

STANDARDY ZAPACHOWEJ JAKOŚCI POWIETRZA

Beata Krajewska, Joanna Kośmider

Pracownia Zapachowej Jakości Powietrza
Instytut Inżynierii Chemicznej i Procesów Ochrony Środowiska
Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Szczecińskiej
71-065 Szczecin, Al. Piastów 42

Standards of Odour Quality of the Air

Streszczenie

Substancje zapachowe emitowane do atmosfery stanowią uciążliwość dla mieszkańców bezpośredniego sąsiedztwa emitorów. Wyniki tradycyjnych analiz jakościowych i ilościowych nie są wystarczającym źródłem informacji o zapachu badanych próbek powietrza. Z tego powodu dotrzymanie klasycznie wyrażanych standardów jakości powietrza – poziomów stężenia pojedynczych zanieczyszczeń ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i dopuszczalnych częstości ich przekraczania – nie gwarantuje braku uciążliwości zapachu.

W wielu krajach europejskich i pozaeuropejskich, określono zapachowe standardy imisyjne jako najwyższy dopuszczalny percentyl stężenia zapachowego ($c_{\text{od}} [\text{ou}/\text{m}^3]$) w powietrzu, standardy dotyczące emisji zapachowych ($q_{\text{od}} [\text{ou}/\text{h}]$) lub diagramy minimalnych odległości źródeł emisji od budynków mieszkalnych. Równocześnie wprowadzono standardowe procedury oznaczania stężenia zapachowego metodami olfaktometrycznymi (w Europie – norma EN 13725).

W niniejszym artykule porównano standardy zapachowe obowiązujące w niektórych krajach Zjednoczonej Europy oraz w Japonii, Stanach Zjednoczonych Ameryki i w Australii. W Polsce analogiczne przepisy są przygotowywane.

Summary

Odorous substances emitted to the ambient air are nuisance to the habitants of the direct vicinity of emitors. Results from traditional qualitative and quantitative analyses are not a sufficient source of information about the odour of investigated samples. For that reason keeping to the classically expressed standards of air quality –

concentration level of single pollutants ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) and admissible frequencies of its exceedings – does not guarantee lack of the odour nuisance.

In many European and non-European countries, immission odour standards were determined as the highest admissible percentile of odour concentration ($c_{\text{od}} [\text{ou}_E/\text{m}^3]$) in the ambient air, as well as standards concerning odour emissions ($q_{\text{od}} [\text{ou}/\text{h}]$) or diagrams of minimal setback distances separating emission sources and inhabitable buildings. At the same time standard procedures of determining odour concentration with methods of olfactometry (in Europe – standard EN 13725) were introduced.

In this paper odour standards binding in some counties of the United Europe as well as in Japan, the United States of America and in Australia were compared. In Poland parallel regulations are being prepared.

Wprowadzenie

Rośnie liczba skarg kierowanych do różnych urzędów administracji państwowej, powszechnie kojarzonych z ochroną środowiska lub ochroną zdrowia [1-4]. Niepokój społeczności jest związany z obecnością w powietrzu substancji szkodliwych dla zdrowia, która jest spostrzegana wraz z pojawieniem się w otoczeniu obcego zapachu.

Zapach nie jest jednoznacznym wskaźnikiem zagrożenia zdrowia, jednak jego przedłużająca się obecność i duża intensywność może być powodem psychicznego dyskomfortu, w skrajnych przypadkach prowadzącego do pojawienia się takich chorobowych symptomów jak bóle głowy, mdłości, wymioty.

By zapobiec pogarszaniu się zapachowej jakości powietrza w wielu krajach świata wprowadzono prawne uregulowania dotyczące ochrony tej jakości. Ich podstawą jest definicja jednostki zapachowej (ou – *odour unit*), umożliwiającej specyficzny sposób wyrażania stężeń odorantów – pojedynczych substancji zapachowych lub ich mieszanin (*odour concentration* - stężenie zapachowe, $c_{\text{od}} [\text{ou}/\text{m}^3]$) [5, 6]. Miarą stężenia odorantów jest stopień takiego rozcieńczenia analizowanej próbki, które prowadzi do progu wyczuwalności. Jest to sytuacja, w której zapach próbki rozcieńczonej przestaje być wyczuwalny dla połowy odpowiednio dobranej grupy ludzi – reprezentatywnej próby populacji generalnej lub zespołu dobranego na innych zasadach (populacja standardowa) [3].

Metody ilościowych pomiarów stężeń zapachowych są opracowywane od ponad 30 lat [5, 7-12]. W

Europie od roku 2003 obowiązuje norma EN 13725: *Jakość powietrza – oznaczanie stężenia zapachowego metodą olfaktometrii dynamicznej* [6]. Norma precyzuje metodykę oznaczeń stężenia zapachowego, wyrażonego w europejskich jednostkach zapachowych w metrze sześciennym (ou_E/m^3). Pomiary polegają na ocenach zapachu przez zespół ludzi spełniających określone w normie kryteria sensorycznej wrażliwości na n-butanol (standardowy odorant). Selekcja zespołu i regularna weryfikacja zgodności węchu oceniających z kryteriami selekcji jest gwarancją powtarzalności i odtwarzalności wyników pomiarów, a więc ich wiarygodności.

Równocześnie z opracowywaniem metodyki pomiarów w wielu krajach prowadzono prace zmierzające do ustalenia racjonalnych standardów zapachowej jakości powietrza. Analogiczne rozwiązania mogą być wprowadzone w Polsce w oparciu o ustawę „Prawo ochrony środowiska”. Nowelizacja z 18 maja 2005 pozwala oczekiwać rychłego wydania rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie poziomów odniesienia dla substancji zapachowych oraz dopuszczalnych częstości przekraczania tych poziomów (art. 222) [13]. Można przypuszczać, że będą to standardy podobne do obowiązujących w innych krajach świata.

W niniejszym artykule przedstawiono próby rozwiązania „problemu odorów” w kilku krajach europejskich (Niemcy, Holandia, Wielka Brytania, Belgia, Dania, Czechy) oraz w Stanach Zjednoczonych, Japonii i Australii.

Ochrona zapachowej jakości powietrza w Europie

W Unii Europejskiej nie wprowadzono dotychczas jednolitych przepisów – dyrektyw dotyczących ochrony zapachowej jakości powietrza. Standardy obowiązujące w poszczególnych krajach były wprowadzane stopniowo i modyfikowane na podstawie wieloletnich obserwacji skutków wprowadzania w życie. Podstawowe informacje na ich temat zestawiono w tabeli 1 oraz omówiono poniżej – na przykładzie kilku krajów (w tym wiodących w tej dziedzinie – Niemiec i Holandii).

Tabela 1 Zestawienie imisyjnych standardów odorowych obowiązujących w wybranych krajach europejskich

1	2	Zakres obowiązywania standardu (sposób zagospodarowania terenu, rodzaj źródła, sektor działalności gospodarczej)	Standard imisyjny		
			$\tau_{\text{uśr.}}$ [min]	c_{od} [ou/m ³]	% roku
			4	5	6
Holandia	Dragt, 1993 [8] van Harreveld, 1993 [12]	zakłady istniejące	60	1	2
		zakłady nowe			0,5
		źródła okresowe i zmienne			0,01
	van Harreveld, 2003 [5]	zakłady istniejące	60	0,5	2
		zakłady nowe			0,5
		odosobnione budynki mieszkalne na terenach przemysłowych			5
		źródła okresowe i zmienne			0,1
	van Harreveld, 2003 [5]	zakłady istniejące	60	5	2
		zakłady nowe			0,5
	Niemcy	Ferstellung und Beurteilung von Geruchsimmission, 1993 [9]	obszary mieszkalne i mieszkalno-usługowe	„godzina odorowa” (> 1 ou/m ³)	
obszary handlowo-przemysłowe			przez >1 min / 10 min)		15
Północna Westfalia Knauer, 1993 [11]		obszary mieszkalne	60	1	3
		obszary mieszkalno-usługowe			5
		obszary rolnicze			8
				3	3

		obszary przemysłowe		1	10
				3	5
	Turyngia	czyste obszary mieszkalne	60	1	7
	Lotze, Schwinkowski, 1998 [35]	obszary mieszkalne i mieszkalno-usługowe			10
		wsie			12
		wsie z fermami hodowlanymi o wielkości powyżej wskazanej granicy, dworce autobusowe, obszary przemysłowe			15
1	2	3	4	5	6
Wielka Brytania	<i>Horizontal Guidance for Odour, Part 2 – Assessment and Control, Technical Guidance Note IPPC H4, 2002 [22]</i>	rafinerie ropy naftowej, oczyszczalnie ścieków, przetwarzanie odpadów rybnych oraz pochodzenia zwierzęcego i inne	60	1,5	2
		przemysł spożywczy, smażalnie, intensywne hodowle bydła itp.		3	
		browary, piekarnie, palarnie kawy, fabryki czekolady, i inne		6	
	Schauberger, Piringer [29]	znacząca uciążliwość spodziewana z dużą pewnością	60	10	2
	ogólnie akceptowalne dla instalacji istniejących	5		2	

		w większości przypadków brak znaczącej uciążliwości		1	2
		wartość docelowa dla nowych instalacji		1	0,5
		wartość docelowa dla nowych instalacji o charakterze okresowym		10	0,01
Belgia	van Broeck, van Elst Nieuwejaers [23]	rzeźnie	60	0,5 su/m ³	2
		oczyszczalnie ścieków			
		lakiernie		2 su/m ³	
Czechy	Vyhláška Ministerstva životního prostředí, 2002 [25]	wszystkie źródła	60	5	2
Dania	Schakel, 2004 [16]	obszary zamieszkałe	1	5	0,1
		obszary niezamieszkałe		10	

Holandia

W Holandii długofalowy program poprawy zapachowej jakości powietrza został opracowany przez Ministerstwo VROM (Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment) na początku lat 1980-tych. Celem Ministerstwa było szybkie zmniejszenie liczby osób narażonych na uciążliwe zapachy od początkowej wartości przekraczającej 20% do 17% w roku 1995 i 12% w roku 2000 [14, 15].

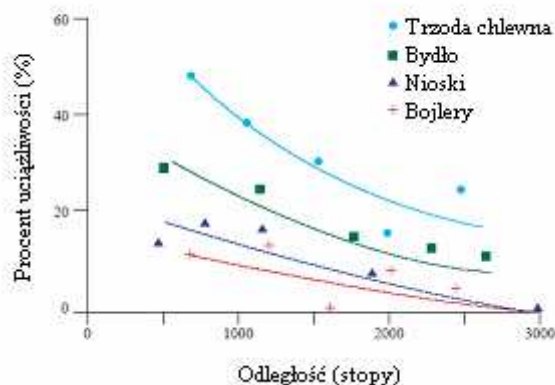
Szczególną uwagę zwrócono na właściwe planowanie zagospodarowania przestrzennego (usytuowanie uciążliwych zapachowo źródeł w odpowiednich odległościach od obszarów mieszkalnych, prawidłowe określenie przeznaczenia obszarów, zależnie od rodzaju występujących na nim obiektów). Wprowadzono dwa obowiązujące pojęcia: dopuszczalny i akceptowalny poziom uciążliwości.

Dopuszczalny poziom uciążliwości jest określany w wyniku analizy wielu różnych aspektów jak historia instalacji, charakter zapachu, techniczne i ekonomiczne konsekwencje zastosowania różnych technik dezodoryzacji, wpływ na zatrudnienie itp. [14, 15].

Akceptowalny poziom uciążliwości jest określany wyłącznie na podstawie wskazań środowiskowych. Prowadzi to do zastosowania zasady *ALARA* (ang. *as low as reasonably achievable* – tak nisko, jak jest to realnie możliwe), czyli do obowiązku zmniejszania emisji do takiego poziomu, że dalsza poprawa jakości powietrza będzie niewspółmiernie mała w stosunku do wielkości poniesionych nakładów. Stwierdzono, że stosowanie tej zasady wymaga decentralizacji odpowiedzialności za wydawanie pozwoleń środowiskowych (przeniesienia z poziomu ministerstwa na władze wojewódzkie i miejskie) [16].

Procedury wydawania pozwoleń na działalność zostały zróżnicowane w zależności od tego, czy dotyczą źródeł w dużym stopniu niezorganizowanych (np. fermy hodowlane), czy zorganizowanych (np. kominy zakładów przemysłowych).

Pierwsze wytyczne dotyczące ograniczania zapachowej uciążliwości ferm trzody chlewnej, wydano w roku 1971. Wytyczne te były kilkakrotnie modyfikowane w kolejnych latach, bez zmiany głównej zasady działania, jaką jest wykorzystanie wykresów uzależniających minimalne odległości fermy od zabudowań mieszkalnych od wielkości fermy i sposobu zagospodarowania obszaru, na którym jest zlokalizowana. Minimalne odległości zostały określone na podstawie analizy liczby skarg na zapach w otoczeniu ferm o różnej wielkości (rys. 1), z wykorzystaniem spostrzeżenia, że w sytuacji niemal komfortowej na uciążliwość skarży się około 12% ankietowanych [17].



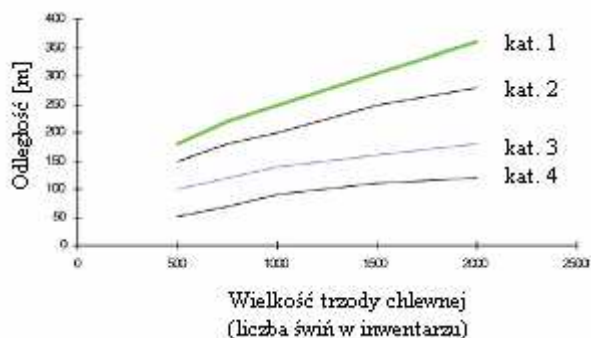
Rys. 1. Względna odczuwana uciążliwość zapachu różnych zwierząt domowych wyrażona w odniesieniu do odległości od pomieszczeń z żywym inwentarzem

Wielkość fermy jest wyrażana liczbą „tuczników przeliczeniowych” [mve] ('mestvarkeneenheden', „pig unit”). Jedna jednostka mve określa wielkość emisji odorantów odniesioną do jednego ponadrocznego tuczniaka, hodowanego systemem tradycyjnym (22,6 ou_E/s).

W wytycznych z r. 1996 podano następujące równoważniki jednej mve: 11 zwierząt odstawianych od matki, 1,5 macior karmiących, 3,0 maciory nie karmiące, 1,4 tuczników hodowanych w „systemach o małej emisji” (z 'Green Label').

Klasyfikując obszary, na których fermy są lokalizowane, wyodrębniono cztery kategorie: 1 – obszary nierolnicze (budynki mieszkalne, szpitale, rekreacja itd.), 2 – miasteczka, osiedla i wsie na obszarach o charakterze wiejskim, 3 – izolowane domy mieszkalne lub skupiska domów mieszkalnych w otoczeniu wiejskim, 4 – wyłącznie budynki fermy.

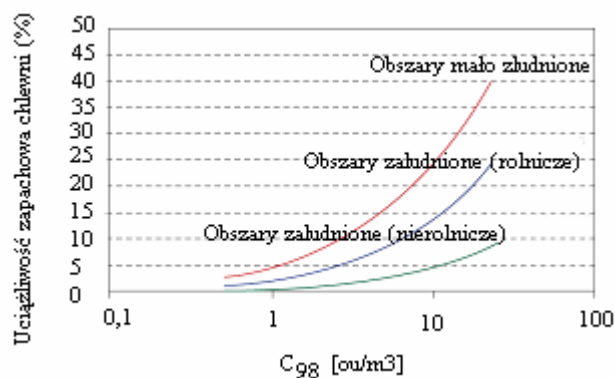
Określone na podstawie wykresu zamieszczonego w wytycznych (rys. 2) minimalne odległości budynków mieszkalnych od fermy z 1000 mve wynoszą na obszarach 1, 2, 3 i 4, odpowiednio: 250m, 200 m, 140 m i 90 m. Analogiczne odległości od fermy z 2000 mve wynoszą: 360 m, 280 m, 180 m i 120 m.



Rys. 2. Minimalne odległości od chlewni mieszczących od 500 do 2500 świń (odpowiadających tucznikom) w Holandii

Wieloletnie doświadczenia holenderskie stały się podstawą opracowania przygotowanego w r. 2001 przez międzynarodowy zespół wykonawców programu badawczego (1994-1999) nt. „Odour Impacts and Odour Emission Control Measures for Intensive Agriculture”. Projekt był realizowany z udziałem członków międzynarodowej sieci „OdourNet group” (której zaczątkiem była grupa holenderska). W przygotowaniu opracowania uczestniczył pan Ton van Harreveld – twórca i przewodniczący OdourNet Group oraz główny autor normy EN 13725 dotyczącej olfaktometrii dynamicznej. Projekt – dofinansowany przez UE (R&D, Environmental Research) – był realizowany jako regionalny projekt Irlandzkiej Agencji Ochrony Środowiska, jednak zakres opracowania pozwala przypuszczać, że przygotowany w r. 2001 raport może być podstawą dla przyszłych dyrektyw europejskich [17].

Jednym z celów badań było określenie związku między wartością $C_{od,98,1-h}$ [ou_E/m^3] (percentyl 98 stężenia zapachowego odniesionego do jednej godziny), a uciążliwością zapachu określaną na podstawie analizy skarg ludności (rys. 3). Stwierdzono, że 10% populacji generalnej uznaje za uciążliwy poziom $C_{od,98,1-h} = 1,3$ ou_E/m^3 . Dla ludzi przyzwyczajonych do zapachów charakterystycznych dla wsi jest to poziom $C_{od,98,1-h} = 6,3$ ou_E/m^3 , a dla osób bezpośrednio uczestniczących w hodowli – poziom $C_{od,98,1-h} = 13$ ou_E/m^3 .



Rys. 3. Zależność między procentowym udziałem populacji odczuwającej uciążliwość (reakcja) a obliczoną dawką wyrażoną jako percentyl 98 średniogodzinne stężenia zapachowego dla normalnego roku meteorologicznego

W raporcie przedstawiono przykłady obliczeń wartości $C_{od,98,1-h}$ na podstawie informacji wskaźnikach emisji zapachowej odniesionych do jednej sztuki przeliczeniowej i wielkości fermy (rys. 4).



Rys. 4. Przykłady obliczeń wartości średniogodzinnego stężenia zapachowego $C_{od,98,1-h}$ wyrażonego jako percentyl 98 w wypadku prowadzenia różnej wielkości hodowli

Podobne zasady są wykorzystywane w Holandii od ponad dwudziestu lat podczas określania standardów zapachowej jakości powietrza w otoczeniu innych źródeł odorantów, na przykład zorganizowanych źródeł przemysłowych. Konsekwentnie doskonalono metody:

- pomiarów emisji zapachowej (norma NVN 2820 z 1995r., prEN 13725 z 1993r.),
- obliczeń stężenia w otoczeniu emitora (modelowanie dyspersji zanieczyszczeń) [5],
- badań zależności stopnia uciążliwości (liczby skarg) od stężenia zapachowego $C_{od,1-h}$ [ou/m³] [5].

Już w roku 1984 zostały wydane wytyczne określające maksymalne wartości wskazanego percentyla $C_{od,1-h}$ [ou/m³] (standardy emisyjne). Standardy te były w kolejnych latach stopniowo modyfikowane (tabela 1) [5].

W każdym z etapów poszukiwania najwłaściwszych standardów w różny sposób traktowano zakłady istniejące i nowe. Dla obu rodzajów obiektów ustalono różne dopuszczalne częstości przekraczania wskazanego poziomu stężenia zapachowego w otoczeniu – odpowiednio 2 i 0,5% czasu roku. Wskazane poziomy były początkowo jednakowe dla obu rodzajów źródeł (w dwóch kolejnych rozporządzeniach: 1 ou/m³ i 0,5 ou/m³), a w kolejnych latach zostały wyraźnie zróżnicowane – znacznie złagodzone wymagania dotyczące zakładów istniejących (podniesienie poziomu odniesienia do 5 ou/m³).

Publikacje dotyczące wyników holenderskich poszukiwań najwłaściwszej klasyfikacji źródeł emisji nie pozwalają jednoznacznie stwierdzić, z jakiego powodu wycofano się z prób wprowadzenia innych sposobów klasyfikacji źródeł odorantów, polegających np. na wyodrębnieniu źródeł okresowych i zmiennych lub źródeł położonych na obszarach o różnej gęstości zaludnienia (tabela 1).

Niemcy

Długa historia standaryzacji zapachowej jakości powietrza (początek – lata 1980-te) zaowocowała – podobnie jak w Holandii – w kilku kolejnych dokumentach (tabela 1).

Wszystkie komercyjne instalacje muszą być oceniane z punktu widzenia potencjalnej zapachowej uciążliwości od roku 1986, zgodnie z federalną ustawą dotyczącą ochrony powietrza atmosferycznego (Bundes-Immissionsschutzgesetz, BImSchG). Ograniczenia emisji dotyczą tylko tych źródeł, których zapach jest rozpoznawalny w otoczeniu (stężenie zapachowe c_{od} w otoczeniu emitora jest równe lub wyższe od progu rozpoznania). Emisyjne restrykcje obowiązują, jeżeli emitowane odoranty powodują „znaczącą uciążliwość zapachową” [18, 19].

Wytyczne wykonawcze – zwykle o zasięgu lokalnym i dotyczące określonych rodzajów działalności – są oparte na „diagramach minimalnych odległości” (hodowla) oraz na standardach imisyjnych (dopuszczalne poziomy stężenia zapachowego w otoczeniu i częstości ich przekraczania) i emisyjnych (dopuszczalna emisja, ou/h).

Wytyczne dotyczące ograniczania uciążliwości chlewni [18] zawierają diagramy umożliwiające określenie minimalnej odległości fermy od najbliższych budynków mieszkalnych. Jest ona uzależniona od liczby hodowanych „sztuk przeliczeniowych” GV (‘Grossvieheinheiten’ – około 500 kg żywej wagi) oraz od sposobu hodowli. Współczynniki stosowane podczas obliczeń liczby GV zamieszczono w tabeli 2. Sposób określania liczby punktów określających stopień zapachowej uciążliwości hodowli zilustrowano w tabeli 3.

Tabela 2. Wykaz współczynników stosowanych podczas określania liczby sztuk przeliczeniowych trzody chlewnej (system niemiecki)

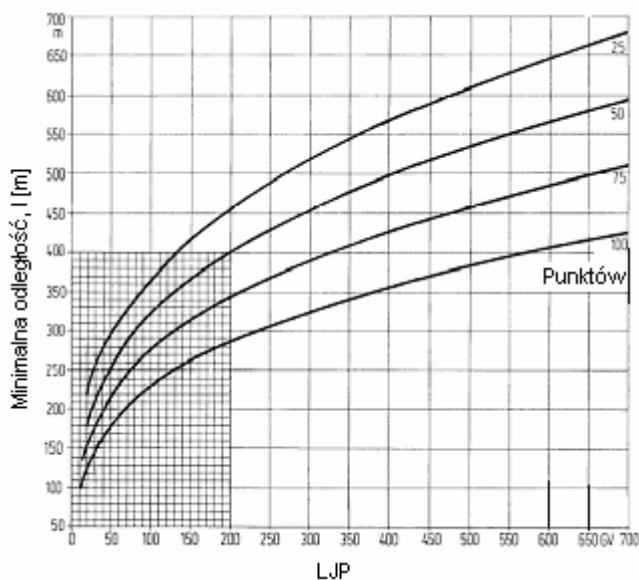
Faza rozwoju zwierzęcia	Niemiecka jednostka przeliczeniowa [GV]
Sucha locha, knur	0,3
Mokra locha z potomstwem młodszym niż 4 tygodnie	
Mokra locha z potomstwem starszym niż 4 tygodnie	0,5
Loszka	0,15
Prosię odstawione od matki, waga < 15 kg	0,01
Prosię odstawione od matki, 15 kg < waga < 25 kg	0,02
Tucznik (koniec partii) o wadze ≤ 45 kg	0,06
Tucznik (koniec partii) o wadze > 45kg	0,15
Tucznik (ciągły) o wadze od 25 do 105 kg	0,12

Tab. 3. Sposób przeliczania sztuk trzody hodowlanej na tzw. niemieckie jednostki przeliczeniowe [GV], zgodnie z VDI 3471

System punktowy stosowany wraz z wykresem minimalnych odległości od chlewni, VDI 3471	
Kryterium	Punkty
1. Usuwanie i przechowywanie odpadów	
A. Usuwanie obornika w formie stałej	
Niska chlewnia	60
Mechaniczne usuwanie obornika do zbiornika zamkniętego z trzech stron ścianami	50
Mechaniczne usuwanie obornika do transportera	40
Mechaniczne usuwanie obornika na otwartą do powietrza pryzmę	20
B. Usuwanie obornika w formie ciekłej	
Podłoże oklejone, >45%	10
Podłoże oklejone, <45%	5
Usuwanie mechaniczne	0
C. Przechowywanie szlamu	
Zbiornik w pełni zamknięty	50
Przechowywanie z przykryciem	30
Przechowywanie z wytworzeniem pełnego, naturalnego osadu	30
Przechowywanie bez przykrycia	0
Przechowywanie pod podłogą chlewni	30
2. Wentylacja	
Stopień wentylacji dla lata, wg DIN 18910	
Różnica temperatur $\leq 2K$	10
Różnica temperatur $\leq 3K$	5
Różnica temperatur $> 3K$	0
A. Odpływ wentylacyjny	
Pionowy, wysokość $\geq 1,5m$ nad najwyższym punktem na dachu	15
Pionowy, wysokość $< 1,5m$ nad najwyższym punktem na dachu	5
Poziome boczne odpływy	0
Prędkość przepływu na wylocie pionowym przy stopniu wentylacji dla lata	25
Prędkość przepływu $\geq 12 m/s$	20
$10m/s \leq$ Prędkość przepływu $< 12m/s$	10
Prędkość przepływu $< 7m/s$	0
Różne	

Specjalne pasze, sucha karma odpadowa	0
Odpady kuchenne o słabym zapachu	do -10
Odpady o silnym zapachu	do -25
Lokalizacja	do + lub - 20
Możliwość przechowywania szlamu:	
≥ 6 miesięcy	10
≥ 5 miesięcy	5
≥ 4 miesięcy	0

Wykresy zamieszczone w wytycznych VDI 3471 (rys. 5) sporządzono w układzie współrzędnych: minimalna odległość od budynków mieszkalnych – liczba GV. Umieszczono na nich linie odpowiadające różnej sumarycznej liczbie punktów „za sposób hodowli” (od 25 do 100 pkt) [17, 18].



Rys. 5. Niemiecki diagram minimalnych odległości od budynków mieszkalnych, w jakich lokalizowana jest ferma trzody chlewnej, zestawionych dla różnej liczby jednostek przeliczeniowych LJP oraz sposobu prowadzenia hodowli (system punktowy)

Niemiecki resort rolnictwa wykorzystuje również możliwość określania zasięgu ponadnormatywnej uciążliwości na podstawie pomiarów emisji zapachowej i modelowania dyspersji w atmosferze.

Emisja jest oznaczana olfaktometrycznie – szczegółowe wytyczne, dotyczące wykonywania pomiaru stężenia zapachowego – *Olfaktometrie*,

Geruchsschwellenbestimmung (VDI 3881, Blatt 1-4) zostały wydane w latach 1986-1989 [20].

Wyniki symulacji rozprzestrzeniania się odorantów są porównywane ze standardami imisyjnymi, określonymi w różny sposób dla obszarów wiejskich i miejskich – o różnym sposobie użytkowania.

Zalecenia resortu rolnictwa, dotyczące procedury przekazywania gruntów budowlanych w ramach tak zwanego *B-Planu*, oparto na klasyfikacji terenów, przytoczonej w tabeli 1 według Knauera (1993) [11]. Na poszczególnych rodzajach obszarów średniogodzinna wartość $c_{od,1-h} = 1 \text{ ou/m}^3$ nie może być przekraczana częściej niż przez 3, 5, 8 lub 10% czasu roku.

Inaczej określone standardy imisyjne zamieszczono w wydanych w roku 1994 wytycznych GOAA (*Guideline on Odour in Ambient Air – Geruchsimmissions-Richtlinien*, wytyczne „Imisja odorów”). Wytyczne określają procedurę kompleksowej oceny oddziaływania zakładów na środowisko, prowadzonej z uwzględnieniem tła.

Według GOAA istniejąca i przewidywana uciążliwość zapachowa jest wyrażana liczbą „godzin odorowych” w roku. Graniczne częstości ich występowania (10 lub 15 %) są uzależnione od sposobu użytkowania terenu (tabela 1).

Wystąpienie godziny odorowej stwierdza czteroosobowy zespół, odnotowujący łączny czas występowania zapachu w ciągu 10 minut pomiaru. Pomiaru są wykonywane 13 lub 26 razy w roku w węzłach regularnej siatki pomiarowej wokół badanego źródła zanieczyszczeń. Jeżeli zapach jest wyczuwany przez więcej niż 1 minutę w czasie jednej 10-minutowej kontroli, oceniający odnotowuje godzinę odorową (wynik: 1).

Ostateczny wynik pomiaru jest obliczany na podstawie wszystkich zgromadzonych indywidualnych ocen (wyniki: 1 i 0), z wykorzystaniem współczynników korygujących 1,3–1,7 (zależnych od sposobu zagospodarowania terenu i liczby wykonanych pomiarów).

Jednocześnie w wytycznych za dopuszczalny poziom substancji zapachowych w strumieniu emisji przyjęto wartość 500 ou/m^3 , nie różnicując standardu ze względu na charakter źródła, rodzaj instalacji czy jej lokalizację.

Wielka Brytania

Do niedawna kontrola emisji i uciążliwości zapachowej w Wielkiej Brytanii leżała w gestii władz lokalnych, reprezentowanych przez „inspektorów zdrowia środowiskowego” (ang. *Environmental Health Officers*) [5]. Bardziej zdecydowana prawna ochrona zapachowej jakości powietrza datuje się od wejścia w życie ustawy o ochronie środowiska z roku 1990. Odory zostały w niej wymienione wśród innych uciążliwości podlegających regulacji prawnej, obok szkodliwych dla zdrowia lub uciążliwych pyłów, par oraz wyciwów powstających na terenach przemysłowych, handlowych i administracyjnych [22].

W styczniu 2003 Agencja Ochrony Środowiska (EPA) wydała wytyczne techniczne IPPC H4 – *Zintegrowane zapobieganie i kontrola emisji zanieczyszczeń. Wytyczne dla odorów*. Opracowano szczegółową listę działalności podlegających regulacjom, które podzielono na trzy grupy o różnej potencjalnej uciążliwości. Dla tych działalności określono zróżnicowane standardy imisyjne.

Za najbardziej uciążliwe uznano takie źródła, jak rafinerie ropy naftowej, oczyszczalnie ścieków, zakłady przetwarzające odpady pochodzenia zwierzęcego lub rybne i inne. Ustalono, że percentyl 98% stężenia zapachowego nie powinien przekraczać poziomu $c_{od,1-h} = 1,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. Dla źródeł mniej uciążliwych – takich jak browary, piekarnie, palarnie kawy, fabryki czekolady i inne – przyjęto dopuszczalną wartość percentyla 98% równą $6 \text{ ou}_E/\text{m}^3$.

Stężenia odorantów w otoczeniu źródła są obliczane metodą symulacji dyspersji odorantów. Podstawą obliczeń są wyniki pomiarów stężenia emisyjnego, wykonywane metodą olfaktometrii dynamicznej [20].

Belgia

W ostatnich latach w Belgii rozpoczęto realizację kilkuletniego programu, zmierzającego do ustalenia zasad prawnej ochrony zapachowej jakości powietrza. Dotychczas przeprowadzono pilotażowe studium pięciu rodzajów działalności gospodarczej: hodowli trzody chlewnej, rzeźni, lakierni, oczyszczalni ścieków i zakładów włókienniczych [5, 23].

Podczas pomiarów terenowych zastosowano – zamiast jednostek zapachowych – „jednostki węchowe” (ang. *sniffing units*, [su]), zdefiniowane jako ilość odorantów w metrze sześciennym powietrza, której obecność umożliwia rozpoznanie zapachu charakterystycznego dla źródła z prawdopodobieństwem 0,5 (osiągnięcie „progu rozpoznania” zapachu w warunkach środowiskowych). Tak zdefiniowana „jednostka węchowa” odpowiada w przybliżeniu dziesięciu „jednostkom zapachowym” [5].

Na podstawie odległości, w jakich źródło przestawało być wyczuwalne w znanych warunkach meteorologicznych, obliczano emisję zapachową (q_{od} [su/s]). Zastosowano w tym celu metodę „wstecznego modelowania” rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w otoczeniu emitora (model Gaussa). Po oszacowaniu emisji określano prawdopodobieństwo przekraczania określonych poziomów stężenia zapachowego w całym otoczeniu źródła w procentach czasu roku.

Wynikiem pilotażu było określenie standardów imisyjnych dla otoczenia rzeźni i oczyszczalni ścieków – percentyl 98 średniej 1-godzinnej wartości $c_{od} = 0,5 \text{ su}/\text{m}^3$ (około $5 \text{ ou}/\text{m}^3$). Dla otoczenia lakierni zaproponowano mniej rygorystyczny standard: $c_{od} (1-h, 98\%) = 2 \text{ su}/\text{m}^3$ (około $20 \text{ ou}/\text{m}^3$). Złagodzenie wymagań było prawdopodobnie wynikiem uwzględnienia zależności uciążliwości zapachu od jego jakości hedonicznej.

Program badań na lata 2003-2007 przewiduje, że w analogiczny sposób zostaną wyznaczone standardy imisyjne dla szesnastu sektorów działalności gospodarczej.

Planuje się, że do roku 2007 udział ludności narażonej na zapachową uciążliwość zmniejszy się do 12%, a narażonych na znaczną uciążliwość – do zera [23].

Obecnie prowadzone badania dotyczą emisji będących wypadkową oddziaływania dwóch lub więcej emitorów odorantów. Wyodrębniono obszary ze źródłami zanieczyszczeń o podobnym zapachu – głównie o charakterze rolniczym (klastery) oraz obszary z emitorami gazów o różnym charakterze zapachu – źródłami przemysłowymi (kompleksy). Analizowane są wzajemne oddziaływania źródeł wewnątrz każdej z grup [24].

Czechy

W Czechach „odorowe rozporządzenie” Ministra Środowiska zostało wydane w roku 2002 [25]. Jego podstawą były wyniki ekspertyzy sporządzonej z inicjatywy przedstawicieli czeskich związków przemysłowych.

W rozporządzeniu określono standard emisyjny – 600000 ou/h. Jednocześnie określono dopuszczalne wartości stężeń zapachowych w strumieniu emitowanych gazów. Dla źródeł położonych w odległości mniejszej niż 2 km od obszarów miejskich obowiązuje standard $C_{od,maxs} = 50 \text{ ou/m}^3$, a dla położonych dalej – 100 ou/m^3 . Stężenia są określane metodą olfaktometrii dynamicznej. W pomiarach uczestniczy zespół złożony z co najmniej 6 osób [25, 26].

Uzupełnieniem standardów emisyjnych jest standard imisyjny. Wartości percentyla 98 średnich 1-godzinnych stężeń odorantów nie mogą być większe od 5 ou/m^3 [25]. Stężenia zapachowe w powietrzu otoczenia obiektu są obliczane metodą modelowania dyspersji.

Dania

Niekorzystne oddziaływanie intensywnej hodowli na środowisko rząd Danii opiera przede wszystkim na zapobieganiu nadmiernej koncentracji ferm oraz na kontroli przestrzegania zasad dotyczących składowania gnojowicy, nawożenia pól itp. [27]. Jest to zgodne z „azotanową dyrektywą” 91/676.

W ostatnich latach wprowadzono dodatkowo obowiązek zachowania minimalnej odległości ferm od budynków mieszkalnych, co jest odpowiedzią na skargi ludności na uciążliwość zapachu.

W odniesieniu do hodowli 15 jednostek przeliczeniowych (LU) określono odległość 50 m. W wypadku ferm średniej wielkości (120-150 LU), minimalna odległość od strefy miejskiej i strefy domków letniskowych wynosi 300 m.

Fermy lisów muszą leżeć co najmniej 200 m od budynków mieszkalnych, a fermy innych zwierząt futerkowych, np. norek, co najmniej 100 m. Jeżeli ferma leży w sąsiedztwie strefy miejskiej albo strefy domków letniskowych, odpowiednie odległości

minimalne wynoszą: 300 m i 200 m. Dla ferm większych – ponad 10000 samic – są zwiększone do 400 m i 300 m.

Wymienione wymagania nie dotyczą ferm już istniejących, ale te nie mogą być modernizowane albo zwiększane, jeżeli odległość od budynków mieszkalnych jest zbyt mała.

Poza wymienionymi wymaganiami dotyczącymi hodowli w Danii obowiązuje kryterium zapachowej jakości powietrza (tabela 1). Określono poziomy stężenia zapachowego – 5 i 10 ou/m³ (średnie 1-minutowe), odpowiednio dla obszarów zamieszkałych i niezamieszkałych.

Dopuszczalny czas przekroczeń wymienionych poziomów wynosi 1% minut roku [5].

Standardy zapachowej jakości powietrza poza Europą

Australia

Standardy zapachowe są odmienne w poszczególnych dystryktach Australii.

W Australii Zachodniej obowiązek ograniczania emisji zapachowych został przewidziany w Ustawie o Ochronie Środowiska już w roku 1986. Za nadmierną uznano taką emisję hałasu, emisję zapachową lub emisję promieniowania elektromagnetycznego, która szkodzi zdrowiu lub nadmiernie ogranicza komfort życia narażonych na nią osób [5].

Projekt „wytycznych odorowych” opracowano w roku 2000. Uznano, że psychiczny i fizyczny komfort jest zapewniony, jeżeli stężenie wyższe od 2 ou/m³ (średnia odniesiona do 1 h) nie występuje częściej niż przez 0,1% godzin roku (około 9 h/rok). Stwierdzono, że zaproponowany poziom 2 ou/m³ odpowiada 1 ou_E/m³ (konsekwencja różnic metodycznych) [5].

Za dopuszczalne uznano również stosowanie innego kryterium komfortu, opartego na wynikach ocen intensywności zapachu. Stwierdzono, że zapach uznawany za wyraźny (lub mocniejszy) nie powinien występować częściej niż przez 0,1% czasu roku. Wykorzystanie tego kryterium wymaga zbadania zależności intensywności zapachu od stężenia odorantów. Pomiary intensywności zapachu są wykonywane zgodnie z niemieckimi wytycznymi VDI 3882 [28].

W Nowej Południowej Walii stężenie odorantów w powietrzu atmosferycznym jest określane na podstawie wyników ilościowych analiz stężenia poszczególnych zanieczyszczeń lub wyników pomiarów olfaktometrycznych.

W pierwszym wypadku są wykorzystywane wartości odpowiednich progów toksyczności i progów węchowej wyczuwalności poszczególnych zanieczyszczeń

powietrza. Stężenia dopuszczalne określa się na podstawie tego z progów, który jest niższy

W drugim wypadku pomiary emisji zapachowej są wykorzystywane podczas obliczeń średnich 3-minutowych stężeń zapachowych w powietrzu na granicy zakładu lub przy najbliższym pojedynczym receptorze (np. budynku mieszkalnym). Przyjmuje się standard $C_{od,99,9\%,3-min} = 7 \text{ ou/m}^3$ lub kryterium $C_{od} < 7 \text{ ou/m}^3$ w odniesieniu do wszystkich wyników (zależnie od tego, który z dwóch referencyjnych modeli dyspersji odorantów jest stosowany).

Jeżeli w otoczeniu emitora znajduje się więcej receptorów, obowiązuje bardziej surowy standard – niższa wartość dopuszczalnego stężenia zapachowego, równa 2 ou/m^3 . Jest to uzasadniane większym zróżnicowaniem wrażliwości węchu mieszkańców.

Z przeglądu piśmiennictwa wynika, że wymienione standardy zastąpiły wcześniej obowiązujące: $C_{od,0,5\%,1-h} = 2$ lub 5 ou/m^3 , zależnie od sposobu użytkowania terenu [29].

W dystrykcie Wiktoria zakaz emisji zanieczyszczeń o przykrym zapachu poza granice zakładu wydano w r. 1996. Dla części substancji zapachowych dopuszczalne stężenia w powietrzu atmosferycznym określono na podstawie progów wyczuwalności lub progów toksyczności (analogicznie jak w Nowej Południowej Walii). W wypadkach, gdy do atmosfery jest emitowana mieszanina odorantów o nieznanym składzie, należy zapewnić, aby poziom 1 ou/m^3 (średnia 3-minutowa) nie był przekraczany częściej, niż przez 99,9% czasu roku. Standard obowiązujący wcześniej określał percentyl 99,5 średniej odniesionej do godziny: $C_{od,99,5\%,1-h} = 10 \text{ ou/m}^3$.

Referencyjną metodą oznaczeń emisji jest olfaktometria dynamiczna, a stężenia zapachowe w powietrzu otoczenia emitora są obliczane metodą modelowania dyspersji (model Gaussa) [5].

Japonia

W Japonii od roku 1971 na wyznaczonych obszarach zabudowanych i podmiejskich (55,8% obszaru Japonii) obowiązuje tzw. „Prawo kontroli przykrych odorów”. Z obszarów tych pochodzi 80% wszystkich skarg na uciążliwość źródeł emisji zapachowych.

Prawne ograniczenia dotyczyły początkowo emisji 22 związków zapachowo uciążliwych. Po wprowadzeniu tych ograniczeń liczba skarg ludności na odory znacząco zmalała, jednak od roku 1993 jest obserwowany jej ponowny stopniowy wzrost. Skargi dotyczą głównie odorantów nie ujętych w regulacji prawnej (m.in. odory z branży usługowej, takich jak restauracje).

W roku 1995 wprowadzono poprawkę do „Prawa kontroli przykrych odorów” – wprowadzono pojęcie „indeksu zapachowego”, zdefiniowane na podstawie procedur odorymetrycznych. Standaryzowany indeks zapachowy (I_Z) stanowi miarę intensywności zapachu:

$$IZ = 10 \log Z_{50\%}$$

gdzie symbol $Z_{50\%}$ oznacza stopień takiego rozcieńczenia próbki podstawowej, które prowadzi do osiągnięcia progu wyczuwalności zapachu (liczbowo równy stężeniu zapachowemu c_{od} [ou/m³]).

Wartości $Z_{50\%} = c_{od}$ są wyznaczone olfaktometrycznie, z zastosowaniem tzw. metody trójkątowej. „Trójkątem” nazywane są trzy próbki, przygotowane w workach z folii TEDLAR. Dwie z nich zawierają powietrze odniesienia, trzecia – badany gaz, rozcieńczony w znanym stopniu (Z) przez prowadzącego pomiar (operatora). Członkowie zespołu oceniających porównują zapach próbek i wskazują tę, której zapach jest inny od zapachu pozostałych dwóch. Poszukiwana jest taka wartość $Z = Z_{50\%}$, która połowie oceniających uniemożliwia poprawną odpowiedź.

Wykorzystanie indeksów zapachowych polega na określeniu poziomu akceptowalnego. Poziom zapachowej uciążliwości uznaje się za akceptowalny, jeżeli wartość IZ nie przekracza określonej wartości z przedziału 2,5–3,5 (wskazywanej przez władze lokalne).

Wartości indeksów zapachowych są proporcjonalne do intensywności zapachu (S), obliczanej z wykorzystaniem psychofizycznego równania Webera-Fechnera:

$$S = k \log c_{od}$$

W czasie pomiarów intensywności zapachu, wykonywanych z użyciem n-butanolowej skali wzorców [30] stwierdzono, że współczynnik Webera-Fechnera (k), mieści się przeważnie w zakresie 2–4. Przyjmując orientacyjnie, że $k = 3$ można wykazać, że zakres $IZ = 2,5–3,5$ odpowiada wartościom intensywności zapachu $S = 0,75–1,05$, co oznacza zapach bardzo słaby (ledwo wyczuwalny).

W okręgu Tokio, poza granicznymi wartościami indeksu zapachowego obowiązują standardy emisyjne. Dla trzech rodzajów obszarów o różnym sposobie użytkowania określono dopuszczalne poziomy stężenia zapachowego w emitowanych gazach: 300, 500, 1000 ou/m³ oraz graniczne stężenia zapachowe w powietrzu na granicy zakładu: 10, 15, 20 ou/m³ [31, 32].

Kanada

W Kanadzie obowiązek „regulacji odorowych” mieści się w zakresie kompetencji władz poszczególnych prowincji. Każda z nich ma odrębną strategię ochrony zapachowej jakości powietrza. Przepisy dotyczą głównie obiektów o charakterze rolniczym.

W Ontario problemy zapachowej uciążliwości hodowli trzody chlewnej uregulowano w r. 1976. Chlewnie nie mogą być lokalizowane w odległości mniejszej niż 810 m od

najbliższego budynku mieszkalnego (nie należącego do fermy) i mniejszej niż 405 m – od granic obszaru miejskiego. W przypadku hodowli drobiu odległości te wynoszą odpowiednio 468 m i 234 m (wg „Agriculture Code of Practice” z 1976r.) [5].

Stany Zjednoczone

W Stanach Zjednoczonych Ameryki stężenie substancji zapachowych w powietrzu regulowane jest w odmienny sposób w poszczególnych stanach.

Analogiczne do europejskich standardy zapachowej jakości powietrza wprowadzono w stanach Kolorado, Connecticut, Massachusetts, New Jersey, Północnej Dakocie, Oregonie oraz w miastach Oakland, Sandiego i Seattle. Emisję odorantów określa się na podstawie pomiarów stopnia rozcieńczenia próbki powietrza atmosferycznego do progu jego wyczuwalności (D/T, „dilution/threshold” – odpowiednik c_{od} [ou/m^3]). Stężenie imisyjne jest obliczane metodą symulacji dyspersji odorantów, wykonywanej z wykorzystaniem referencyjnego modelu rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń. Lokalne przepisy określają najwyższe dopuszczalne wartości D/T (średnie odniesione do różnych czasów uśredniania). Wartości te wynoszą: San Francisco – 5 D/T, Północna Dakota – 2 D/T, Oregon – 1-2 D/T (15-min), Oakland – 50 D/T (3-min), San Diego – 5 D/T (5-min), Seattle – 5 D/T (5-min), Kolorado – 7 D/T, Connecticut – 7 D/T; Massachusetts – 5 D/T, New Jersey – 5 D/T (5-min) [33, 34].

W Kalifornii, Connecticut, Idaho, Minnesocie, Nebrasce, Nowym Meksyku, Nowym Yorku, Północnej Dakocie, Pensylwanii i Teksasie określono wartości dopuszczalnych stężeń poszczególnych substancji zapachowych w powietrzu atmosferycznym (odniesione do różnych czasów uśredniania: 30 minut, 1 godzina, 24 godziny). Są traktowane jako pomocnicza informacja o potencjalnej zapachowej uciążliwości emitorów. Rzeczywista uciążliwość zapachowa jest określana w terenie – zgodnie z ustaloną procedurą. Pomiary terenowe polegają na skalowaniu intensywności zapachu z użyciem sześciostopniowej skali werbalnej [34].

Podsumowanie

Standardy zapachowej jakości powietrza nie są obecnie przedmiotem dyrektywy Unii Europejskiej, ale rozwiązania stosowane w poszczególnych krajach Europy są podobne.

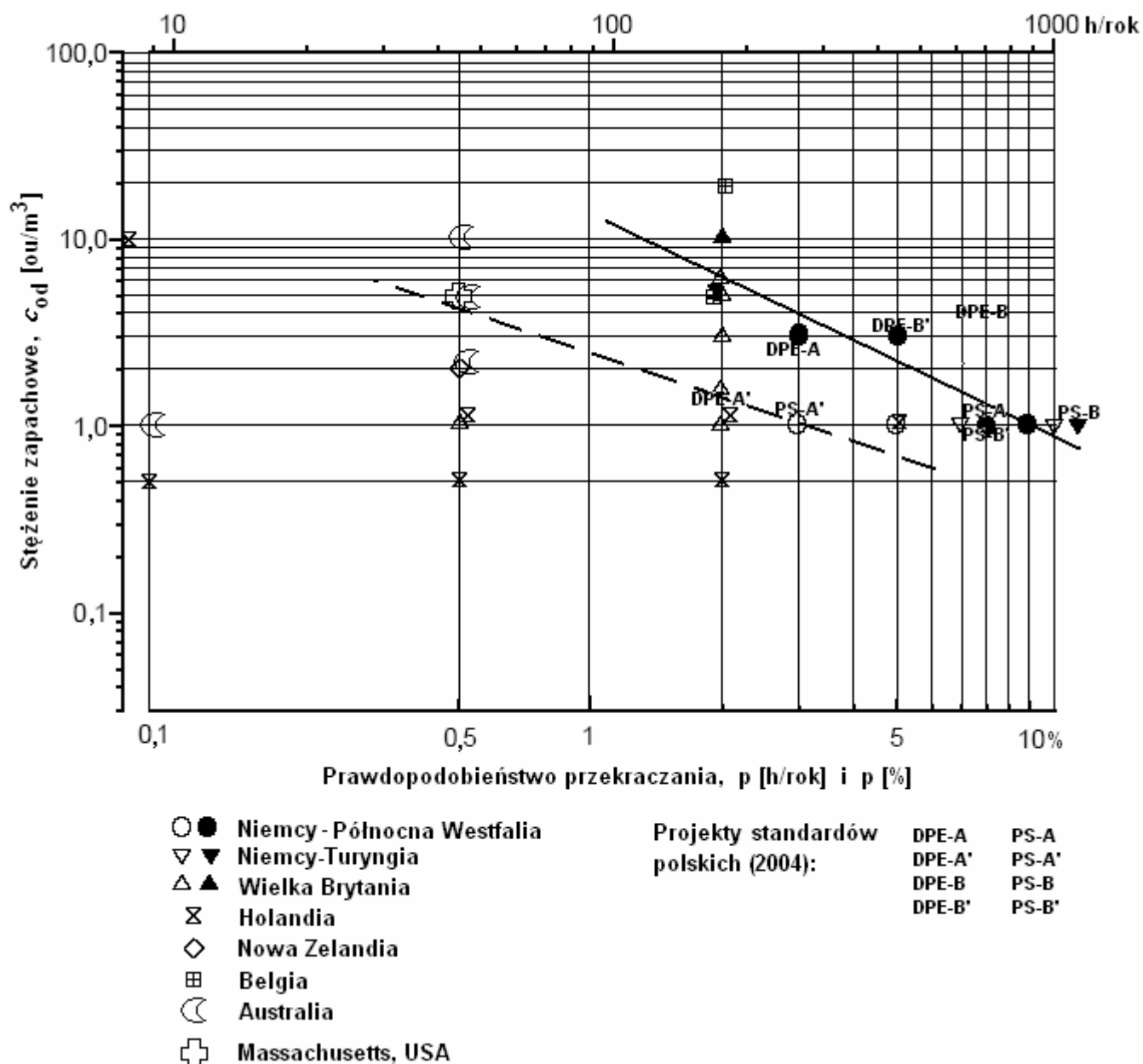
W odniesieniu do zapachowej uciążliwości źródeł, które w dużym stopniu są niezorganizowane (takich jak fermy hodowlane) dominuje tendencja do wykorzystywania diagramów minimalnych odległości ferm od budynków mieszkalnych. Odległości są uzależniane od wielkości fermy (wyrażanej w „jednostkach przeliczeniowych”) i sposobu zagospodarowania obszaru. Problemy zapachowej uciążliwości zorganizowanych źródeł zanieczyszczeń powietrza tylko wyjątkowo są rozwiązywane poprzez określanie dopuszczalnej częstości przekraczania wskazanych poziomów przez stężenia pojedynczych zanieczyszczeń. Przegląd piśmiennictwa pozwala stwierdzić, że oparta na tych parametrach strategia ochrony zapachowej jakości powietrza jest zawodna. Wskazują na to przykłady Japonii i Australii.

W większości krajów prawna ochrona zapachowej jakości powietrza polega na ustaleniu specyficznych standardów zapachowych, zdefiniowanych z wykorzystaniem pojęcia jednostki zapachowej, ou (lub jej odpowiedników, takich jak su i D/T). Ostatnio – nie tylko w krajach europejskich – stosowana jest „europejska jednostka zapachowa”, ou_E . Oznaczanie stężenia zapachowego, c_{od} [ou_E/m^3], metodą olfaktometrii dynamicznej zostało szczegółowo opisane w normie europejskiej EN 13725 (2003).

Ocena stopnia zapachowej uciążliwości źródła odorantów polega na wyznaczeniu wartości emisji zapachowej (q_{od} [ou_E/s]) i przeprowadzeniu symulacji rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń (z wykorzystaniem referencyjnego modelu dyspersji).

Standardy zapachowej jakości powietrza są wprowadzane jako określone poziomy stężenia zapachowego w powietrzu (c_{od} [ou/m^3]), dla których podaje się dopuszczalne częstości przekraczania w skali roku, najczęściej percentyl p% stężeń średnich odniesionych do 1 godziny ($c_{od,p\%,1-h}$ [ou_E/m^3]).

Na rysunku 6 przedstawiono standardy obowiązujące w Niemczech, Holandii, Wielkiej Brytanii, Belgii, Australii i Massachussets [35] oraz projektowane polskie standardy zapachowej jakości powietrza w roku 2004.



Rys. 6. Zestawienie standardów obowiązujących w Niemczech, Holandii, Wielkiej Brytanii, Belgii, Australii i Massachusetts [35] oraz projektowanych w roku 2004 polskich standardów zapachowej jakości powietrza

LITERATURA

[1] Kamigawara K.: *Odor Regulation and Odor Measurement in Japan*, [w:] Materiały Odor Measurement Review, Office of Odor, Noise and Vibration Environmental Management Bureau, Wydawnictwo Ministerstwa Środowiska Japonii, 48-53, 2003

[2] Siwek U.: *Klasyfikacja źródeł uciążliwości zapachowej powietrza na podstawie analizy skarg ludności*, [w:] V. Międzynarodowe Sympozjum: Integrated Air Qualit

Control for Industrial and Commercial Sectors, Międzyzdroje'97, Wydawnictwo EKOCHEM Szczecin, 291-301, 1997

[3] Kośmider J., Mazur-Chrzanowska B., Wyszzyński B.: *Odory*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2002

[4] Iwasaki Y.; *Practical Problems of Odor Measurements and Odor Controls*, [w:] Materiały East Asia Workshop on Odor Measurement and Control Review, Office of Odor, Noise and Vibration Environmental Management Bureau, Wydawnictwo Ministerstwa Środowiska Japonii, 21-28, 2003

[5] van Harreveld A. P.: *Odor Regulation and the History of Odor Measurement in Europe*, [w:] Materiały Odor Measurement Review, Office of Odor, Noise and Vibration Environmental Management Bureau, Wydawnictwo Ministerstwa Środowiska Japonii, 54-61, 2003

[6] EN 13725: *Air Quality – Determination of Odour Concentration by Dynamic Olfactometry* (prPN-EN: *Jakość powietrza – Oznaczanie stężenia zapachowego metodą olfaktometrii dynamicznej*)

[7] van Harreveld A. P.: *Overview of Developments in Odour Measurement*, [w:] Materiały Environmental Odour Management, International Conference, Kolonia, 17-19 listopada 2004, 1-4

[8] Dragt A. J.: *Regulations in the Netherlands, and some practical experience*, [w:] Materiały Semin. ODOURS'93: *Odours - Control, Measurement, Regulations*, Świnoujście 1993, 63-74, Wyd. EKOCHEM, Szczecin 1993.

[9] *Ferstellung und Beurteilung von Geruchsimmission (Geruchsimmissions Richtlinie)*. Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein- Westfalen, 1993.

[10] Prinz B.: *Odours. Regulations in Germany*, [w:] Materiały Semin. ODOURS'93: *Odours - Control, Measurement, Regulations*, Świnoujście 1993, 42-53, Wyd. Ekochem, Szczecin 1993.

[11] Knauer W.: *Experience with the odour control policy in Germany*, [w:] Materiały Semin. ODOURS'93: *Odours - Control, Measurement, Regulations*, Świnoujście 1993, 54-62, Wyd. EKOCHEM, Szczecin 1993.

[12] van Harreveld A.P.: *European Standardisation of Olfactometry*, [w:] Materiały Semin. ODOURS'93: *Odours - Control, Measurement, Regulations*, Świnoujście 1993, 42-53, Wyd. Ekochem, Szczecin 1993.

[13] Ustawa z dn. 18 maja 2005r. o zmianie ustawy „Prawo Ochrony Środowiska” oraz niektórych innych ustaw, DZ. U. Z 2005r. nr 113, poz. 954

[14] *Lucht indicatief meerjaren programma lucht 1985-1989*, Ministry VROM, The Hague, Netherlands, 1984

[15] *Minister's letter of June 1995 concerning odour*, list Ministra Środowiska Holandii do głównego dyrektora do spraw środowiska z dnia 30 czerwca 1995

[16] Schakel A. M.: *Cumulative Odour Policy and Spatial Zoning*, [w:] Materiały Environmental Odour Management, International Conference, Kolonia 2004, 45-52

[17] *Odour Impacts and Odour emission control. Measures for Intensive Agriculture*, EPA Environmental Research, R&D Report Series Nr 14, 2001

[18] VDI 3471: Emissionsminderung; Tierhaltung; Schweine, 1986

[19] *Federal Protection Act for Ambient Air. Act on the Prevention of Harmful Effects on the Environment Caused by Air Pollution, Noise, Vibration and Similar Phenomena*, Federalne Ministerstwo Środowiska, Ochrony Przyrody i Bezpieczeństwa Nuklearnego BImSchG, 1974/1990/2002

[20] VDI 3881, Blatt 1, Olfaktometrie; Geruchsschwellenbestimmung; Grundlagen

[21] *Offensive Odour Control Law*, Law No. 91 of 1971, uzupełnione przez Law No. 71, 1 czerwca 1995

[22] *Horizontal Guidance for Odour, Part 2 – Assessment and Control*, Technical Guidance Note IPPC H4, 2002

[23] van Broeck G., van Elst T., Nieuwejaers B.: *Recent Odour Regulation Developments in Flanders: Ambient Odour Quality Standards Based on Dose-Response Relationship*, Water Science and Technology, 44, 9, 103-110, 2001

[24] van Elst T., van Broeck G.: *Odour Policy in Flanders: Development of Standards for Cumulation of Nuisance*, [w:] Materiały Environmental Odour Management, International Conference, Kolonia 2004, 53-60

[25] *Vyhláška Ministerstva životního prostředí, kterou se stanoví seznam znečišťujících látek, obecné emisní limity, způsob předávání zpráv a informací, zjišťování množství vypouštěných znečišťujících látek, trvanlivosti kouře, přípustné míry obtěžování zápachem a intenzity pachů, podmínky autorizace osob, požadavky na vedení provozní evidence zdrojů znečišťování ovzduší a podmínky jejich uplatňování*; vyhlášky č. 356/2002; 14.08.2002

[26] Hlinova Y.: *Emission Measurement in the Czech Legislation*, [w:] Materiały CEM 2004, Milan, Włochy 2004

[27] Mogens M.: *Environmental Administration in Denmark*, Ministry of Environment and Energy, Danish Environmental Protection Agency, Environment News No.17, 1995

[28] VDI 3882, Blatt 1, Olfaktometrie; Bestimmung der Geruchsintensität

[29] Schauburger G., Piringner M., Petz E.: *Omnidirectional separation distance due to odour emission of livestock buildings calculated by the Austrian odour dispersion*

model (AODM), W 2000 ASAE Meeting Presentation, nr 4029, Wisconsin, lipiec 9-12, 2000

[30] Iwasaki Y.: The History of Odor Measurement in Japan and Triangle Odor Bag Method, [w:] *Materiały Odor Measurement Review*, Office of Odor, Noise and Vibration Environmental Management Bureau, Wydawnictwo Ministerstwa Środowiska Japonii, 37-47, 2003

[31] Segawa T.: *Odour Regulation in Japan*, [w:] *Materiały East Asia Workshop on Odor Measurement and Control Review*, Office of Odor, Noise and Vibration Environmental Management Bureau, Wydawnictwo Ministerstwa Środowiska Japonii, 36-41, 2003

[32] Fujita H.: *Environmental Odour Management in Japan*, [w:] *Materiały Environmental Odour Management*, International Conference, Kolonia 2004, 71-76

[33] Mc Ginley C. M.: *Elements of Successful Odor/Odour Law*, [w:] *Materiały WEF Odor/VOC 2000 Specialty Conference*, Cincinnati, Ohio 2000

[34] Mahin T. D.: *Measurement and Regulation of Odors in the USA*, [w:] *Materiały Odor Measurement Review*, Office of Odor, Noise and Vibration Environmental Management Bureau, Wydawnictwo Ministerstwa Środowiska Japonii, 62-67, 2003

[35] Lotze, J., Schwinkowski, K.: 1998. Die Thüringer vorläufige Verwaltungsvorschrift zur Feststellung und Beurteilung von Geruchsemissionen und Geruchsimmisionen. In: *Gerüche in der Umwelt*, VDI-Bericht 1373, Düsseldorf, 401–412.