gazów są: biopłuczki, złoża biologiczne zraszane oraz biofiltry.

### **Neutralizacja zapachu**

Pośród technik neutralizacji zapachu można wyróżnić takie metody jak zamgławianie i maskowanie zapachów. W przypadku zamgławiania do strumienia bądź smugi emitowanych gazów zawierających zanieczyszczenia odorowe dodaje się/rozpyla mieszaniny związków,

---

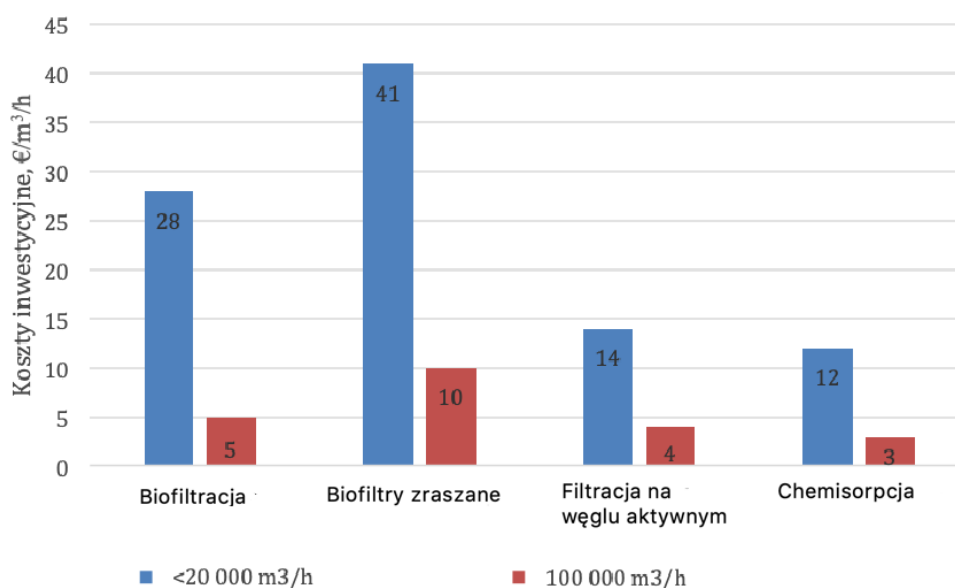
<sup>195</sup> Wieczorek A., Biofiltracja gazów odlotowych zanieczyszczonych lotnymi związkami organicznymi. Aspekty techniczne i mikrobiologiczne. Rozprawa habilitacyjna. Szczecin 2010

które w kontakcie z zanieczyszczeniami odorowymi wykazują właściwości neutralizujące. Są to najczęściej mieszaniny związków aldehydowych i ketonowych, jednak ich skład bywa często tajemnicą producentów. Technologia została stworzona w celu ograniczenia uciążliwości zapachowej przede wszystkim na otwartej przestrzeni (emisja rozproszona), np. na poletkach osadowych, składowiskach odpadów oraz w przestrzeni zamkniętej, np. w halach przetadunkowych i sortowniach odpadów.

Maskowanie zapachu polega na stosowaniu związków, które to maskują inne zapachy np. olejki eukaliptusowe. Jako substancje maskujące pod względem chemicznym najczęściej wyróżnia się związki chemiczne takie, jak estry, aldehydy, ketony, węglowodory, z szczególnym znaczeniem terpenów, seskwiterpenów i diterpenów<sup>196</sup>. Zdarza się, że substancje maskujące, reagując z zanieczyszczeniami mogą powodować wtórną uciążliwość zapachową. Z tego względu maskowanie powinno być jedynie rozwiązaniem tymczasowym, stosowanym np. podczas konserwacji lub awarii systemu oczyszczania gazów. Szczególne zastosowanie może mieć również w kompostowniach, gdy wydzielanie zapachu jest chwilowe.

### Analiza kosztów

Rysunek 14 przedstawia porównanie kosztów inwestycyjnych wybranych metod dezodoryzacji: bifiltracja, biofiltry ze złożem zraszanym, adsorpcja na węglu aktywnym, absorpcja z reakcją chemiczną, w odniesieniu do natężenia przepływu oczyszczanego gazu.



Rysunek 14. Porównanie kosztów inwestycyjnych wybranych metod dezodoryzacji<sup>197</sup>

Można zauważyć, że wraz ze wzrostem przewidywanego natężenia przepływu gazu znacząco maleją koszty jednostkowe. W przypadku biofiltracji koszt inwestycji wynosi od 5€ za 1 m<sup>3</sup>/h (przy przepływie 100 000 m<sup>3</sup>/h) do 28€ za 1 m<sup>3</sup>/h (przy przepływie 20 000 m<sup>3</sup>/h).

<sup>196</sup> Sówka I., Zwoździak P., Zwoździak A., Zwoździak J.: Problemy uciążliwości zapachowej wybranych obiektów gospodarki komunalnej, s. 409-413, 2008

<sup>197</sup> Estrada J.M., Bart Kraakman N.J.R., Munoz R., Lebrero R., A comparative analysis of odour treatment technologies in wastewater treatment plants, Environmental Sciences and Technology, 45, 2011



W przypadku projektowania instalacji dla dużych przepływów gazów (np. 100 000 m<sup>3</sup>/h), koszty inwestycyjne biofiltracji są porównywalne z innymi metodami dezodoryzacji, takimi jak filtracja na węglu aktywnym i sorpcja chemiczna, i zdecydowanie niższe niż w przypadku biofiltrów zraszanych<sup>198</sup>.

W kontekście kosztów eksploatacyjnych, największe nakłady w przypadku biofiltracji generują konieczność okresowej wymiany materiału filtracyjnego, stąd też pośrednio na wysokość tych kosztów wpływa rodzaj zastosowanego złoża filtracyjnego (w zależności od ceny rynkowej materiału i jego trwałość). Innymi czynnikami determinującymi wysokość kosztów operacyjnych są: zużycie energii i wody. Koszty „pracy” obejmują robociznę, transport i przeładunek, utylizację i konserwację związaną również z koniecznością wymiany materiałów filtracyjnych. W tabeli 23 przedstawiono porównanie kosztów eksploatacji różnych metod dezodoryzacji (biofiltracja, biofiltr zraszany, system hybrydowy (biofiltr zraszany + filtracja na węglu aktywnym), czyszczenie chemiczne, filtracja na węglu aktywnym). Jednostkowe koszty eksploatacyjne biofiltracji są niższe niż koszty innych metod, za wyjątkiem biofiltrów zraszanych.

Tabela 23. Porównanie kosztów eksploatacyjnych wybranych metod dezodoryzacji<sup>199</sup>

Metody	Koszty operacyjne [PLN na m <sup>3</sup> /h]	Woda	Energia	Wymiana materiału filtracyjnego	Praca	Chemikalia
Biofiltracja	9,18	27542	82627	215748	133121	-
Biofiltracja na złożu zraszonym	5,51	57839	60593	121186	35805	-
Biofiltracja na złożu zraszonym + filtracja na węglu aktywnym	12,39	55773	198305	254078	105349	-
Płuczka chemiczna	16,53	24788	181779	33051	24788	570126
Filtracja na węglu aktywnym	33,05	-	148729	1090676	413135	-

Zestawienie kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych różnych metod dezodoryzacji podano również w tabeli 24. Biorąc pod uwagę zarówno koszty inwestycyjne, jak i operacyjne, biofiltracja okazuje się najbardziej ekonomiczną z dostępnych metod dezodoryzacji.

Tabela 24. Porównanie kosztów różnych metod oczyszczania powietrza zanieczyszczonego LZO<sup>200</sup>

Metoda oczyszczania powietrza	Koszty inwestycyjne [PLN/(m <sup>3</sup> powietrza·h)]	Koszty eksploatacyjne [PLN/(m <sup>3</sup> powietrza·h)]
Adsorpcja	58-465	39-136
Absorpcja	58-271	97-465
Koncentracja	39-310	78-465
Dopalenie termiczne	39-1745	78-582

<sup>198</sup> Miller U., Sówka I., Grzelka A., Pawnuik M., Application of biological deodorization methods in the aspect of sustainable development, SHS Web of Conferences 57, 2018

<sup>199</sup> Ibidem

<sup>200</sup> Ulfig K., Biofiltracja lotnych związków organicznych za pomocą bakterii i grzybów mikroskopowych, [w:] Szykowska M., Zwoździak J., Współczesna problematyka odorów. Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa 2010

Metoda oczyszczania powietrza	Koszty inwestycyjne [PLN/(m <sup>3</sup> powietrza-h)]	Koszty eksploatacyjne [PLN/(m <sup>3</sup> powietrza-h)]
Dopalenie katalityczne	39-969	39-349
Biofiltracja	39-271	12-39

## 9.2. Rozwiązania prawne

Analizując możliwe rozwiązania prawne, mające na celu zmniejszenie uciążliwości zapachowej funkcjonujących przedsięwzięć, warto zwrócić uwagę na istniejące już akty prawne. Akty te przedstawiono szczegółowo poniżej. W dalszej części omówiono proponowane rozwiązania prawne, wynikające z przeprowadzonych analiz.

### 9.2.1. Istniejące

Wśród istniejących w Polsce rozwiązań prawnych, które odnoszą się do problematyki zapachowej można wymienić takie akty jak:

- **ustawa – POŚ**, omówiona szerzej w dalszej części; z aktami wykonawczymi:
  - **rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu** (Dz. U. poz. 87), które ustala wartości odniesienia ze względu na potrzebę ochrony zdrowia;
  - **rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 sierpnia 2014 r. w sprawie rodzajów instalacji mogących powodować znaczne zanieczyszczenie poszczególnych elementów przyrodniczych albo środowiska jako całości** (Dz. U. poz. 1169), które określa instalacje tzw. IPPC wymagające uzyskania pozwolenia zintegrowanego, m.in. instalacje: do chowu lub hodowli drobiu lub świń, w gospodarce odpadami, do oczyszczania ścieków, instalacje w przemyśle: chemicznym, spożywczym, garbarskim;
  - **rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 2 lipca 2010 r. w sprawie przypadków, w których wprowadzanie gazów lub pyłów do powietrza z instalacji nie wymaga pozwolenia** (Dz. U. poz. 881), które nie zwalnia z obowiązku uzyskania pozwolenia instalacji do chowu lub hodowli zwierząt zaliczonych do przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko;
  - **rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 2 lipca 2010 r. w sprawie rodzajów instalacji, których eksploatacja wymaga zgłoszenia** (Dz. U. z 2019 r. poz. 1510), które zwalnia z obowiązku zgłoszenia instalacje do chowu lub hodowli zwierząt jedynie te niezaliczone do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko;
- **ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu** (Dz. U. z 2020 r. poz. 796, z późn. zm.), która reguluje zasady postępowania z nawozami naturalnymi;
- **ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane** (Dz. U. z 2020 r. poz. 1333), z aktami wykonawczymi;

- **rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej z dnia 7 października 1997 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie (Dz.U. z 2014 r. poz. 81)**, które reguluje sprawy związane z konstrukcją i usytuowaniem obiektów budowlanych; rozporządzenie określa odległości, których zachowanie przy lokalizacji budowli rolniczych ma na celu ograniczenie ich negatywnego oddziaływania na tereny przyległe; dodatkowo w celu ograniczenia emisji substancji odorotwórczych oraz zapylenia pomiędzy budowlami powodującymi uciążliwość a budynkami mieszkalnymi wymagane jest zastosowanie szpaleru roślinności średnio i wysokopiennej;
- **rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2019 r. poz. 1065, z późn. zm.)**, które ustanawia minimalną odległość budynków inwentarskich od budynków mieszkalnych na co najmniej 8 metrów;
- **ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. z 2020 r. poz. 293, z późn. zm.)**, która przewiduje sformalizowaną procedurę sporządzania i uchwalania miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego. Ustawa m.in. odnosi się do tworzenia i treści zawartych w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego, które są aktem prawa lokalnego. W celu ustalenia przeznaczenia terenów m.in. na cele rolnicze, produkcyjne czy przemysłowe w tym dla inwestycji celu publicznego oraz określenia sposobów ich zagospodarowania i zabudowy sporządza się miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego. Plan definiuje i określa zasady gospodarowania na konkretnych obszarach. Plan daje też wytyczne dotyczące kształtowania zabudowy i zagospodarowania terenu (m.in.: jakie mogą być podejmowane działalności związane np. z ich oddziaływaniem na środowisko, gabaryty budynków na wyznaczonym obszarze, jak blisko siebie mogą stać kolejne budynki, jaka ma być intensywność zabudowy, itp.);
- **ustawa – Prawo wodne**, która w rozdziale 4 (Ochrona wód przed zanieczyszczeniem azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych) pośrednio ogranicza też uciążliwość zapachową z działalności rolniczej; z aktami wykonawczymi:
  - **rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 lutego 2020 r. w sprawie przyjęcia „Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu” (Dz. U. poz. 243)**, które m.in. określa odpowiednie pojemności przykrytych zbiorników na przechowywanie nawozów naturalnych płynnych, co pośrednio może przyczynić się do ograniczenia uciążliwości zapachowej;
  - **obwieszczenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 16 października 2019 r. w sprawie wysokości maksymalnych stawek opłaty za naruszenie „Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu”, obowiązującej od dnia 1 stycznia 2020 r. (M.P. poz. 1029)**;

- **ustawa POŚ**, która dla uciążliwych planowanych przedsięwzięć określa wymagania dotyczące przeprowadzania strategicznych ocen oddziaływania na środowisko skutków realizacji polityki, strategii, planu lub programu wyznaczających ramy dla późniejszej realizacji takich przedsięwzięć, a także wymagania dotyczące postępowania w sprawie oceny oddziaływania na środowisko planowanego przedsięwzięcia i uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach; z aktem wykonawczym określającym takie przedsięwzięcia:
  - **rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko** (Dz. U. poz. 1839).
- ustawa o odpadach; z aktem wykonawczym:
  - **rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowych wymagań dla magazynowania odpadów** (Dz.U. poz. 1742), które m.in. określa szczegółowe wymagania dla magazynowania odpadów, obejmujące wstępne magazynowanie odpadów przez wytwórcę odpadów, tymczasowe magazynowanie odpadów przez prowadzącego zbieranie odpadów oraz magazynowanie odpadów przez prowadzącego przetwarzanie odpadów. Art. 6.1.6 wskazuje na obowiązek zabezpieczenia odpadów przed wpływem czynników atmosferycznych ograniczające do minimum oddziaływanie tych czynników na odpady, jeżeli takie oddziaływanie może spowodować negatywny wpływ magazynowanych odpadów na środowisko lub życie i zdrowie ludzi, w szczególności zmieniać właściwości chemiczne i fizyczne odpadów oraz powodować powstanie uciążliwości zapachowych. Natomiast art. 12.1. określa sposób magazynowania odpadów mogących powodować uciążliwości zapachowe na nieruchomościach sąsiadujących z nieruchomością, na której jest prowadzone magazynowanie tych odpadów.

Ustawa – POŚ jest podstawowym aktem regulującym oddziaływanie podmiotów na środowisko, dlatego poniżej przedstawiono główne zapisy ustawy odnoszące się do uciążliwości zapachowej.

W przypadku gdy podmiot korzystający ze środowiska negatywnie oddziałuje na środowisko, organ ochrony środowiska (starosta lub marszałek województwa) może nałożyć w drodze decyzji obowiązek ograniczenia tego oddziaływania, a w przypadku pogorszenia stanu środowiska spowodowanego działalnością podmiotu, nakazać przywrócenie środowiska do stanu właściwego (art. 362 ust. 1 ustawy – POŚ).

W przypadku gdy osoba fizyczna prowadzi działalność, która negatywnie oddziałuje na środowisko, wójt, burmistrz lub prezydent miasta, w drodze decyzji, może nakazać wykonanie w określonym czasie czynności zmierzających do ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko (art. 363 ustawy – POŚ).

Art. 204 ustawy – POŚ wskazuje, że instalacje IPPC tj. wymagające pozwolenia zintegrowanego spełniają wymagania ochrony środowiska wynikające z najlepszych dostępnych technik (BAT), a w szczególności nie mogą powodować przekroczenia granicznych wielkości emisyjnych. Poszczególne rodzaje instalacji stosując się do zapisów wynikających z konkluzji BAT zobowiązane są do oceny możliwości i dostosowania swoich poziomów emisji w powiązaniu z najlepszymi

dostępnymi technikami (BAT-AEL). Przykładem może być biologiczne przetwarzanie odpadów, gdzie w konkluzjach określono BAT-AEL dla stężenia odorów<sup>201</sup> 200–1 000 ou<sub>E</sub>/Nm<sup>3</sup> i amoniaku<sup>202</sup> 0,3–20 mg/Nm<sup>3</sup>. Ponadto instalacje chcąc zapobiec występowaniu emisji odorów lub, jeżeli jest to niemożliwe, ograniczyć je, w ramach konkluzji BAT muszą opracować, wdrożyć i regularnie przeglądać plan zarządzania odorami, jako część systemu zarządzania środowiskowego, który obejmuje wszystkie następujące elementy:

- protokół zawierający działania i harmonogram;
- protokół monitorowania odorów, można go uzupełnić pomiarem bądź oszacowaniem narażenia na odory lub oszacowaniem skutków takiego narażenia;
- protokół reagowania na stwierdzone przypadki wystąpienia odorów, np. skargi;
- program zapobiegania występowaniu odorów i ich ograniczania.

Plan zarządzania odorami ma zastosowanie tylko w przypadkach, w których oczekuje się, że obiekty wrażliwe w otoczeniu instalacji IPPC odczują uciążliwość zapachową lub gdy jego występowanie zostało stwierdzone.

W ustawie – POŚ funkcjonują pojęcia takie jak: **obszary ograniczonego użytkowania** i **strefy przemysłowe**. Szczegółowo kwestie utworzenia obszarów ograniczonego użytkowania i stref przemysłowych reguluje tytuł II dział IX rozdziały 3 i 4 ustawy – POŚ.

Art. 135 ustawy – POŚ precyzuje, że podstawą do utworzenia obszaru ograniczonego użytkowania jest wynik przeglądu ekologicznego, oceny oddziaływania na środowisko albo analizy porealizacyjnej. Jeżeli wynika z nich, że mimo zastosowania najlepszych dostępnych rozwiązań technicznych, technologicznych i organizacyjnych nie mogą być dotrzymane standardy jakości środowiska poza terenem zakładu lub innego obiektu (wśród obiektów wymienia się m.in.: oczyszczalnie ścieków, składowiska odpadów oraz kompostownie), wówczas tworzy się obszary ograniczonego użytkowania.

Dla przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko oraz zakładu lub innego obiektu, gdzie eksploatowana jest instalacja mogąca zawsze znacząco oddziaływać na środowisko, obszar ograniczonego użytkowania tworzy w drodze uchwały sejmik województwa. Dla pozostałych zakładów i innych obiektów obszar ograniczonego użytkowania tworzy w drodze uchwały rada powiatu.

Natomiast wg art. 136 ustawy – POŚ strefa przemysłowa może być utworzona na obszarach określonych w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego jako tereny przeznaczone do działalności produkcyjnej, składowania oraz magazynowania i równocześnie użytkowanych zgodnie z przeznaczeniem. Strefę przemysłową tworzy się, jeżeli, mimo zastosowania dostępnych rozwiązań technicznych, technologicznych i organizacyjnych, nie mogą być dotrzymane standardy jakości środowiska oraz wartości odniesienia, poza terenem zakładu lub innego obiektu. W granicach strefy przemysłowej jest dozwolone przekraczanie standardów jakości środowiska w

---

<sup>201</sup> Zastosowanie ma poziom emisji powiązany z najlepszymi dostępnymi technikami dla NH<sub>3</sub> albo poziom emisji powiązany z najlepszymi dostępnymi technikami dla stężenia odorów. Wskazany poziom emisji powiązany z najlepszymi dostępnymi technikami nie ma zastosowania do przetwarzania odpadów składających się głównie z obornika.

<sup>202</sup> Ibidem

zakresie dopuszczalnych poziomów substancji w powietrzu i dopuszczalnych poziomów hałasu oraz wartości odniesienia, jeżeli nie zagraża to życiu lub zdrowiu ludzi, w szczególności nie narusza wymagań norm bezpieczeństwa i higieny pracy.

Strefa przemysłowa jest tworzona, na wniosek władającego powierzchnią ziemi, na terenach, które mają być objęte strefą przemysłową.

Biorąc pod uwagę powyższe zapisy w ustawie – POŚ, w przypadku występowania negatywnego oddziaływania na środowisko, zarówno właściwy organ ochrony środowiska może podjąć działania, jak i sam podmiot ma możliwość w niektórych przypadkach wnioskowania o utworzenie obszaru ograniczonego użytkowania czy też utworzenia strefy przemysłowej.

Należy przy tym podkreślić, że w obecnym rozporządzeniu w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu, które ustanawia wartości odniesienia ze względu na potrzebę ochrony zdrowia dla 167 substancji lub grup substancji, w tym również dla substancji zapachowo czynnych, takich jak: amoniak ( $\text{NH}_3$ ), dimetyloamina ( $\text{C}_2\text{H}_7\text{N}$ ), merkaptany czy siarkowodór ( $\text{H}_2\text{S}$ ), przy ustalaniu wartości odniesienia tych substancji nie uwzględniono ich oddziaływania zapachowego. Brak jest również określonego w systemie prawa krajowego standardu odorowego. Stan ten uniemożliwia rzetelną ocenę oddziaływania podmiotu pod kątem wpływu na zanieczyszczenie powietrza substancjami o charakterze odorotwórczym. Ponadto nie pozwala na określenie zakresu ograniczeń oddziaływania na środowisko podmiotu, który przyczynia się do powstawania uciążliwości zapachowej, jak również wskazanie stanu do jakiego ma zostać przywrócone środowisko. Tym samym nie mogą być skutecznie realizowane, przez organy ochrony środowiska, zapisy art. 362 i 363 ustawy – POŚ.

Niemniej jednak, w obecnie obowiązujących przepisach istnieją pewne regulacje umożliwiające podjęcie działań w tym zakresie. Art. 222 ustawy – POŚ wskazuje, że w razie braku standardów emisyjnych i dopuszczalnych poziomów substancji w powietrzu, ilości gazów lub pyłów dopuszczonych do wprowadzania do powietrza ustala się na poziomie niepowodującym przekroczeń: a) wartości odniesienia substancji w powietrzu, b) wartości odniesienia substancji zapachowych w powietrzu. Jest też delegacja dla ministra właściwego do spraw klimatu, aby w porozumieniu z ministrem właściwym do spraw zdrowia, mógł określić, w drodze rozporządzenia, wartości odniesienia substancji zapachowych w powietrzu i metody oceny zapachowej jakości powietrza (takie rozporządzenie do tej pory nie zostało wydane).

### **9.2.2. Proponowane**

Ministerstwo Klimatu i Środowiska przygotowało *projekt ustawy o minimalnej odległości dla planowanego przedsięwzięcia z sektora rolnictwa, którego funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej* (projekt z dn. 2.07.2019 r.)<sup>203</sup>. Projekt ten dotyczy jednego z podsektorów rolnictwa (chówu i hodowli zwierząt), bardzo istotnego dla polskiej gospodarki. Projekt wprowadza też dwa nowe pojęcia: **uciążliwości zapachowej** oraz **minimalnej odległości**, których dotychczas nie było w systemie prawnym.

---

<sup>203</sup> <https://legislacja.rcl.gov.pl/docs//2/12321413/12579343/dokument403466.pdf> (dostęp: 10.09.2020 r.)

Poza podsektorem chowu i hodowli zwierząt, proponuje się objęcie podobną do powyższej ustawy o minimalnej odległości planowanego przedsięwzięcia, którego funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej, także sektora komunalnego (w tym oczyszczalni ścieków i obiektów gospodarki odpadami). Przesłanką do rekomendowanego podejścia jest powszechność występowania obiektów gospodarki komunalnej w kraju, jak i ich uciążliwość zapachowa. Regulacja taka, w postaci ustawy, powinna być wzorowana i oparta na projekcie ustawy dla sektora rolnictwa, a także zebranych doświadczeniach po jej wprowadzeniu w życie.

Mając na uwadze fakt, że problematyka występowania substancji będących uciążliwymi zapachowo jest szersza i obejmuje też inne sektory, pozarolnicze i komunalne, wskazane jest wykorzystanie zapisów art. 222 ustawy – POŚ, w szczególności delegacji, aby określić, w drodze rozporządzenia, wartości odniesienia substancji zapachowych w powietrzu i metody oceny zapachowej jakości powietrza.

Metody oceny zapachowej jakości powietrza proponowane w celu określenia minimalnych odległości przedstawiono w rozdziale 6.3.

### **9.3. Rozwiązania finansowe**

---

Podatki to jeden z podstawowych instrumentów ekonomicznych służących realizacji polityki państwa, w tym także polityki w obszarze ochrony środowiska i analizowanych w ekspertyzie zagadnień związanych z działalnością podmiotów powodujących uciążliwość zapachową.

Jako podatki ekologiczne, czyli podatki związane z ochroną środowiska w obszarze zanieczyszczenia środowiska, można wskazać m.in. opłaty za korzystanie ze środowiska tj. za wprowadzanie gazów lub pyłów do powietrza czy za składowanie odpadów, a także opłaty za usługi wodne.

Ponadto, funkcjonują też podatki lokalne, bezpośrednie, które pobierane są przez samorzady terytorialne. Do tych podatków zalicza się podatek od nieruchomości będący tzw. podatkiem majątkowym, który ma na celu nałożenie na podatnika podatku z tytułu posiadania majątku w postaci nieruchomości. Poniżej omówiono szerzej powyższe dwie grupy podatków.

#### **9.3.1. Istniejące**

##### **Podatki ekologiczne**

Obowiązek wnoszenia opłat środowiskowych wynika z przepisów ustawy – POŚ, ustawy – Prawo wodne, ustawy o ochronie przyrody (Dz. U. z 2020 r. poz. 55, z późn. zm.), ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. z 2020 r. poz. 1064, z późn. zm.) oraz innych ustaw.

Opłata za wprowadzanie gazów i pyłów do powietrza dotyczy wszystkich korzystających ze środowiska, a więc nie tylko prowadzących instalacje. Przy czym przez podmiot korzystający ze środowiska wg art. 3 pkt 20 ustawy – POŚ rozumie się:

- przedsiębiorcę,
- osoby prowadzące działalność wytwórczą w rolnictwie (w zakresie upraw rolnych, chowu lub hodowli zwierząt, ogrodnictwa, warzywnictwa, leśnictwa i rybactwa śródlądowego),

- jednostkę organizacyjną niebędącą przedsiębiorcą,
- osobę fizyczną niebędącą przedsiębiorcą ani rolnikiem, jeżeli korzysta ze środowiska w zakresie wymagającym pozwolenia.

W celu określenia wysokości należnej opłaty podmiot korzystający ze środowiska powinien prawidłowo obliczyć wielkości emisji i prawidłowo przyjąć stawki opłat. Wielkości i rodzaje emitowanych substancji w przypadku eksploatacji instalacji powinny m.in.: uwzględniać wszystkie warunki pracy instalacji, w tym emisje towarzyszące zatrzymaniom i uruchomieniom instalacji oraz uwolnieniom przypadkowym, również spowodowanym awariami, uwzględniać także emisję niezorganizowaną, do której często zalicza się emisje substancji odorotwórczych.

Zgodnie z delegacją art. 290 ustawy – POŚ stawki opłat za korzystanie ze środowiska określone są w drodze rozporządzenia i zgodnie z art. 291 ustawy – POŚ podlegają corocznej aktualizacji. Parametrem dodatkowym, który powinien być skorelowany z wielkościami obliczonych emisji do powietrza, jest raport wprowadzony do Krajowej bazy o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji. W przypadku prowadzącego instalację wymagana również jest ocena spełnienia wymogu posiadania pozwolenia na wprowadzanie gazów lub pyłów do powietrza lub pozwolenia zintegrowanego. Informacje te umożliwiają poprawne wyznaczenie opłaty podstawowej lub opłaty podwyższonej w przypadku braku wymaganego pozwolenia.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 2 lipca 2010 r. w sprawie przypadków, w których wprowadzanie gazów lub pyłów do powietrza z instalacji nie wymaga pozwolenia, określa część instalacji, w tym zaliczanych też do sektorów mogących oddziaływać uciążliwie zapachowo, dla których nie jest wymagane pozwolenie na wprowadzanie gazów lub pyłów do powietrza lub pozwolenie zintegrowane (ale wymagane są opłaty za korzystanie ze środowiska), są to m.in.:

- instalacje do chowu lub hodowli zwierząt – z wyłączeniem instalacji zaliczonych do przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko, o których mowa w przepisach wydanych na podstawie art. 60 ustawy OOS,
- instalacje do powlekania, do których nie stosuje się przepisów w sprawie standardów emisyjnych z instalacji i w których zużywa się mniej niż jedną tonę powłok w ciągu roku,
- instalacje do suszenia owoców, warzyw, zboża, innych płodów rolnych lub leśnych,
- instalacje do oczyszczania ścieków,
- instalacje do odprowadzania gazu składowiskowego do powietrza.

Obecnie funkcjonujące narzędzia finansowe w zakresie podatków ekologicznych obejmują systemem opłat emitowane substancje, w tym substancje odorotwórcze. Obecnie zgodnie z art. 289 ustawy – POŚ nie wnosi się opłat, których roczna wysokość za dany rodzaj korzystania ze środowiska nie przekracza 800 zł.

Natomiast zasady ponoszenia opłat za usługi wodne m.in. opłat za wprowadzanie ścieków do wód lub do ziemi oraz pobór wód są regulowane przepisami art. 268 i 269 ustawy – Prawo wodne oraz rozporządzeniem wydanym na podstawie art. 277 tej ustawy.



Ponadto wg art. 109 ustawy – Prawo wodne, podmioty prowadzące produkcję rolną, w tym działy specjalne produkcji rolnej oraz działalność, w ramach której są przechowywane nawozy naturalne lub stosowane nawozy, ponoszą opłatę za:

- 1) stosowanie nawozów niezgodnie z „Programem działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu” lub z planem nawożenia azotem;
- 2) przechowywanie nawozów naturalnych niezgodnie z ww. Programem;
- 3) prowadzenie dokumentacji realizacji programu działań niezgodnie z ww. Programem albo za jej brak;
- 4) brak planu nawożenia azotem.

### **Podatki lokalne**

Poza podatkami ekologicznymi w polskim systemie prawnym funkcjonują także podatki lokalne. Ustawa z dnia 12 stycznia 1991 r. o podatkach i opłatach lokalnych (Dz. U. z 2019 r. poz. 1170) określa m.in. podatek od nieruchomości, zgodnie z którym opodatkowaniu podlegają następujące nieruchomości lub obiekty budowlane:

- a) grunty,
- b) budynki lub ich części,
- c) budowle lub ich części związane z prowadzeniem działalności gospodarczej.

Opodatkowaniu podatkiem od nieruchomości nie podlegają użytki rolne lub lasy (te objęte są podatkiem rolnym i podatkiem leśnym), z wyjątkiem zajętych na prowadzenie działalności gospodarczej.

Podatnikami podatku od nieruchomości są osoby fizyczne, osoby prawne, jednostki organizacyjne, w tym spółki nieposiadające osobowości prawnej, będące: właścicielami nieruchomości lub obiektów budowlanych, posiadaczami samoistnymi nieruchomości lub obiektów budowlanych, użytkownikami wieczystymi gruntów, posiadaczami nieruchomości lub ich części albo obiektów budowlanych lub ich części, stanowiących własność Skarbu Państwa lub jednostki samorządu terytorialnego.

Podstawę opodatkowania stanowi: dla gruntów - powierzchnia; dla budynków lub ich części – powierzchnia użytkowa; dla budowli lub ich części związanych z prowadzeniem działalności gospodarczej – wartość, o której mowa w przepisach o podatkach dochodowych, ustalona na dzień 1 stycznia roku podatkowego, stanowiąca podstawę obliczania amortyzacji w tym roku, niepomniejszona o odpisy amortyzacyjne, a w przypadku budowli całkowicie zamortyzowanych – ich wartość z dnia 1 stycznia roku, w którym dokonano ostatniego odpisu amortyzacyjnego.

Wysokość stawek podatku określa uchwała rada gminy. Uwzględni ona górne granice stawek, które wynikają z omawianej ustawy.

### **9.3.2. Proponowane**

Mając na uwadze wskazane istniejące rozwiązania finansowe, które umożliwiają opodatkowanie wszystkich, w tym prowadzących instalację, względem specyfiki i wielkości emitowanych substancji, przy tym możliwość różnicowania stawek w zależności od:

- rodzaju gazów, pyłów, odpadów lub substancji w ściekach i temperatury ścieków,
- rodzaju ścieków,
- gruntów,
- budynków lub ich części,
- budowli lub ich części związanych z prowadzeniem działalności gospodarczej,

niezasadnym wydaje się wprowadzanie nowych rozwiązań, lecz korzystanie z obecnie już funkcjonujących.

## **10. OSZACOWANIE SKUTKÓW FINANSOWYCH WDROŻENIA BEZPIECZNYCH ODLEGŁOŚCI OD ZABUDOWAŃ DLA PRZEDSIĘWZIĘĆ, KTÓRYCH FUNKCJONOWANIE WIĄŻE SIĘ Z RYZYKIEM POWSTAWANIA UCIAŹLIWOŚCI ZAPACHOWEJ**

W ocenie skutków wdrożenia *projektu ustawy o minimalnej odległości dla planowanego przedsięwzięcia z sektora rolnictwa, którego funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej* (projekt z dn. 2.07.2019 r.)<sup>204</sup> wskazano, że wprowadzenie minimalnej odległości, z zastrzeżeniem zgody na lokalizację planowanego przedsięwzięcia sektora rolnictwa, którego funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej w odległości mniejszej niż minimalna uwzględniają:

- organy gminy – przy sporządzaniu oraz uchwalaniu studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy,
- organy gminy oraz wojewoda – przy sporządzaniu oraz uchwalaniu albo przyjmowaniu planu miejscowego albo jego zmiany,
- organy gminy i wojewoda – przy wydawaniu decyzji o warunkach zabudowy oraz decyzji o ustaleniu inwestycji celu publicznego obejmującego lokalizację budynków użyteczności publicznej stanowiących realizację celu publicznego,
- organy administracji architektoniczno – budowlanej – przy wydawaniu pozwolenia na budowę,
- organy związku metropolitalnego – przy sporządzaniu oraz uchwalaniu studium ramowego uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego związku metropolitalnego albo jego zmiany,

---

<sup>204</sup> <https://legislacja.rcl.gov.pl/docs//2/12321413/12579343/dokument403466.pdf> (dostęp: 10.09.2020 r.)

- organy nadzoru budowlanego – w zakresie postępowań o których mowa z art. 48, 48b i 51 ustawy Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r.
- organy wydające decyzje o środowiskowych uwarunkowaniach przy wydawaniu tych decyzji.

Wprowadzenie powyższych przepisów dotyczących minimalnej odległości wiązać się też będzie w celu zapewnienia spójności przepisów, z koniecznością nowelizacji ustawy OOS.

Wprowadzenie powyższych przepisów dotyczących minimalnej odległości wymagać też będzie weryfikacji przez ww. organy zapisów w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego.

W wyniku przeprowadzonych analiz w ekspertyzie zaproponowano, aby poza sektorem rolniczym podobnym rozwiązaniem prawnym w postaci ustawy określającej minimalne odległości dla planowanego przedsięwzięcia objąć sektor komunalny tj. oczyszczanie ścieków i gospodarkę odpadami. W ostatniej aktualizacji Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków Komunalnych (KPOŚK 2017)<sup>205</sup> ujętych zostało 1587 aglomeracji (38,7mln RLM), w których zlokalizowanych jest 1769 oczyszczalni ścieków komunalnych. Z przedstawionych przez aglomeracje zamierzeń inwestycyjnych wynikało, że w ramach piątej aktualizacji planowane jest wybudowanie 116 nowych oczyszczalni ścieków oraz przeprowadzenie innych inwestycji na 1060 oczyszczalniach. Obecnie przygotowywana jest kolejna szósta aktualizacja KPOŚK. Według danych GUS<sup>206</sup> na koniec roku 2019 w Polsce funkcjonowało 278 składowisk odpadów, na których unieszkodliwiane są odpady komunalne. Najbardziej licznie ponad 25 składowisk występuje w województwach: wielkopolskim, lubelskim, mazowieckim i dolnośląskim. Obszar gospodarki odpadami podlega obecnie silnej transformacji, istnieją też szerokie możliwości obszarów wsparcia finansowego jak np. Program „Racjonalna gospodarka odpadami” Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Budżet Programu wynosi 1,4 mld zł i jest on aktywny do czerwca 2022 r, co wskazuje, że procesy inwestycyjne będą miały miejsce w perspektywie najbliższych lat w tym obszarze.

Koszty wdrożenia proponowanych przepisów dla planowanych przedsięwzięć we wszystkich zidentyfikowanych sektorach, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej są kosztami związanymi z wdrożeniem kolejnej ustawy lub ustaw. W związku z tym koszty jej/ich wprowadzenia będą analogiczne, jak do projektowanej obecnie ustawy dla sektora rolniczego.

Proponowane rozwiązania związane z wdrożeniem bezpiecznych odległości od zabudowań dla przedsięwzięć, których funkcjonowanie wiąże się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej nie wpłyną na sektor finansów publicznych.

Proponowane rozwiązania wpłyną na te sektory gospodarki, których planowane przedsięwzięcia mogą powodować uciążliwość zapachową. W procesach inwestycyjnych, projektowych wymagać będą przeprowadzenia dodatkowych analiz dla oceny „minimalnej odległości” w ramach prowadzonych procedur ocen oddziaływania na środowisko, związanych z określeniem czy planowana odległość mniejsza niż minimalna zapewni dotrzymanie określonych standardów jakości powietrza. Dlatego niezbędne jest także wykorzystanie zapisów art. 222 ustawy – POŚ i

---

<sup>205</sup> obecnie trwają prace nad VI AKPOŚ

<sup>206</sup> <https://bdl.stat.gov.pl/BDL/dane/podgrup/temat/9/223>

delegacji, aby określić, w drodze rozporządzenia, wartości odniesienia substancji zapachowych w powietrzu i metody oceny zapachowej jakości powietrza.

Wprowadzenie zaproponowanych rozwiązań powinno przyczynić się do ograniczenia uciążliwości zapachowej dla planowanych przedsięwzięć i negatywnego ich oddziaływania na ludzi, tym samym ograniczyć powinno zmniejszenie konfliktów i skarg wpływających do inspekcji ochrony środowiska na uciążliwość zapachową.

## **11. WNIOSKI I REKOMENDACJE**

Na podstawie wyników przeprowadzonej ekspertyzy można sformułować następujące wnioski i rekomendacje.

### **Wnioski:**

- Do przedsięwzięć, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej należą aktywności w sektorze rolnym (chów i hodowla zwierząt gospodarskich) oraz w sektorze komunalnym (obiekty gospodarki odpadami i oczyszczalnie ścieków), a ponadto takie działalności jak: przetwórstwo rolno-spożywcze (w tym m.in.: przetwórstwo odpadów zwierzęcych i ryb, cukrownie, produkcja olejów roślinnych), przemysł chemiczny (tworzyw sztucznych, nawozów i związków azotowych, gumowy, produkcji paliw i rafinacji ropy naftowej), przemysł celulozowy i papierniczy, wytwórnie płyt wiórowych, odlewnie czy galwanizernie;
- Spośród wymienionych powyżej przedsięwzięć, duży potencjał rozwoju w Polsce wykazują sektor rolno-spożywczy, w tym w szczególności chów zwierząt, a ponadto produkcja i przetwarzanie materiałów gumowych i z tworzyw sztucznych;
- Wśród przedsięwzięć o dużym potencjale rozwoju, należy uwzględnić również gospodarkę komunalną (oczyszczalnie ścieków, składowiska odpadów, instalacje mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów, kompostownie);
- Biorąc pod uwagę przyjęte krajowe strategie i programy wsparcia rozwoju, należy oczekiwać, że w szczególności będzie rozwijał się nadal w Polsce sektor rolno-spożywczy. Równocześnie określone, planowane działania np. w zakresie modernizacji gospodarstw rolnych mogą przyczynić się do zmniejszenia ich odorowego oddziaływania;
- Należy zwrócić uwagę, że dla wielu sektorów, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej w dokumentach referencyjnych BREF/konkluzjach BAT wskazuje się rozwiązania ograniczające emisje odorów. Do branż tych należą m.in.: intensywny chów drobiu i świń, przetwarzanie odpadów czy przemysł chemiczny;
- Na liście 53 przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko i wymagających przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko, 8 stanowią przedsięwzięcia mogące wpływać na zapachową jakość powietrza. Spośród przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko aż 20 stanowią przedsięwzięcia charakteryzujące się oddziaływaniem zapachowym;

- Złożoność natury zapachu, subiektywny charakter jego odczuwania przez człowieka, zmienność warunków meteorologicznych oraz różnorodność przedsięwzięć, których funkcjonowanie wiąże się z emisją substancji zapachowych do powietrza powodują, że trudno jest określić minimalną (bezpieczną) odległości od zabudowań, która powinna być zachowana dla uniknięcia potencjalnej uciążliwości zapachowej;
- Uciążliwość zapachowa danego przedsięwzięcia uzależniona jest od wielu czynników, wśród których można wymienić m.in.: sposób zagospodarowania terenu, panujące na danym obszarze warunki meteorologiczne (w szczególności prędkość i kierunek wiatru), sposób prowadzenia działalności, w tym zastosowane urządzenia ochronne;
- Z perspektywy osoby narażonej na oddziaływanie zapachów, parametrami rozpatrywanymi w ocenach uciążliwości są m.in.: częstotliwość ekspozycji na zapach, intensywność zapachu, czas ekspozycji na zapach, ofensywność/nieprzyjemność zapachu, a także tolerancja na zapach (lokalizacja);
- Cechami zapachu, do których odnoszą się obowiązujące w Europie i na świecie tzw. standardy odorowe, są m.in.: jego stężenie (stężenie zapachowe u źródła emisji bądź w punktach receptorowych), intensywność, jakość hedoniczna oraz ofensywność;
- Ocena zapachowego oddziaływania może zostać wykonana na podstawie analizy wyników modelowania, uzyskanych z wykorzystaniem danych nt. emisji odorów lub pojedynczych substancji zapachowych w źródle (obiekty istniejące i planowane), wyników analiz i badań w punktach receptorowych (obiekty istniejące) lub równań empirycznych, ale tylko i wyłącznie z uwzględnieniem ich ograniczeń (obiekty planowane, istniejące modernizowane);
- Wymienione metody, stosowane przy określaniu oddziaływania zapachowego przedsięwzięć, mogą znaleźć zastosowanie do wyznaczania minimalnych odległości od zabudowań;
- W proponowanej koncepcji wyznaczania stref buforowych/minimalnych odległości, w przypadku sektora rolnego (chów i hodowla zwierząt gospodarskich) zaproponowano przyjęcie stałej, minimalnej odległości (równej 500 m), określonej na podstawie badań empirycznych, opisanych w literaturze tematu. Stałą minimalną odległość (równą 1500 m) zaproponowano także w odniesieniu do przedsięwzięć gospodarki odpadami, jak również oczyszczalni ścieków;
- W odniesieniu do pozostałych sektorów gospodarki i kategorii przedsięwzięć, z uwagi na brak wystarczających, powszechnie dostępnych danych źródłowych w zakresie wyników badań dotyczących zasięgu ich odorowego oddziaływania, a także ograniczoną dostępność szczegółowych danych krajowych, dotyczących charakterystyki ww. przedsięwzięć pod względem emisji odorów, wyznaczanie stref buforowych/minimalnych odległości zaproponowano na podstawie wyników pomiarów (dla obiektów istniejących) i/lub modelowania matematycznego (dla obiektów istniejących/planowanych);
- Minimalne odległości dla ww. przedsięwzięć określono w postaci wartości odniesienia (w  $OU_E/m^3$ ) wraz z dopuszczalną częstością ich przekraczania (w postaci 98 percentyla ze stężeń jednogodzinnych w roku kalendarzowym). W ww. propozycjach nawiązano z jednej

strony do podejścia, jakie przyjmuje się w odniesieniu do 167 substancji lub grup substancji w powietrzu, dla których ustanawia się w rozporządzeniu wartości odniesienia ze względu na potrzebę ochrony zdrowia, z drugiej strony, w zakresie proponowanych wartości odniesienia, nawiązano do wytycznych brytyjskich dotyczących zarządzania odorami;

- Wyniki pomiarów i/lub modelowania matematycznego wskazano również jako jedną z metod właściwych w indywidualnych przypadkach przedsięwzięć sektora rolnego i komunalnego (gospodarka odpadami, oczyszczalnie ścieków), dla uzasadnienia wniosku dotyczącego przyjęcia mniejszych lub większych odległości od proponowanych;
- W ekspertyzie przedstawiono przykłady obliczeniowe określania minimalnych odległości, z wykorzystaniem modelowania matematycznego;
- Należy podkreślić, że zastosowanie modelowania matematycznego wiąże się z koniecznością określenia wartości odniesienia dla substancji zapachowych w powietrzu (delegację dla ministra właściwego do spraw klimatu w tym zakresie zawiera art. 222 ustawy – POŚ) oraz dopuszczalnych częstości przekraczania poziomów odniesienia;
- Teoretyczny dostępny obszar Polski, po zastosowaniu zaproponowanych stref buforowych wokół zabudowy (odpowiednio 500 m i 1 500 m), dla lokalizacji przedsięwzięć z zakresu chowu i hodowli zwierząt wynosi ok. 140,6 tys. km<sup>2</sup>, dla lokalizacji przedsięwzięć z zakresu gospodarki odpadami oraz oczyszczalni ścieków jest on ponad połowę mniejszy i wynosi ok. 61,9 tys. km<sup>2</sup>;
- Około 7% obszarów zabudowy mieszkaniowej Polski, przy założeniu, minimalnej odległości od obiektów hodowlanych 500 m, może być narażonych na zapachowe oddziaływanie tych obiektów;
- Przy założeniu minimalnej odległości od obiektów gospodarki komunalnej – 1 500 m, około 6% obszarów zabudowy mieszkaniowej Polski, może być narażonych na zapachowe oddziaływanie obiektów gospodarki odpadami oraz około 21% na uciążliwość zapachową oczyszczalni ścieków;
- Oszacowanie teoretycznego dostępnego obszaru Polski dla lokalizacji pozostałych przedsięwzięć, z wyłączeniem przedsięwzięć sektora rolnictwa i komunalnego, a także obszarów zabudowy mieszkaniowej Polski narażonych na oddziaływanie istniejących ww. przedsięwzięć jest niemożliwe z uwagi na ograniczoną dostępność odnośnych krajowych danych w zakresie charakterystyki emisyjnej ww. źródeł (co zostało szczegółowo wyjaśnione w rozdz. 6.3), a także danych dotyczących ich lokalizacji na obszarze Polski (brak krajowej inwentaryzacji źródeł emisji odorów);
- Wśród technicznych rozwiązań stosowanych w celu zmniejszenia uciążliwości zapachowej można wyróżnić metody pierwotne i wtórne. Metody pierwotne polegają na zapobieganiu emisjom odorów w miejscu ich powstawania (u źródła), należą do nich m.in: regulacja parametrów procesu, spełnienie wymagań najlepszej dostępnej techniki. Do najczęściej stosowanych metod wtórnych (dezodoryzacja) należą: absorpcja, adsorpcja, kondensacja, metody biologiczne, spalanie. O wyborze danej techniki decydują takie czynniki jak: właściwości oczyszczanych gazów (rodzaj zanieczyszczeń, objętość spalin, temperatura

gazów, czas i częstotliwość emisji zapachów, stężenie emitowanych zanieczyszczeń), rodzaj źródła emisji, projektowana skuteczność oczyszczania, a także koszty inwestycyjne i eksploatacyjne;

- Analizując możliwe rozwiązania prawne, mające na celu zmniejszenie uciążliwości zapachowej funkcjonujących przedsięwzięć, warto zwrócić uwagę na istniejące już akty prawne, które odnoszą się do problematyki zapachowej. Wśród nich można wymienić: ustawę – POŚ z aktami wykonawczymi, ustawę o nawozach i nawożeniu, ustawę – Prawo budowlane z aktami wykonawczymi, ustawę o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, ustawę – Prawo wodne, ustawę OOS, ustawę o odpadach;
- Wśród aktów proponowanych, należy przywołać przygotowany przez Ministerstwo Klimatu i Środowiska *projekt ustawy o minimalnej odległości dla planowanego przedsięwzięcia z sektora rolnictwa, którego funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej*;
- Poza podsektorem chowu i hodowli zwierząt, proponuje się objęcie podobną do powyższej ustawy o minimalnej odległości planowanego przedsięwzięcia, którego funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej, także sektora komunalnego (w tym oczyszczalni ścieków i obiektów gospodarki odpadami). Przesłanką do takiego podejścia jest powszechność występowania obiektów gospodarki komunalnej w kraju, jak i ich uciążliwość zapachowa. Regulacja taka, w postaci ustawy, powinna być wzorowana i oparta na projekcie ustawy dla sektora rolnictwa, jak i zebranych doświadczeniach po jej wprowadzeniu w życie;
- Mając na uwadze fakt, że problematyka występowania substancji będących uciążliwymi zapachowo jest szersza i obejmuje też inne sektory, pozarolnicze i komunalne, wskazane jest wykorzystanie zapisów art. 222 ustawy – POŚ, w szczególności delegacji, aby określić, w drodze rozporządzenia, wartości odniesienia substancji zapachowych w powietrzu i metody oceny zapachowej jakości powietrza;
- W zakresie możliwych rozwiązań finansowych, stosowanych w celu zmniejszenia uciążliwości zapachowej istniejących przedsięwzięć, należy wskazać podatki. Podatki to jeden z podstawowych instrumentów ekonomicznych służących realizacji polityki państwa, w tym także polityki w obszarze ochrony środowiska i może mieć zastosowanie do zagadnień związanych z działalnością podmiotów powodujących uciążliwość zapachową;
- Koszty wdrożenia proponowanych przepisów dla planowanych przedsięwzięć we wszystkich zidentyfikowanych sektorach, których funkcjonowanie może wiązać się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej są kosztami związanymi z wdrożeniem kolejnej ustawy lub ustaw. W związku z tym koszty jej/ich wprowadzenia będą analogiczne, jak do projektowanej obecnie ustawy dla sektora rolniczego;
- Wyznaczenie minimalnych odległości od przedsięwzięć, których funkcjonowanie może wiązać się z powstawaniem uciążliwości zapachowej nie powinno zwalniać z obowiązku stosowania środków mających na celu ograniczenie emisji odorów;

- Wprowadzenie zaproponowanych rozwiązań powinno przyczynić się do ograniczenia uciążliwości zapachowej dla planowanych przedsięwzięć i negatywnego ich oddziaływania na ludzi, tym samym ograniczyć powinno zmniejszenie konfliktów i skarg wpływających do inspekcji ochrony środowiska na uciążliwość zapachową.

#### **Rekomendacje**

- Rozwiązania w zakresie minimalnych odległości (zaproponowane w tabeli 18) ekspertyzy rekomenduje się stosować do planowanych przedsięwzięć;
- W odniesieniu do przedsięwzięć istniejących lub modernizowanych, zastosowane powinny być inne, wskazane w ekspertyzie (rozdz. 9) metody i rozwiązania techniczne, prawne i organizacyjne;
- Rekomenduje się wprowadzenie definicji uciążliwości zapachowej w brzmieniu przedstawionym w ramach niniejszej ekspertyzy.



## 12. LITERATURA

1. Bax C., Sironi S., Capelli L., How Can Odors Be Measured? An Overview of Methods and Their Applications, *Atmosphere*, 2020, 11, 92
2. Bidlingmaier W., Grauenhorst V. i in.: *Odour Emissions from Compost Plants. Dimensioning Values for Enclosed and Open Plants*; ISBN: 3-930894-11-4
3. Bogacki M., Oleaniacz R.: Referencyjna metodyka modelowania poziomów substancji w powietrzu na tle innych modeli obliczeniowych. *Inżynieria Środowiska*, 9(1), 35-45, 2004
4. Borkowska I., Neumann M.: Określanie wielkości emisji i zasięgu odorotwórczego oddziaływania na przykładzie wybranych źródeł zanieczyszczenia powietrza; *Ochrona powietrza i problemy odpadów*; s. 15-22; 1-2/2003
5. Bourgeois W., Stuetz R.M.: Use of a chemical sensor array for detecting pollutants in domestic wastewater, *Water Research* 36, 4505–4512, 2006;
6. Brancher M. in.: A review of odour impact criteria in selected countries around the world, *Chemosphere*, 168, 2017
7. Brancher M., Pringer M., Knauder W., Wu Ch., Griffiths K.D., Schauburger, G., Are Empirical Equations an Appropriate Tool to Assess Separation Distances to Avoid Odour Annoyance?, *Atmosphere* 2020, 11. 678
8. Brancher M., K. D. Griffiths, D. Franco, H. de Melo Lisboa: A review of odour impact criteria in selected countries around the world , *Chemosphere* 168, 1531-1570 , 2017
9. Byliński H., Barczak, R.J., Gębicki, J. et al. Monitoring of odors emitted from stabilized dewatered sludge subjected to aging using proton transfer reaction–mass spectrometry. *Environ Sci Pollut Res* 26, 5500–5513 (2019).
10. Conti C., Guarino M., Bancenetti J.: Measurements techniques and models to assess odor annoyance: A review; *Environment International* 134; 2020
11. Conti C., Guarini M., Bacenetti J., Measurements techniques and models to assess odor annoyance: A review, *Environmental International*, 2019, 134 (105261)
12. Czaplicka [i in.]. (Eds.). [Les Ulis]: EDP Sciences, art. 01034, s. 1M.-8. (E3S Web of Conferences, ISSN 2267-1242; vol. 28, 2018
13. Dalton P.: *Olfaction w: S. Yantis and H. Pashler (eds), Steven' s Handbook of Experimental Psychology, Vol. 1, Sensation and Perception, 3rd edn. John Wiley and Sons, Inc., New York, pp. 691-746, 2002*
14. Diaz L. F., de Bertoldi M., Bidlingmaier W., *Waste Management Series* 2007, 8.; Komilis D. P., Ham R. K., Park J. K., *Water Res.* 2004, 38, 1707; Pagans E., Font X., Sanchez A., *Biosystems Eng.* 2007, 97, 491.
15. Drew G.H., Smith V. i in.: Appropriateness of selecting different averaging times for modelling chronic and acute exposure to environmental odours; *Atmospheric Environment*; Vol. 41, Issue 13, pp. 2870-2880; April 2007
16. Dymaczewski Z.: *Poradnik eksploatatora oczyszczalni ścieków. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych Oddział Wielkopolski, Poznań 2011*
17. Environmental Protection Agency: *Odour Impacts and Odour Emission Control Measures for Intensive Agriculture. Final Report. R&D Report Series, 14, 2001*
18. Estrada J.M., Bart Kraakman N.J.R., Munoz R., Lebrero R., A comparative analysis of odour treatment technologies in wastewater treatment plants, *Environmental Sciences and Technology*, 45, 2011
19. Firlej K. (red.), *Analiza strategiczna wybranych branż przemysłu rolno-spożywczego w Polsce, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Kraków 2013*
20. Fukuyama J.: *Odor pollution control for various odor emission sources in Japan, East Asia Workshop on Odor Measurement and Control Review, Office of Odor, Noise and Vibration, Environmental Management Bureau, Ministry of the Environment, Government of Japan, 2004, 67-77*
21. Grzelka A., Sówka I., Ocena udziału źródeł powierzchniowych w całkowitej emisji odorów emitowanych podczas wybranych procesów produkcji cukru, [w:] *Interdyscyplinarne zagadnienia w inżynierii i ochronie środowiska pod red. M. Kutylowskiej, A. Trusz-Zdybek i J. Wiśniewskiego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2016. s. 60-68*
22. Grzelka A., Sówka I., Miller U., *Metody oceny emisji odorów z obiektów gospodarki hodowlanej, Inżynieria Ekologiczna*, 19, 2, 2018, 56–64
23. GUS, *Mały Rocznik Statystyczny Polski, Warszawa 2020*
24. GUS, *Ochrona środowiska 2019, Warszawa 2019*
25. GUS, *Rocznik Statystyczny Przemysłu 2019, Warszawa 2020*
26. Herbut E., Waczak J., Krawczyk W., Szewczyk A., Pająk T. 2010. *Badania emisji odorantów z utrzymania zwierząt gospodarskich, [w:] Współczesna problematyka odorów, p. red. Szynkowska M.I., Zwoździak J., Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1-12*

27. Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy, Analiza rynku rolno-spożywczego w Polsce wraz z rekomendacjami produktów, które mogą być przedmiotem obrotu handlowego na Platformie Żywnościowej - raport tematyczny nr 1, Warszawa 2018
28. Jugowar J.L., Kołodziejczyk T., Myczko R., Graczyk A., Ocena skuteczności działania nanopreparatów do higienizacji pomieszczeń inwentarskich [w:] Współczesna problematyka odorów, pod red. Szyrkowka M.I., Zwoździak J., Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2010, 310-326
29. Korczyński M., Opaliński S., Kołacz R., Dobrzański Z., Gbiorczyk W., Szołtysik M., Chemiczne i biotechnologiczne preparaty do ściółki, pomiotu i gnojowicy ograniczające emisję odorów i gazów toksycznych „u źródła”, w: Współczesna problematyka odorów, pod red. Szyrkowska M. I., Zwoździak J., Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2010
30. Kośmider J., Wyszynski B., Mazur-Chrzanowska B. 2002. Odory. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
31. Kulig, A.; Szyrak-Szydłowski, M. Assessment of the Effects of Wastewater Treatment Plant Modernization by Means of the Field Olfactometry Method. *Water* 2019, 11, 2367
32. Kulig A., Zwoździak J., Szklarczyk M., Sówka I.: Propozycja metodyki oceny zawartości substancji zapachowo czynnych w powietrzu. Warszawa 2011
33. Kunowska-Ślósarz M., Gurdała J., Gofebiewski M., Przysucha T., Metody zmniejszenia emisji odorów w budynkach inwentarskich i ich otoczeniu, *Wiadomości Zootechniczne*, 2016, 118-126
34. Kwaśny J., Balcerzak W., Characteristics of selected indirect methods of reducing the emission of odors, *Archives of Waste Management and Environmental Protection*, 16, 4, 2014
35. Lisowska-Mieszkowska E., Kontrola i ograniczanie emisji amoniaku ze źródeł rolniczych. Działania podejmowane na forum międzynarodowym. *Ekonomia i Środowisko*, 3, 50, 2014
36. Lohmeyer A.: FuE-Vorhaben „Modellierung des Ausbreitungsverhaltens von Luftfremden Schadstoffen/Geruchen bei niedrigen Quellen im Nahbereich”, 1998
37. Micone P.G., Guy C.: Odour quantification by a sensor array: An application to landfill gas odours from two different municipal waste treatment Works, *Sensors and Actuators B* 120, 628–637, 2007
38. Miller U., Grzelka A., Romanik E., Kuriata M., Analysis of the application of selected physicochemical methods in eliminating odor nuisance of municipal facilities, *Air Protection in Theory and Practice, E3S Web of Conferences* 28, 2018
39. Miller U., Sówka I., Grzelka A., PawnuK M., Application of biological deodorization methods in the aspect of sustainable development, *SHS Web of Conferences* 57, 2018
40. Naddeo V., Belgiorno V, Zarra T.: Procedures for odour impact assessment w: *Odor Impact Assessment Handbook*, wyd. John Wiley&Sons Ltd., 187- 203, 2013
41. PawnuK M., Sówka I.: Application of mathematical modeling in evaluation of odour nuisance from selected waste management plant; *E3S Web Conferences* 100, 2019
42. Piringer M., Knauder W., Petz E., Schauburger G.: Factors influencing separation distances against odour annoyance calculated by Gaussian and Lagrangian dispersion models. *Atmos. Environ.*, 2016
43. Pringer M., Schauburger, G., *Environmental Odour: Emission, Dispersion, and the Assessment of Annoyance, Atmosphere*, 2020, 11, 896
44. Romanik E, PawnuK M., Sówka I., Assessment of odour impact range of selected waste management plant with the use of mathematical tools (model tools), *Journal of Ecological Engineering*, 20(10), 2019
45. Rutkowski J., Kośmider J., Szklarczyk M., Substancje odorotwórcze w środowisku, Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 1995
46. Ryszko A., Pogłębiona analiza rynkowa w kontekście rozwoju kluczowych technologii w obszarze produkcji i przetwarzania materiałów, Katowice 2019
47. Schlegelmilch M., Streese J., Stegmann R., Odour management and treatment technologies: an overview, *Waste Management*, 25, 2005
48. Sironi S., Capelli L., Centola P., Rosso R.D.: Continuous monitoring of odours from a composting plant using electronic noses, *Waste Management* 27, 389–397, 2007
49. Stomińska M., Król S., Namieśnik J., Removal of BTEX Compounds From Waste Gases; De- struction and Recovery Techniques, *Critical Reviews In Environmental Science And Technology*, 43, 14, 2013, 1417–1445
50. Sobczyński P., Sówka I., Bezyk Y.: Charakterystyka zmienności emisji odorów z osadników wstępnych i jej wpływ na zasięg oddziaływania zapachowego oczyszczalni ścieków komunalnych, 356-357, 2015
51. Sohna J.H., Hudson N., Gallagher E., Dunlop M., Zeller L., Atzeni M.: Implementation of an electronic nose for continuous odour monitoring in a poultry shed, *Sensors and Actuators B* 133, 60–69, 2008
52. Sówka I., Metody identyfikacji odorotwórczych gazów emitowanych z obiektów przemysłowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011
53. Sówka I.: Metody oceny zapachowej jakości powietrza w świetle wytycznych europejskich: ustne badania ankietowe, *Przemysł Chemiczny*, 89(4), s. 543-545, 2010
54. Sówka I.: Air quality and odour evaluation on terrains characterized by a complicated odour emission profiles, *EDP Sciences*, 2018. art. 02012, s. 1-6
55. Sówka I., Bezyk Y., Grzelka A., Miller U., Pachurka Ł., Seasonal odor impact range of selected wastewater treatment plants - modeling studies using Polish reference model, *Water Science and Technology*, 2018

56. Sówka I., Grzelka A., Bezyk Y., Miller U.: GIS-based modeling of odour emitted from the waste processing plant: case study; E3S Web of Conferences 17, 2017
57. Sówka I., Karski L.: Preliminary analysis of odor legal solutions and study on their implementation possibilities in Poland, X-th Scientific Conference Air Protection in Theory and Practice: Zakopane, Poland, October 18-21, 2017/ Marianna Czaplicka [i in.]. (Eds.). [Les Ulis]: EDP Sciences, art. 01034, s. 1M.-8. (E3S Web of Conferences, ISSN 2267-1242; vol. 28, 2018
58. Sówka I., Kowalski Z., Skrętowicz M., Makara A., Sobczyński P., Stokłosa K.: Zastosowanie badań terenowych oraz metody ważonych odwrotności odległości do oceny zapachowego oddziaływania wybranej fermy hodowli świń, Przemysł Chemiczny 92(6), s. 1169-1172, 2003
59. Sówka I., Miller U., Metody sensoryczne w ocenie oddziaływania zapachowego. Wodociągi, Kanalizacja. 2020, nr 4, s. 22-23
60. Sówka I., Miller U., Bezyk Y., Nych A., Grzelka A., Dąbrowski Ł.: Application of field inspections and odour observation diaries in the assessment of air quality and odour in urban areas, Konferencja INFRAEKO 2018 Conference, 2018 c.
61. Sówka I., Miller U., Grzelka A., Bezyk Y., Pachurka Ł.: Określenie zapachowej jakości powietrza wokół wybranych obiektów gospodarki komunalnej / Izabela Sówka [i in.]. Raporty Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej. 2017, Ser. SPR nr 10
62. Sówka I., Miller U., Grzelka A.: The application of dynamic olfactometry in evaluating the efficiency of purifying odorous gases by biofiltration Environment Protection Engineering 43(4), 2017
63. Sówka I., Miller U., Karski L., Analysis of legal and technical solutions in terms of odours in Poland, Environment Protection Engineering, 45, 1, 2019
64. Sówka I., Metody identyfikacji odorotwórczych gazów emitowanych z obiektów przemysłowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011
65. Sówka I., Pachurka Ł., Bezyk Y., Grzelka A., Miller U.: Application of field studies and geostatistical methods in assessment of odour nuisance based on selected examples from municipal, industrial and agricultural environments; Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych; vol. 26 No 2(72); 2017
66. Sówka I., Pawnuik M., Miller U., Grzelka A., Wroniszewska A., Bezyk Y., Assessment of the odour impact range of a selected agricultural processing Plant, Sustainability, 12, 7289, 2020
67. Sówka I., Skretowicz M., Sobczyński P., Zwoździak J., Estimating odour impact range of selected wastewater treatment plant for winter and summer seasons in Polish conditions using CALPUFF model, International Journal of Environment and Pollution 54, 2013
68. Sówka I., Skrętowicz M., Szklarczyk M., Zwoździak J., Evaluation of nuisance of odour from food industry, Environment Protection Engineering, 2011, 37, 1, 5-12
69. Sówka I., Zwoździak P., Zwoździak A., Zwoździak J.: Problemy uciążliwości zapachowej wybranych obiektów gospodarki komunalnej, s. 409-413, 2008
70. Szklarczyk M., Zwoździak J., Sówka I., Przemysłowe źródła emisji zapachów, [w:] Współczesna problematyka odorów, pod red. M. I. Szynkowskiej i J. Zwoździaka, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2010
71. Tymczyzna L., Chmielowiec-Korzeniowska A., Drabik A., Raczyńska J., Redukcja mikrobiologicznych zanieczyszczeń powietrza emitowanego z chlewni bezściołowej przy zastosowaniu różnych zóź biofiltracyjnych, [w:] Współczesna problematyka odorów, pod red. Szynkowska M.I., Zwoździak J., Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2010, 255-268
72. Ulfing K., Biofiltracja lotnych związków organicznych za pomocą bakterii i grzybów mikroskopowych, [w:] Szynkowska M., Zwoździak J., Współczesna problematyka odorów. Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa 2010
73. Wieczorek A., Biofiltracja gazów odlotowych zanieczyszczonych lotnymi związkami organicznymi. Aspekty techniczne i mikrobiologiczne. Rozprawa habilitacyjna. Szczecin 2010
74. Van Harrevel A.P.: Odor Regulation and the history of Odor Measurement in Europe.
75. Zhang S., Cai L., Koziel J.A., Hoff S.J., Schmidt D.R., Clanton Ch.J., Jacobson L.D., Parker D.B., Heber A.J.: Field air sampling and simultaneous chemical and sensory analysis of livestock odorants with sorbent tubes and GC-MS/olfactometry, Sensors and Actuators B: Chemical, Volume 146, Issue 2, 29, 427-432, 2010

## Spis tabel

Tabela 1. Podział źródeł odorów ze względu na wielkość emisji .....	9
Tabela 2. Grupy procesów powstawania odorów .....	10
Tabela 3. Wybrane podmioty gospodarcze w Polsce w roku 2018.....	13
Tabela 4. Metody przetwarzania osadów ściekowych .....	14
Tabela 5. Metody zagospodarowania odpadów komunalnych .....	14
Tabela 6. Dopuszczalne wartości emisji amoniaku (BAT-AEL) dla hodowli trzody trzewnej i drobiu .....	17
Tabela 7. Poziomy emisji powiązane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL).....	19
Tabela 8. Główne sektory i przedsięwzięcia, których funkcjonowanie wiąże się z ryzykiem powstawania uciążliwości zapachowej .....	27
Tabela 9. Zwierzęta gospodarskie w Polsce w 2019 r. ....	29
Tabela 10. Obliczone wskaźniki emisji odorów dla różnych grup zwierząt.....	30
Tabela 11. Substancje zapachowe identyfikowane w kolejnych fazach kompostowania .....	37
Tabela 12. Stężenia zapachowe gazów odlotowych pochodzących z sektora chemicznego .....	38
Tabela 13. Wybrane rodzaje źródeł emisji odorów.....	39
Tabela 14. Usystematyzowanie wybranych metod stosowanych w ocenie oddziaływania zapachowego ....	45
Tabela 15. Usystematyzowanie wybranych metod pod kątem możliwości ich zastosowania oraz ograniczeń w kontekście oceny oddziaływania zapachowego i/lub uciążliwości zapachowej .....	45
Tabela 16. Przykłady równań empirycznych stosowanych do wyznaczenia odległości 'odseparowującej' (E) <sup>(1)</sup> w wybranych krajach europejskich .....	53
Tabela 17. Charakterystyka wybranych modeli matematycznych stosowanych w obliczeniach rozprzestrzeniania się substancji zapachowych w powietrzu .....	66
Tabela 18. Rekomendowane metody wyznaczenia minimalnych odległości .....	69
Tabela 19. Wyniki analiz GIS dla chowu i hodowli zwierząt gospodarskich .....	80
Tabela 20. Wyniki analiz GIS dla obiektów gospodarki odpadami oraz oczyszczalni ścieków .....	80
Tabela 21. Wyniki analiz GIS dla chowu i hodowli zwierząt gospodarskich .....	84
Tabela 22. Wyniki analiz GIS dla obiektów gospodarki odpadami oraz oczyszczalni ścieków .....	84
Tabela 23. Porównanie kosztów eksploatacyjnych wybranych metod dezodoryzacji.....	94
Tabela 24. Porównanie kosztów różnych metod oczyszczania powietrza zanieczyszczonego LZO .....	94

## Spis rysunków

Rysunek 1. Przykład planu pomiarów na siatce pomiarowej.....	49
Rysunek 2. Przykład rozmieszczenia siatki pomiarowej ustalonej wokół komunalnej oczyszczalni ścieków .	49
Rysunek 3. Przykład lokalizacji punktów w smudze.....	50
Rysunek 4. Schemat ideowy wyznaczania odległości odseparowującej z wykorzystaniem modelu dyspersji oraz uproszczonego podejścia zawartego w austriackich i niemieckich modelach regresji .....	57
Rysunek 5. Numeryczny model terenu przetwarzany przez preprocesor TERREL z zaznaczonym na czerwono obszarem modelowania .....	75
Rysunek 6. Róża wiatrów dla wybranych obszarów badawczych.....	76
Rysunek 7. 98 percentyl ze stężeń jednogodzinowych dla Wrocławia.....	77
Rysunek 8. 98 percentyl ze stężeń jednogodzinowych dla Żywca .....	78
Rysunek 9. Rozkład przestrzenny zabudowy mieszkalnej wraz ze strefami buforowymi – 500 m, na obszarze Polski .....	81
Rysunek 10. Rozkład przestrzenny zabudowy mieszkalnej wraz ze strefami buforowymi – 1 500 m, na obszarze Polski.....	82
Rysunek 11. Rozkład przestrzenny zabudowy mieszkalnej znajdującej się w odległościach mniejszych niż minimalne – 500 m od przedsięwzięć z zakresu chowu i hodowli zwierząt, na obszarze Polski.....	85
Rysunek 12. Rozkład przestrzenny zabudowy mieszkalnej znajdującej się w odległościach mniejszych niż 1 500 m od przedsięwzięć z zakresu gospodarki odpadami, na obszarze Polski .....	86
Rysunek 13. Rozkład przestrzenny zabudowy mieszkalnej znajdującej się w odległościach mniejszych niż 1 500 m od oczyszczalni ścieków, na obszarze Polski .....	87
Rysunek 14. Porównanie kosztów inwestycyjnych wybranych metod dezodoryzacji.....	93