

**PRZYGOTOWANIE MATERIAŁÓW
DLA
KRAJOWEJ STRATEGII
ZMNIEJSZENIA UCIAŻLIWOŚCI ODOROWYCH**

Umowa:
nr 585/96/W-50/NE-OA-TX/D z dnia 10.10.1996

Zamawiający:

Minister Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa

Wykonawca:

Politechnika Szczecińska,
Instytut Inżynierii Chemicznej i Chemii Fizycznej
Pracownia Zapachowej Jakości Powietrza

Finansujący:

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Szczecin, kwiecień 1997

Wykonawcy

Kierownik Zespołu:

dr hab. inż. Joanna KOŚMIDER

POLITECHNIKA SZCZECIŃSKA

Instytut Inżynierii Chemicznej i Chemii Fizycznej

Pracownia Zapachowej Jakości Powietrza

Aleja Piastów 42, 71-065 Szczecin

tel.: 49-45-35

fax: 33-33-70

Członkowie Zespołu:

POLITECHNIKA SZCZECIŃSKA

Instytut Inżynierii Chemicznej i Chemii Fizycznej

Zespół Pracowni Zapachowej Jakości Powietrza

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

dr inż. Lech ŁOBOCKI

mgr inż. Małgorzata GNIADEK

mgr inż. Katarzyna MICHAŁOWSKA-KNOP

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA

prof. dr hab. inż. Jan D. RUTKOWSKI

dr hab. inż. Mirosław SZKLARCZYK

EKOChem-Szczecin

mgr inż. Janusz CHUTO

mgr inż. Kazimierz MARCINKOWSKI

Spis treści

1. WPROWADZENIE	5
2. MATERIAŁY DLA KRAJOWEJ STRATEGII ZMNIEJSZANIA UCIĄŻLIWOŚCI ODOROWYCH (część A)	10
2.1. Formalno-prawne podstawy i mechanizmy ochrony zapachowej jakości powietrza w Niemczech i Holandii	11
2.2. Techniki pomiarów emisji i imisji odorantów	
2.2.1. Metodyka badań emisji substancji zapachowo uciążliwych (oznaczanie stężenia odorantów w gazach odlotowych, liczba jednostek zapachowych LJZ [jz/m^3])	17
- Metody rozcieńczeń statycznych	17
- Metody rozcieńczeń dynamicznych	22
2.2.2. Metodyka terenowych ocen zapachowej uciążliwości źródeł zanieczyszczeń powietrza (imisja odorów)	23
- Oznaczanie liczby jednostek zapachowych w powietrzu atmosferycznym	23
- Oznaczania częstości występowania „godzin odorowych”	24
- Badania ankietowe i analizy skarg ludności	24
- Oznaczenia wskaźników chwilowej uciążliwości zapachowej	27
2.2.3. Metodyka ocen hedonicznej jakości zapachu	30
2.3. Rachunkowe prognozowanie zasięgu zapachowej uciążliwości emitorów zanieczyszczeń powietrza	33
2.4. Zapachowa charakterystyka zanieczyszczeń powietrza	37
2.5. Podstawy klasyfikacji działalności produkcyjnej i usługowej pod kątem zapachowej uciążliwości	40
2.6. Podstawy klasyfikacji metod oczyszczania gazów odlotowych pod kątem użyteczności dla ochrony zapachowej jakości powietrza	44
3. KONCEPCJA KRAJOWEJ STRATEGII ZMNIEJSZANIA UCIĄŻLIWOŚCI ODOROWYCH (część B)	52
3.1. Podstawy strategii. Koncepcja niezbędnych regulacji prawnych	53
3.2. Projekt procedury kontrolno-pomiarowej	63
3.2.1. Organizacja działań kontrolno-pomiarowych	69
3.2.2. Proponowane techniki pomiarów i obliczeń	74
3.3. Mechanizmy i instrumenty ekonomiczne	78
3.4. Ramowy program realizacji strategii ograniczania uciążliwości zapachowej (1997-2000)	81
4. LITERATURA	90

ZAŁĄCZNIKI

Załącznik 1

**ANALIZA MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA MODELI ROZPRZESTRZENIANIA
SIĘ ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA W PROCEDURZE LICENCYJNEJ
DOTYCZĄCEJ DZIAŁALNOŚCI ZAPACHOWO UCIAŹLIWYCH**

Opracowanie: zespół Politechniki Warszawskiej

Załącznik 2

**STĘŻENIA PROGOWE WĘCHOWEJ WYCZUWALNOŚCI ZANIECZYSZCZEŃ
POWIETRZA**

Opracowanie: zespół Politechniki Szczecińskiej

Załącznik 3

OPRACOWANIE LISTY DZIAŁALNOŚCI ZAPACHOWO UCIAŹLIWYCH

Opracowanie: zespół EKOCHÉM-Szczecin

Załącznik 4

**WYKAZ I CHARAKTERYSTYKA ZAKRESU STOSOWALNOŚCI TECHNIK
DEZODORYZACJI GAZÓW ODLOTOWYCH**

Opracowanie: zespół Politechniki Wrocławskiej

1. WPROWADZENIE

Gazy odlotowe mają często przykry zapach, mimo że nie są przekroczone graniczne wartości normowanych stężeń zanieczyszczeń. Za występowanie zapachu odpowiedzialne są domieszki śladowe, nie rejestrowane przez przyrządy, lub mieszaniny gazów nie toksycznych, dla których nie ustalono granicznych stężeń. W takich wypadkach egzekwowanie przez służby ochrony środowiska działań prowadzących do ograniczenia emisji zanieczyszczeń jest trudne, mimo że poprawa sytuacji nie zawsze wymaga bardzo kosztownych inwestycji (zapachowa uciążliwość wielu rodzajów działalności wiąże się z brakiem niezbędnej staranności).

Wspomniane trudności nie znikną dopóki do polskich aktów prawnych nie zostaną wprowadzone jednoznacznie zdefiniowane pojęcia z dziedziny odorymetrii (olfaktometrii), takie jak *"zapachowa jakość powietrza"*, *"emisja odorów wyrażona w jednostkach zapachowych w metrze sześciennym"* itp. Niezbędne jest równoczesne przeprowadzenie normalizacji odpowiednich procedur pomiarowych. Wykazanie powtarzalności oznaczeń umożliwi ustalenie powszechnie akceptowanych *"norm zapachowej jakości powietrza"* oraz *"dopuszczalnych emisji odorów"*. Ich wprowadzenia w życie coraz gwałtowniej domagają się mieszkańcy otoczenia wytwórni mączki rybnej lub mięsno-kostnej, zakładów farmaceutycznych, wysypisk odpadów komunalnych itp.

W krajach Unii Europejskiej próby określenia standardów zapachowej jakości powietrza trwają już od dawna, lecz nie są jeszcze zakończone [1-4]. W Polsce badania zapachowej uciążliwości różnych rodzajów działalności gospodarczej oraz sposobów jej ograniczania prowadzono już w latach sześćdziesiątych. Problemami dezodoryzacji zajmował się wówczas zespół Biura Projektów Ochrony Atmosfery "PROAT". W latach siedemdziesiątych nawiązano współpracę z Instytutem Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej i Instytutem Inżynierii Chemicznej i Chemii Fizycznej Politechniki Szczecińskiej. Wspólnie rozwiązywany problem badawczy był umieszczony w Centralnym Programie Badawczo-Rozwojowym na lata 1983-1989.

Efekty badań publikowano w Archiwum Ochrony Środowiska [5, 6 i inne] oraz w innych czasopismach krajowych. Opracowano cztery monografie [7-10], które ukazały się w Wydawnictwie Uczelnianym Politechniki Szczecińskiej. W roku 1993 zorganizowano Międzynarodowe Seminarium "ODOURS-Control, Measurement, Regulations" [11], poświęcone głównie. Materiały z Seminarium do dzisiaj budzą duże zainteresowanie, jako źródło trudno dostępnych informacji.

Stwierdzono, że rozwiązanie „problemu odorów” w Polsce wymaga przyspieszenia realizacji obszernego kilkietapowego programu działań badawczych, organizacyjnych i technicznych. Ogólny schemat zaproponowanego programu przedstawiono na rysunku 1 [10].



Rys. 1. Długofalowy program działań w dziedzinie ograniczania emisji odorów [10]

W roku 1990 opracowano szczegółowy trzyletni program badawczy "Zapachowa jakość powietrza" (mieszczący się w ramach etapu I), który został zakwalifikowany do finansowania przez Komitet Badań Naukowych. Środki uzyskane przez Politechnikę Szczecińską z KBN oraz Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska w Szczecinie umożliwiły zakup pierwszego w Polsce olfaktometru odpowiadającego standardom europejskim (aparatu firmy STROEHLEIN do oznaczania stężeń progowych węchowej wyczuwalności metodą rozcieńczeń dynamicznych). Olfaktometr zainstalowano w roku 1993 w specjalnie zaadaptowanych pomieszczeniach Pracowni Zapachowej Jakości Powietrza. W roku 1995 Pracownia otrzymała od KBN dodatkowe środki na zakończenie prac adaptacyjnych (zakup i montaż wysokosprawnej instalacji wentylacyjno-klimatyzacyjnej).

Formalne powołanie Pracowni oraz jej wyposażenie w nowoczesny sprzęt pozwoliło:

- zintensyfikować badania zapachowej uciążliwości różnych rodzajów działalności gospodarczej,
- zintensyfikować prace zmierzające do sformułowania projektów norm PN "Odorymetria" oraz propozycji krajowej strategii zmniejszania zapachowej uciążliwości,
- powołać na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Szczecińskiej kierunek dyplomowania "Zapachowa Jakość Powietrza" (kierunek kształcenia: "Ochrona Środowiska"), umożliwiającą rozpoczęcie kształcenia kadr przygotowanych do wprowadzania w życie oczekiwanych prawnych regulacji problemu "odorów".

Zadania zrealizowane w latach 1993-1996 dotyczyły wysypisk odpadów komunalnych, oczyszczalni ścieków, cukrowni, zakładów mięsnych (ubojnie, wędzarnie), przetwórci odpadów rybnych i mięsno-kostnych, wytwórni wyrobów tytoniowych, produkcji kwasu fosforowego oraz nawozów, hodowli broilerów itp. Najwięcej uwagi poświęcono problemom eksploatacji osadników Cukrowni "Szczecin" i składowisk odpadów komunalnych oraz produkcji kwasu fosforowego w Zakładach Chemicznych "Police". Oszacowano wskaźniki emisji odorów odniesione do jednostki masy przetwarzanego fosforytu [12] oraz wielkość strumienia odorów z jednostki powierzchni wysypiska odpadów komunalnych [13]. Gromadzono informacje na temat intensywności i hedonicznej jakości zapachu oraz częstości jego występowania w wybranych punktach otoczenia emitorów, umożliwiające określenie "klasy uciążliwości zapachowej" [14]. Doskonalono techniki oznaczeń wymienionych wielkości [15]. Rozpoczęto

próby określenia korelacji między efektami terenowych ocen zapachowej jakości powietrza i rezultatami komputerowej symulacji rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń powietrza, opartej na wynikach odorymetrycznych pomiarów emisji [16, 17].

Zespół Pracowni Zapachowej Jakości Powietrza korzysta z pomocy Instytutu Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej, od ponad dwudziestu lat prowadzącego badania w zakresie technik dezodoryzacji gazów odlotowych [4,18,19 i inne]. Współpracuje również EKOCHÉM i PROAT-Szczecin, Uniwersytet Szczeciński (Instytut Socjologii), Akademia Rolnicza (Katedra Mikrobiologii), WIOŚ-Szczecin (jakościowe i ilościowe oznaczenia zapachowo uciążliwych zanieczyszczeń powietrza i gazów odlotowych) i inne. W sprawach dotyczących modelowania rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń Pracownia utrzymuje kontakt z Instytutem Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej, Instytutem Ekologii Terenów Uprzemysłowionych w Katowicach i PROEKO Kalisz.

W roku 1996 zasadniczym celem zespołu Pracowni i jej współpracowników stało się wykonanie zadania: *„Przygotowanie materiałów dla krajowej koncepcji zmniejszenia uciążliwości odorowych”* (zamówienie Departamentu Ochrony Powietrza i Powierzchni Ziemi MOŚZNiL).

Harmonogram prac objął:

Część A

Uporządkowanie i uzupełnienie informacji na temat formalno-prawnych i pomiarowo-kontrolnych aspektów ograniczania zapachowej uciążliwości. Analiza zgromadzonych materiałów.

1. Opracowanie tematu: *Uciążliwość zapachowa w ustawodawstwie innych państw* (wykonawca: Politechnika Szczecińska)
2. Opracowanie tematu: *Techniki olfaktometrycznych pomiarów emisji i imisji odorów. Rozwiązania doraźne i perspektywiczne* (wykonawca: Politechnika Szczecińska)

3. Analiza możliwości wykorzystania modeli rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń powietrza w procedurze licencyjnej dotyczącej "działalności zapachowo uciążliwych" (wykonawca: Politechnika Szczecińska, Politechnika Warszawska)
4. Opracowanie listy zanieczyszczeń stanowiących największe zagrożenie zapachowej jakości powietrza, wraz z ich orientacyjną charakterystyką (wykonawca: Politechnika Szczecińska)
5. Opracowanie listy "działalności zapachowo uciążliwych", wskazanie charakterystycznych dla tych działalności zanieczyszczeń powietrza, wstępne określenie klasy/stopnia zapachowej uciążliwości w oparciu o analizę odpowiednich wytycznych VDI oraz opracowań dotyczących przyczyn skarg ludności, takich jak wykonane w 1994 r. w IOŚ-Warszawa (wykonawca: EKOCHÉM-Szczecin)
6. Opracowanie wykazu technik oczyszczania gazów odlotowych, które mogą być użyteczne jako techniki dezodoryzacji (wykonawca: Politechnika Wrocławska),

Część B

Prace koncepcyjne

1. Koncepcja długofalowej strategii zmniejszania uciążliwości odorowych oraz działań natychmiastowych,
2. Koncepcja procedur licencyjnych i pomiarowo-kontrolnych (możliwych do natychmiastowego wdrożenia oraz perspektywicznych),
3. Propozycje niezbędnych norm i wytycznych (ze wskazaniem potencjalnych wykonawców).

2. MATERIAŁY
DLA KRAJOWEJ STRATEGII
ZMNIEJSZANIA UCIAŹLIWOŚCI ODOROWYCH
(CZĘŚĆ A)

2.1. FORMALNO-PRAWNE PODSTAWY I MECHANIZMY OCHRONY ZAPACHOWEJ JAKOŚCI POWIETRZA W NIEMCZACH I HOLANDII

Piśmiennictwo, dotyczące sposobów prawnego uregulowania problemów zapachowej jakości powietrza, jest bardzo ubogie. Najbardziej jednoznacznie i kompleksowo zagadnienie zostało opisane w materiałach niemieckich.

W Republice Federalnej Niemiec konieczność ograniczania imisji i emisji odorów wynika z zapisów Niemieckiej Federalnej Ustawy o Ochronie przed Imisją (Bundes-Immissionsschutzgesetz, BImSchG) oraz TA-Luft (Instrukcja Techniczna-Powietrze). W rozumieniu Ustawy BImSchG występujące w środowisku uciążliwości, takie jak uciążliwość zapachowa, powinny być uznane za czynniki wywierające „szkodliwy wpływ na środowisko” i muszą być ograniczane.

Ograniczenia obowiązują wszystkie zakłady przemysłowe, niezależnie od tego, czy podlegają procedurze zatwierdzania działalności zgodnie z wykonawczym rozporządzeniem nr4 do BImSchG. Sposób egzekwowania tych ograniczeń jest różny w poszczególnych krajach RFN. Opiera się zwykle na przepisach TA-Luft oraz Wytycznych VDI: Techniczne Zasady i Przepisy (VDI-Richtlinien).

Próby jednoznacznego prawnego uregulowania problemów uciążliwości zapachowej są najbardziej zaawansowane w Północnej Westfalii. Dokument „Imisja odorów - wytyczne” [3], opublikowany w lutym 1993 r., został zatwierdzony przez Krajowy Urząd do spraw Kontroli Zanieczyszczeń Powietrza (Landesausschutz für Immissionsschutz) i zalecony do ogólnego stosowania w pozostałych krajach federacji.

Według Wytycznych „Imisja odorów” analiza istniejącej i przewidywanej uciążliwości zapachowej opiera się na częstości występowania przekroczeń progowego stężenia węchowej wyczuwalności zanieczyszczeń powietrza. Wielkość tę wyraża się w „godzinach odorowych w skali roku”. Określono szczegółowe procedury obliczania tych częstości na podstawie wielkości emisji odorantów, wyrażonej w jednostkach zapachowych na sekundę. Opisano zalecaną metodykę odorymetrycznych oznaczeń emisji [20] oraz metodykę terenowych

pomiarów częstości pojawiania się zapachu (częstości występowania „godzin odorowych”) [1, 21].

Graniczne częstości występowania „godzin odorowych” w skali roku (standardy IW) uzależniono od sposobu użytkowania terenu. Zostały zestawione w tabeli 1.

Tabela 1

Standardy imisji zanieczyszczeń zapachowo uciążliwych w Niemczech [3]
(IW - graniczna wartość względnej częstości występowania „godzin odorowych”)

Sposób użytkowania terenu	Standard imisji IW
Obszary mieszkalne i mieszane	0.10
Obszary handlowo-przemysłowe	0.15

Poza wymienionymi standardami istnieją zalecenia resortu rolnictwa, dotyczące procedury przekazywania gruntów budowlanych w ramach tak zwanego B-Planu. Wykorzystywana jest klasyfikacja terenów, przytoczona w tabeli 2. W czterech wytypowanych klasach obowiązują różne graniczne wartości stężeń odorantów i graniczne częstości przekroczeń tych stężeń.

Tabela 2

Graniczne częstości przekroczeń ustalonych stężeń odorantów na obszarach o różnym charakterze według zaleceń niemieckiego resortu rolnictwa [22]

Sposób użytkowania gruntów	Wartości graniczne	
	Stężenie odorantów [jz/m ³]	Graniczna częstość przekroczeń [% godzin roku]
Obszary mieszkalne	1	3
Obszary o mieszanym przeznaczeniu	1	5
Obszary wiejskie	1	8
	3	3
Obszary przemysłowe	1	10
	3	5

Oceny imisji substancji zapachowo uciążliwych wykonuje się:

- w odniesieniu do sytuacji istniejącej (badania „tła”, pomiary kontrolne),
- w odniesieniu do sytuacji przewidywanej w oparciu o dane projektowe (procedury licencyjne).

Pierwotne obciążenie (Vorbelastung, IV) określa się w punktach regularnej siatki pomiarowej o promieniu równym trzydziestu wysokościami emitora. Osoby uczestniczące w teście są kierowane do punktów siatki 13 lub 26 razy. Uczestnik pomiarów przebywa we wskazanym punkcie przez 10 minut. Jeżeli odczuwa zapach przez więcej niż jedną minutę, stwierdził wystąpienie „godziny odorowej”. Bezwzględne liczby „godzin odorowych w narażach każdej jednostki obszaru są sumowane, a następnie dzielone przez wielkość próby (łącznie liczbę pomiarów). Otrzymany iloraz mnoży się przez współczynnik korygujący (k), otrzymując ostateczny wynik badania (IV).

Współczynnik korygujący przyjmuje wartości od 1.3 do 1.7, zależnie od sposobu użytkowania terenu i liczby wykonanych oznaczeń (tabela 3).

Tabela 3

Współczynniki korygujące (k), stosowane podczas określania istniejącej imisji substancji zapachowo uciążliwych (częstość występowania „godzin odorowych” IV) [1, 3]

Liczba wykonanych pomiarów; N	Obszar mieszkalno-mieszany	Obszar handlowo-przemysłowy
$4 * 13 = 52$	1,7	1,6
$4 * 26 = 104$	1,5	1,3

Oszacowania częstości występowania godzin odorowych wokół projektowanych zakładów przemysłowych (obciążenie dodatkowe, Zusatzbelastung, IZ) wykonuje się korzystając z modelu rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń, skalowanego na podstawie badań „in situ”. Z normą jakości powietrza (tabela 1) porównywana jest suma: $IG = IV + IZ$.

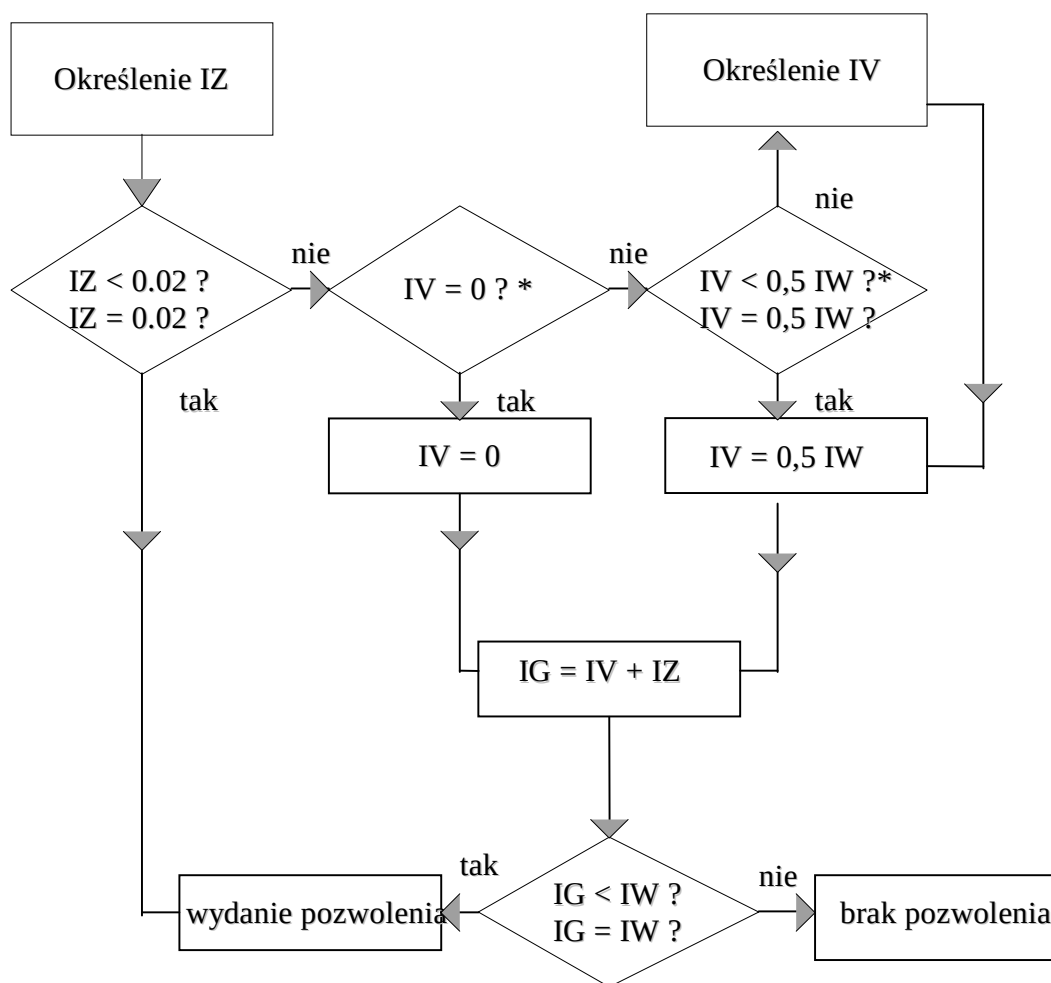
W toku procedury licencyjnej właściciel zakładu (inwestor) musi udowodnić, że w projekcie przewidziano środki zapobiegające szkodliwym wpływom zakładu na środowisko i prowadzenie działalności nie spowoduje przekroczeń norm imisji. Ekspertyza, wykonana na podstawie zatwierdzonej dokumentacji, musi zawierać:

- ocenę projektu na tle aktualnego stanu wiedzy na temat projektowanej technologii,
- ocenę efektywności zastosowanych środków redukcji emisji,
- prognozę emisji dla projektowanego zakładu (opartą wyłącznie na pomiarach emisji w istniejących zakładach),
- obliczenie spodziewanej uciążliwości, powodowanej przez emisję,
- ocenę imisji na tle jej wartości granicznych.

Schemat procedury licencyjnej przedstawiono na rysunku 2.

Specyficzne procedury licencyjne są stosowane w odniesieniu do produkcji rolniczej i hodowlanej. Licencji wymagają tylko duże ферmy (na przykład więcej niż 250 macior lub 700 tuczników). Zezwolenia dla ferm mniejszych są wydawane zgodnie z federalnym prawem kontroli emisji (konieczne jest zastosowanie ograniczających emisję środków technicznych, opisanych w odpowiednich wytycznych). W niektórych wypadkach podstawą wydania decyzji są zamieszczone w wytycznych „diagramy odległości” (uzależnienie lokalizacji od wielkości ферmy i sposobu prowadzenia hodowli) [24].

Działania kontrolno-pomiarowe, dotyczące zapachowej jakości powietrza, są podejmowane z inicjatywy zakładu, organu nadzorującego lub wskutek skarg ludności. Wykonują je autoryzowane zespoły ekspertów, czasem z udziałem przedstawicieli zakładu (zgodnie z rozporządzeniem 26 BImSchG). W wypadku stwierdzenia przekroczeń granicznych częstości występowania „godzin odorowych” właściciel zakładu otrzymuje polecenie jego modernizacji z określonym terminem realizacji (zależnym od sytuacji, czasem kilkuletnim).



Rys. 2. Schemat procedury licencyjnej dla zakładów emitujących substancje zapachowo uciążliwe w Niemczech [1]

IV - obciążenie istniejące (tło)

IZ - obciążenie dodatkowe

IG - obciążenie wynikowe (całkowite): $IG = IV + IZ$

IW - norma jakości powietrza

* - nie jest wymagane przeprowadzenie pomiarów „tła”

Podobne rozwiązania formalno-prawne są preferowane w Holandii [2, 25]. Wstępna norma jakości powietrza została tam wydana przez Ministerstwo Planowania Publicznego i Środowiska już w roku 1984. Ustanowiono graniczne częstości przekroczeń stężenia

progowego wyczuwalności zapachu, które nie powinny być przekraczane przy najbliższych budynkach mieszkalnych (tabela 4). Norma jest wykorzystywana przez władze miejskie i wojewódzkie podczas wydawania licencji. Stosowane są olfaktometryczne pomiary emisji, prowadzone zgodnie z krajową normą, oraz zalecany Narodowy Model Dyspersji [2, 25, 26]. Norma holenderska „Olfaktometria” [26] była jednym z najważniejszych wzorów, wykorzystywanych przy formułowaniu normy europejskiej [25].

Tabela 4

Najwyższe dopuszczalne częstości przekroczeń
granicznych stężeń odorów w Holandii [2, 25]

Sytuacja	Częstość przekroczeń [%]	Stężenie odorów [jz/m ³]
zakłady istniejące	2	1
zakłady nowe	0.5	1
źródła okresowe i zmienne	0.01	10

2.2. TECHNIKI POMIARÓW EMISJI I IMISJI ODORANTÓW

2.2.1. Metodyka badań emisji substancji zapachowo uciążliwych (oznaczenia stężeń odorantów w gazach odlotowych, LJZ [jz/m^3])

Zalecane w krajach europejskich metody określania wielkości emisji „odorów” polegają na stosowaniu statycznych lub dynamicznych rozcieńczeń próbek badanego gazu do osiągnięcia stężenia progowego węchowej wyczuwalności (stężenia, przy którym zapach jest wyczuwany przez 50% reprezentatywnej grupy ludzi) [20,25,26]. Krotność takiego rozcieńczenia jest miarą stężenia odorantów, wyrażonego w jednostkach zapachowych w metrze sześciennym („liczba jednostek zapachowych” LJZ [jz/m^3]).

W Pracowni Zapachowej Jakości Powietrza stosowane są metody rozcieńczeń statycznych i dynamicznych.

Metody rozcieńczeń statycznych

Odpowiednie ilości badanego gazu i czystego powietrza są mieszane w workach z folii (z użyciem pomp mikrodozujących, strzykawek chromatograficznych lub lekarskich itp). Podczas ocen zapachu mieszaniny gazów przez kilkunastoosobowe zespoły uczestników pomiarów (ekspertów) są stosowane dwie procedury:

- gromadzenie odpowiedzi na pytanie: *"Czy czujesz zapach ?"* (metoda "TAK-NIE"),
- gromadzenie odpowiedzi na pytanie: *"Czy zapach próbki jest silniejszy od zapachu wzorca?"*

Poszukiwana metodą "TAK-NIE" liczba jednostek zapachu (LJZ [jz/m^3]) jest liczbowo równa wartości rozcieńczenia próbki (R), przy którym rejestruje się 50% odpowiedzi TAK. Mediana może być oznaczana graficznie lub analitycznie (uważa się, że w zakresie od 16 do 84% udział odpowiedzi "TAK" jest liniową funkcją logarytmu z rozcieńczenia).

Druga z wymienionych metod oznaczania LJZ polega na porównywaniu zapachu próbek, otrzymanych przez R-krotne rozcieńczenie próbki badanej, z zapachem wzorców w postaci serii roztworów n-butanolu o kolejnych numerach NrB [6]. Początek n-butanolowej skali intensywności zapachu ($I=0$) lokuje się w punkcie osi liczbowej $\text{NrB}=\text{NrB}_0$, odpowiadającym

medianie rozkładu odpowiedzi: *Czuję zapach n-butanolu* (interpolowana wartość NrB odpowiadająca hipotetycznemu roztworowi, którego zapach byłby wyczuwany przez połowę populacji). Medianę można określać graficznie w oparciu o histogramy sporządzane na podstawie zebranych wskazań. Intensywność zapachu (I) jest definiowana jako różnica między wartością NrB₀ i w podobny sposób wyznaczonym numerem NrB hipotetycznego wzorca o zapachu tak samo silnym jak zapach ocenianej próbki. Liczbową wartość NrB wyznacza się prezentując ekspertom próbkę i wzorce (w kolejności rosnących stężeń) do momentu uzyskania odpowiedzi: *Zapach wzorca jest silniejszy*. Wynikiem jednego eksperta jest przedział między wskazanym i poprzednim numerem wzorca (tabela 5). Wynik oznaczenia zespołowego określa się graficznie jako medianę rozkładu wszystkich zgromadzonych odpowiedzi w poszczególnych klasach NrB.

Tabela 5

Sposób rejestracji indywidualnych ocen intensywności zapachu próbek A, B i C przez porównanie ze skalą n-butanolowych wzorców intensywności [16]

Numer wzorca n-butanolowego	Symbol próbki			
	Zero	A	B	C
NrB				
9 - 8				
8 - 7	x			
7 - 6				x
6 - 5		x		
5 - 4				
4 - 3			x	
3 - 2				
2 - 1				

Jeżeli roztwory n-butanolu przygotowuje się przez kolejne dwukrotne rozcieńczenia wodą intensywność zapachu, zdefiniowana jako:

$$I = \text{NrB}_0 - \text{NrB}$$

jest liczbą z zakresu od 0 do 7 (skala siedmiostopniowa). Zmiana krotności kolejnych rozcieńczeń wzorca podstawowego pozwala otrzymywać skale wzorców intensywności o innej liczbie stopni.

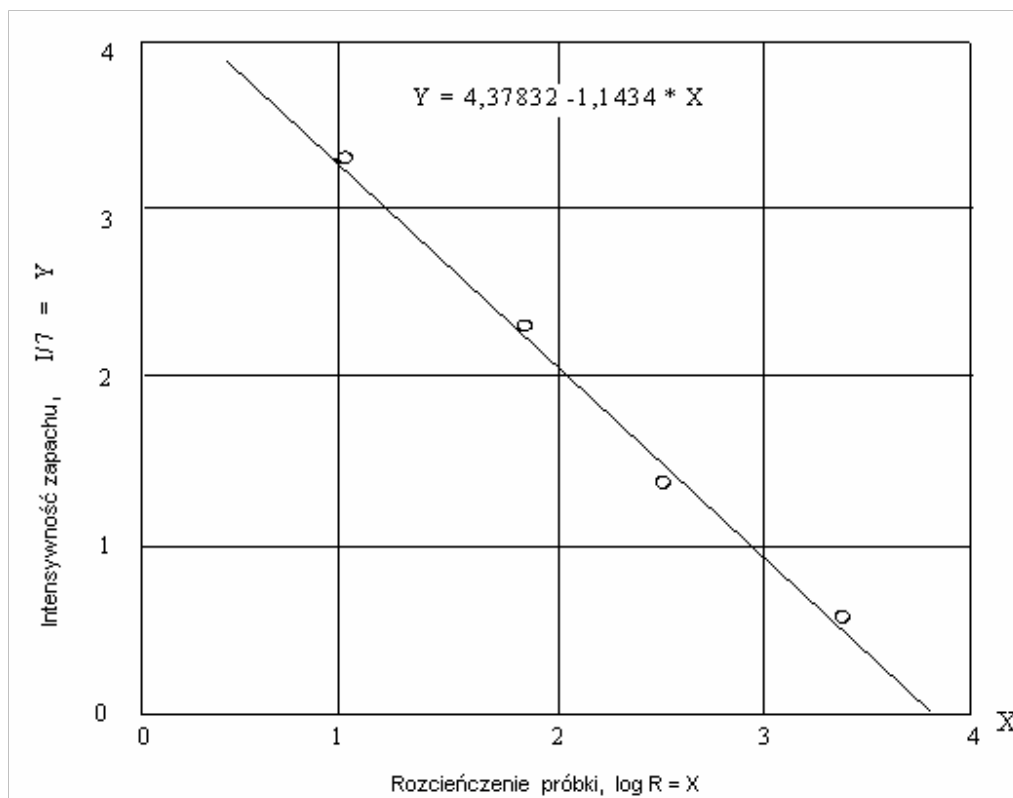
Wyniki serii pomiarów intensywności zapachu kilku R-krotnie rozcieńczonych próbek badanego gazu (I_R) pozwalają obliczyć liczbę jednostek zapachowych w próbce wyjściowej (ekstrapolacyjna metoda oznaczania LJZ). Podstawą obliczeń jest prawo Webera-Fechnera wiążące intensywność wrażeń zmysłowych z siłą bodźca. W odniesieniu do omawianej procedury wyznaczania LJZ można je sformułować jako:

$$I_R = k * \log LJZ_R = k * \log (LJZ/R) = m - k * \log R,$$

skąd: $\log LJZ = m/k,$

gdzie: I_R - intensywność zapachu próbki rozcieńczonej R-krotnie, k - współczynnik Webera-Fechnera (współczynnik nachylenia prostej w układzie współrzędnych $I - \log R$, LJZ i LJZ_R - liczba jednostek zapachu w próbce przed rozcieńczeniem i po rozcieńczeniu R-krotnym, R - krotność rozcieńczenia badanej próbki, m - stała empiryczna.

W tabeli 6 i na rysunku 3 przedstawiono dla przykładu wyniki odorymetrycznego badania próbki, pobranej na fermie norek, bezpośrednio przy klatkach [16].



Rys. 3. Typowa zależność intensywności zapachu gazu (I_7) od stopnia rozcieńczenia próbki czystym powietrzem (R), ilustrujące prawo Webera-Fechnera [16]

Tabela 6

Wyniki ocen odorymetrycznych zmierzających do określenia wartości współczynnika Webera-Fechnera i liczby jednostek zapachowych (LJZ)

NrB - numer wzorca n-butanolowego, NrB* - mediana zbioru wskazań, I_7 -intensywność zapachu, H_1 , H_2 -wysokość „słupa gazu przed i po rozcieńczeniu, R - krotność rozcieńczenia próbki wyjściowej

ZADANIE						NrB	Rozkład wskazań klasy	NrB*	I ₇																				
Oznaczenie numeru wzorca progowego						<5	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																					6.4	0
						5-6	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																						
6-7	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																												
7-8	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																												
Określenie LJZ [jz/m ³] i k																													
Krok	H ₁	H ₂	H ₂ /H ₁	R	logR	NrB	Rozkład wskazań klasy	NrB*	I ₇																				
1	7	62	8,9	8,9	0,95	<1	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																					3,1	3,3
						1-2	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																						
						2-3	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																						
						3-4	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																						
4-5	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																												
5-6	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																												
6-7	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																												
2	8	64	8	71	1,85	<1	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																					4,1	2,3
						1-2	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																						
						2-3	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																						
						3-4	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																						
4-5	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																												
5-6	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																												
6-7	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																												
3	13	62	4,8	341	2,53	<1	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																					5,0	1,4
						1-2	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																						
						2-3	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																						
						3-4	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																						
4-5	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																												
5-6	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																												
6-7	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																												
4	10	66	6,6	2250	3,35	<1	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																					5,8	0,6
						1-2	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																						
						2-3	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																						
						3-4	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																						
4-5	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																												
5-6	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																												
6-7	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																												
7-8	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																												

Metody rozcieńczeń dynamicznych

Od roku 1993 pomiary liczby jednostek zapachowych są w Pracowni wykonywane również metodą rozcieńczeń dynamicznych z użyciem olfaktometrów. Olfaktometr umożliwia rozcieńczanie strumienia badanego gazu strumieniem powietrza w zakresie od 1:1 do 1:10000. Przepływ gazu jest utrzymywany na stałym poziomie $6 \text{ dm}^3/\text{min.}$, niezależnie od stosowanego rozcieńczenia (istnieje możliwość zastosowania pompy dodatkowej: 18 l/min.). Ekspertom prezentuje się rozcieńczony strumień o stopniowo wzrastającym stężeniu. Podstawowa procedura polega na stosowaniu zaprogramowanego rytmu: prezentacja-przerwa. Prowadzący pomiar może zmieniać, w stosunkowo szerokim zakresie: czas prezentacji próbki i czas przerwy, stosunek kolejno prezentowanych stężeń ("krok"), częstotliwość losowej prezentacji "ślepej próbki" itp. Rola ekspertów ogranicza się do przyciśnięcia odpowiedniego przycisku, jeżeli czują zapach w chwili zapalenia się lampki sygnalizującej kolejną prezentację.

Rozcieńczenia dynamiczne w olfaktometrze Stroehlein (lub innych) mogą być wykorzystywane również podczas ocen LJZ opisaną wyżej metodą ekstrapolacyjną (zastąpienie procedury „TAK-NIE” porównaniami intensywności zapachu próbki i wzorca).

Wymienione metody oznaczania liczby jednostek zapachowych zastosowano w okresie 1993-1995 podczas badań emisji odorów z takich zakładów jak: wytwórnie kwasu fosforowego w ZCh Police, zakłady mięsne, zakłady wyrobów tytoniowych, przetwórnice ryb i krewetek, wytwórnie mączki rybnej itp. Wielokrotnie uzyskano potwierdzenie spostrzeżeń, że informacje o jakościowym i ilościowym składzie strumieni gazów odlotowych rzadko pozwalają przewidywać efekty węchowe.

Oceniając użyteczność trzech stosowanych procedur oznaczania LJZ stwierdzono, że metodą najwygodniejszą jest metoda ekstrapolacyjna. Może być zastosowana w warunkach terenowych, dzięki czemu nie wymaga kłopotliwego transportu do Pracowni próbek badanych gazów lub przewożenia kosztownych urządzeń do miejsca pomiarów. Sugerowana w instrukcjach olfaktometru Stroehlein prostota i szybkość oznaczeń jest pozorna. Prawidłowo wykonane serie pomiarów wymagają żmudnych pomiarów wstępnych, zmierzających do określenia rytmu prezentacji gwarantującego niezbędną czystość strumienia gazu przed każdą z kolejnych prezentacji. Przedłużanie przerw między pojedynczymi prezentacjami i między kolejnymi seriami ocen węchowych utrudnia organizację pomiarów i zwiększa ich koszty.

Za pożądane uznano wyposażenie Pracowni w olfaktometr przewoźny kilkustanowiskowy (bezpośrednie połączenie olfaktometru ze źródłem ocenianych przemysłowych gazów odlotowych, równoczesna praca kilku ekspertów). W Niemczech i w Holandii olfaktometry tego rodzaju są stosowane w ruchomych laboratoriach odorymetrycznych, instalowanych w kontenerach lub samochodach typu BUS.

2.2.2. Metodyka terenowych ocen zapachowej uciążliwości źródeł zanieczyszczeń powietrza (imisja odorów)

Badania imisji odorantów są dużo trudniejsze od badań emisji. Zasięg zapachowej uciążliwości emitorów bywa określany na podstawie wyników pomiarów wprowadzanego do powietrza ładunku odorów ($[jz/s]$) i komputerowej symulacji rozprzestrzeniania się w atmosferze. Terenowe badania (pomiar „tła”, oceny rzeczywistego wpływu inwestycji na zapachową jakość powietrza, weryfikacja modeli dyspersji) polegają najczęściej na oznaczaniu stężenia odorantów w jednostce objętości powietrza (LJZ) lub częstości przekroczeń progowego stężenia węchowej wyczuwalności (częstości pojawiania się zapachu). Bywają również wykorzystywane ankietowe badania stopnia uciążliwości odorów lub analizy spontanicznych skarg ludności ocenianego terenu.

Oznaczanie liczby jednostek zapachowych w powietrzu atmosferycznym

Precyzyjne oznaczenie LJZ [jz/m^3] w powietrzu atmosferycznym metodą rozcieńczeń wymaga wykonywania pomiarów w warunkach terenowych - w specjalnie wyposażonym laboratorium odorymetrycznym, z udziałem grupy ekspertów, którym należy zapewnić możliwość przebywania w czystej, bezwonnej atmosferze. Druga, mniej kosztowna procedura polega na pobieraniu próbek powietrza do worków z folii o niezbędnej szczelności i chemicznej neutralności i ich przewożeniu do stacjonarnego laboratorium. W porównaniu z pomiarami stężeń emisyjnych procedura jest znacznie bardziej kłopotliwa ze względu na niezbędne objętości próbek (kilkadziesiąt lub ponad sto decymetrów sześciennych, zależnie od stopnia zanieczyszczenia powietrza). Ograniczenie kosztów pociąga za sobą zmniejszenie wiarygodności analizy (błędów

związanych z permeacją przez folię, adsorpcją, reakcjami chemicznymi w fazie gazowej itp nie da się uniknąć).

Kłopotliwe metody rozcieńczeń do stężenia progowego mogą być z powodzeniem zastąpione pośrednimi metodami pomiarów, polegającymi na określaniu intensywności zapachu i wykorzystaniu prawa Webera-Fechnera [16] (patrz: *Oznaczanie wskaźników chwilowej uciążliwości zapachowej*).

Oznaczanie częstości występowania „godzin odorowych”

Wdrażana w Niemczech procedura ocen imisji odorów opiera się na stwierdzeniu, że liczba skarg ludności na uciążliwe odory jest w największym stopniu zależna od częstości pojawiania się zapachu. Do aktów prawnych dotyczących jakości powietrza wprowadzono pojęcie „godziny odorowej”. Procedura oznaczeń częstości występowania „godzin odorowych” na ocenianym obszarze wymaga udziału ekspertów o sprawdzonej wrażliwości węchu. Są kierowani do wyznaczonych punktów siatki pomiarowej, gdzie stwierdzają obecność zapachu (wynik: jeden) lub jego brak (wynik: zero). Rezultatem pomiarów jest wartość średnia z 54 lub 108 ocen (obliczana z uwzględnieniem odpowiednich współczynników korygujących, określonych w wytycznych). W sytuacjach, gdy zapach pojawia się okresowo, mierzony jest czas wyczuwalności zapachu w okresie dziesięciu minut. Występowanie „godziny odorowej” stwierdza się wówczas, gdy zapach jest wyczuwalny łącznie przez co najmniej jedną minutę. Seria pomiarów, wykonanych w różnych sytuacjach meteorologicznych, pozwala stwierdzić, czy spełniona jest norma jakości powietrza, określająca graniczną wartość udziału godzin odorowych w skali roku lub sezonu [1,3,21].

Badania ankietowe i analizy skarg ludności

Badania opinii ludności są w USA, Holandii, Niemczech i innych krajach jedną z podstawowych metod ocen zapachowej jakości powietrza. W Niemczech zostały opracowane, z wykorzystaniem bogatych doświadczeń holenderskich, wytyczne VDI Richtlinien 3883 [27], precyzyjnie określające tryb zbierania opinii i sposób ich opracowywania. Zdefiniowano „indeks zapachowej uciążliwości” I_k :

$$I_k = (\sum W_i N_{ki}) / N_k$$

gdzie:

I_k - indeks uciążliwości dla tygodnia k , N_k - łączna liczba obserwacji w tygodniu k , i - kategoria uciążliwości (od 0 do 5 według tabeli 7), W_i - współczynnik wagi kategorii uciążliwości i , N_{ik} - liczba obserwacji w tygodniu w kategorii i .

Tabela 7

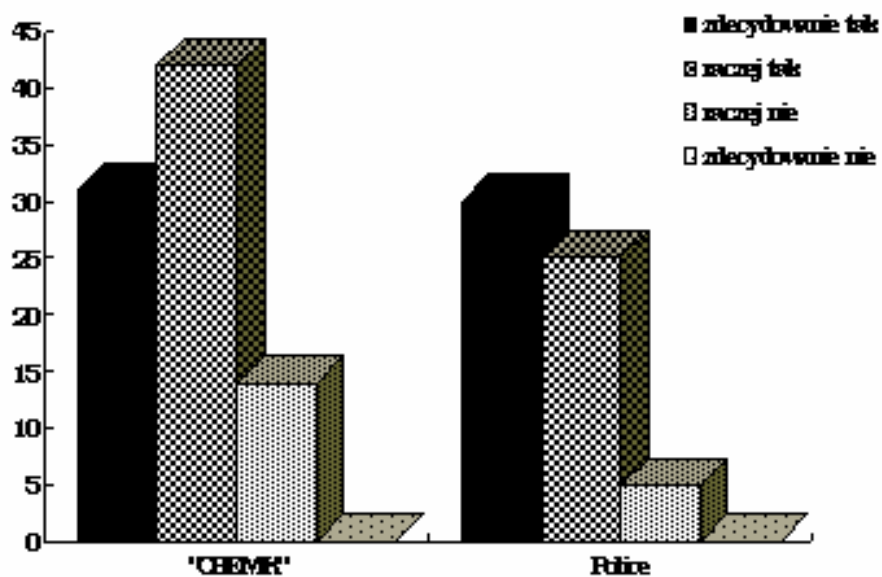
Kategorie zapachowej uciążliwości według VDI-Richtlinien 3883 [27]

Kategoria uciążliwości i		Współczynnik wagi W_i
Brak zapachu	0	0
Brak uciążliwości	1	0
Mała uciążliwość	2	25
Uciążliwość	3	50
Duża uciążliwość	4	75
Skrajna uciążliwość	5	100

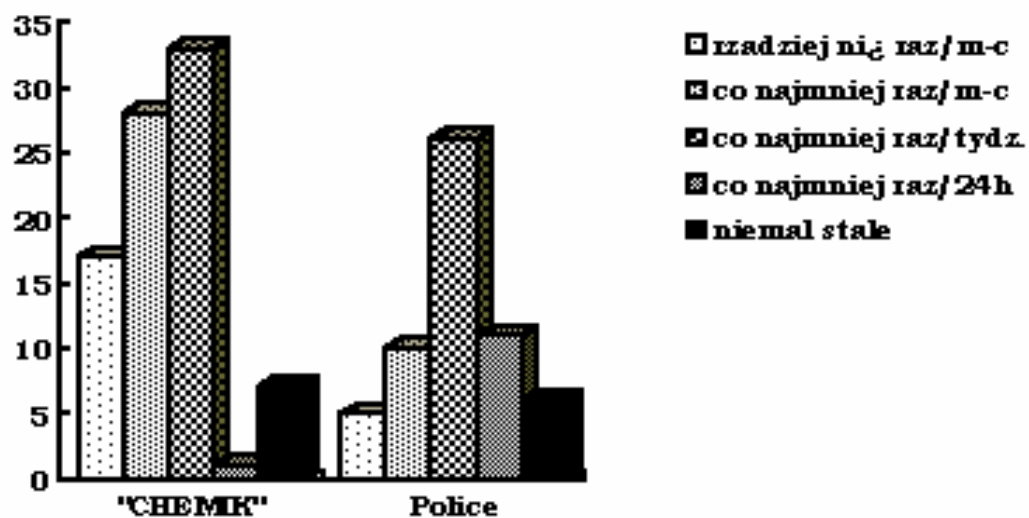
Badania, które prowadzi zespół Pracowni Zapachowej Jakości Powietrza, z udziałem studentów Politechniki Szczecińskiej, są częściowo wzorowane na wytycznych VDI. Rysunki 4 i 5 ilustrują rozkład odpowiedzi na dwa pytania ankiety, wykorzystywanej podczas sondażu opinii mieszkańców otoczenia Zakładów Chemicznych „Police” [28].

Pracownia nawiązała kontakt z Instytutem Socjologii Uniwersytetu Szczecińskiego, w którym rozpoczęto opracowywanie „Kart monitoringu zapachowego”, wypełnianych przez mieszkańców ocenianego terenu każdego dnia przez okres miesiąca (praca w toku). Przewiduje się, że tak przeprowadzony monitoring ułatwi wyjaśnienie przyczyn skarg (określenie roli poszczególnych zakładów, zlokalizowanych w badanym rejonie).

Zgromadzone wymienionymi metodami informacje na temat zapachowej jakości powietrza mogą być uzupełnione w wyniku analizy spontanicznych skarg ludności (dotyczy to zwłaszcza większych obszarów o dużym zaludnieniu i dłuższych okresów). Cenny przykład możliwości wykorzystania rejestrów skarg zawiera opracowanie Instytutu Ochrony Środowiska w Warszawie [34].



Rys. 4. Rozkład odpowiedzi na pytanie ankiety: „Czy zapach, występujący w otoczeniu miejsca zamieszkania, jest dla Pani/Pana uciążliwy ?” (liczba odpowiedzi zebranych w osiedlu mieszkaniowym „Chemik” i w centrum miasta Police)



Rys. 5. Rozkład odpowiedzi na pytanie ankiety: „Jak często występuje uciążliwy zapach?” (liczba odpowiedzi zebranych w osiedlu mieszkaniowym „Chemik” i w centrum miasta Police)

Oznaczanie wskaźników chwilowej uciążliwości zapachowej

Opisane wyżej metody badań imisji odorantów są mało przydatne podczas prowadzonych przez służby ochrony środowiska kontroli interwencyjnych, lub w toku pomiarów zmierzających do rzetelnej terenowej weryfikacji różnych modeli rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń powietrza. W wymienionych wypadkach występuje potrzeba określenia chwilowej wartości imisji w określonej sytuacji meteorologicznej i technologicznej i w wybranym punkcie terenu.

Na podstawie przebiegu badań zapachowej uciążliwości wysypisk odpadów komunalnych, oczyszczalni ścieków, zakładów mięsnych, cukrowni, wytwórni mączki rybnej itp. stwierdzono, że podczas normalizacji procedury oznaczeń imisji odorantów należy brać pod uwagę przede wszystkim możliwości określania:

- chwilowej uciążliwości zapachowej w „minutach zapachowych” (liczbie minut wyczuwalności zapachu w dziesięciu minutach kontroli, LMZ/10),
- najwyższej intensywności zapachu, występującej w okresie kontroli,
- hedonicznej jakości zapachu w okresie kontroli (patrz pkt. 2.2.3).

Pomiary „liczby minut zapachowych” w dziesięciu minutach kontroli (LMZ/10) polegają na określaniu, z użyciem stoperów, przez jaką część okresu dziesięciominutowego zapach powietrza jest wyczuwalny i rozpoznawalny [15]. Pomiar jest powtarzany co najmniej trzykrotnie przez każdego członka zespołu 3-4-osobowego. Uczestnicy zajmują stanowiska w narożach ocenianego obszaru. Rejesrują wrażenia węchowe oraz informacje o sytuacji meteorologicznej (w chwili pomiaru i w okresie poprzedzającym): temperatura, kierunek i prędkość wiatru, zachmurzenie, opad. Uzyskano stosunkowo dobrą powtarzalność wyników oznaczeń.

W ostatnich latach opisana procedura pomiarów terenowych została udoskonalona [16]. Wynikiem pomiaru jest „profil zapachowy”, pozwalający określić nie tylko częstość przekroczeń progu wyczuwalności zapachu, ale również częstość występowania zapachu określanego jako wyraźny, mocny lub bardzo mocny. Procedurę opisano poniżej na przykładzie dotyczącym otoczenia fermy norek.

W otoczeniu fermy wyznaczono kilkanaście kontrolnych obszarów o wymiarach 10*10 metrów. Czteroosobowa ekipa pomiarowa, zajmująca naroża obszaru, rozpoczynała ocenę równocześnie. Co piętnaście sekund notowano wrażenia węchowe, stosując skalę intensywności zapachu (I_3): 0, 1, 2 i 3. Stwierdzono, że chwilowa charakterystyka obszaru może być oparta na informacjach zebranych w okresie pięciu minut. Wygodny sposób rejestracji wrażeń dotyczących kolejnych okresów piętnastosekundowych przedstawiono na rysunku 6. Ocena „0” (krzyżyk w kratce nie wypełnionej) oznacza brak zapachu charakterystycznego dla ocenianego źródła zanieczyszczeń. Ocena „1” (krzyżyk w polu najjaśniejszym) odpowiada stwierdzeniu obecności zapachu bardzo słabego (ledwo wyczuwalnego, ale rozpoznawalnego). Oceny „2” i „3” (kolejne stopnie zaciemnienia pola) przypisywano sytuacjom, w których stwierdzano zapach wyraźny lub mocny.

Zbiór zgromadzonych ocen indywidualnych wykorzystywano do określenia wartości średniej dla pięciu minut kontroli oraz wartości chwilowej maksymalnej (okres piętnastosekundowy, w którym zapach był najsilniejszy). Zbiorczą kartę wyników przedstawiono na rysunku 7. Zawiera zestawienie osiemdziesięciu jednostkowych ocen zapachu powietrza (cztery osoby, 5 minut, cztery oceny na minutę) w formie słupków charakteryzujących intensywność zapachu w kolejnych okresach piętnastosekundowych. Różne wypełnienia pól rysunku umożliwiają porównanie opinii czterech członków ekipy. Jednakowe wypełnienie jednej, dwóch lub trzech kratek w słupku oznacza, że jeden z ekspertów stwierdził intensywność 1, 2 lub 3.

Intensywność średnią dla okresu pięciominutowego (wynik zespołowy) obliczano jako średnią arytmetyczną dla zbioru wyników indywidualnych. Intensywność maksymalną piętnastosekundową można odczytać bezpośrednio z osi rzędnych wykresu zbiorczego (rys.7, średnia z czterech ocen indywidualnych w chwili wystąpienia najsilniejszego zapachu).

Poza „średnią pięciominutową intensywnością zapachu” oraz wartością „maksymalną 15-sekundową” ($I_{\text{średnia},5\text{min.}}$ i $I_{\text{maks.15s.}}$) przedstawiony na rysunku 2 „profil uciążliwości” pozwala określić inne wartości charakterystyczne, które mogą znaleźć zastosowanie podczas formułowania norm zapachowej jakości powietrza. Wśród nich można wymienić dla przykładu procentowe udziały odpowiedzi „czuję zapach” (% „TAK”) lub odpowiedzi „zapach jest co najmniej wyraźny” (% odpowiedzi: „dwójka” lub „trójka”) wśród osiemdziesięciu zebranych ocen. Udział pól wypełnionych odniesiony do całego pola jest również charakterystyczną miarą zapachowej jakości powietrza. Został określony symbolem $\%UZ_{\text{maks}}$, w którym skrót UZ_{maks}

1 minuta		x				x					x					x
2 minuta			x			x			x				x			
3 minuta	x					x				x			x			
4 minuta	x					x				x					x	
5 minuta			x			x			x					x		
sekunda:	15				30				45				60			

Rys. 6. Sposób rejestracji indywidualnych ocen intensywności zapachu w pięciominutowym okresie kontroli (0 - brak zapachu, 1 - zapach bardzo słaby/ledwo wyczuwalny, 2 - zapach słaby/wyraźny, 3 - zapach mocny/bardzo mocny)

Data:		12.11.96		Miejsce pomiarów:		POLICE		Symbol obszaru:		P12													
Temperatura:		10 ° C		Zachmurzenie:		8/8		Wiatr :		NW, 1-2 m/s													
I N T E N S Y W N O Ś Ć	3																						
	2																						
	1																						
sekundy	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	45	60			
minuty	1				2				3				4				5						

Rys. 7. Wyniki oceny intensywności zapachu w pięciominutowym okresie kontroli (przykład)

oznacza „maksymalną uciążliwość zapachową”, występującą gdy cztery osoby stwierdzają intensywność „3” przez cały okres kontroli.

Wyznaczone w opisany sposób wartości: „średnia pięciominutowa intensywność zapachu” $I_{\text{średnia},5\text{min}}$ oraz „maksymalna 15-sekundowa intensywność zapachu” $I_{\text{maks.15s}}$, mogą być wykorzystane podczas obliczeń odpowiednich średnich i maksymalnych (chwilowych) stężeń odorantów. Warunkiem wykonania obliczeń jest oznaczenie, występującego w równaniu Webera-Fechnera, współczynnik proporcjonalności k (patrz: tabela 6 i rysunek 3).

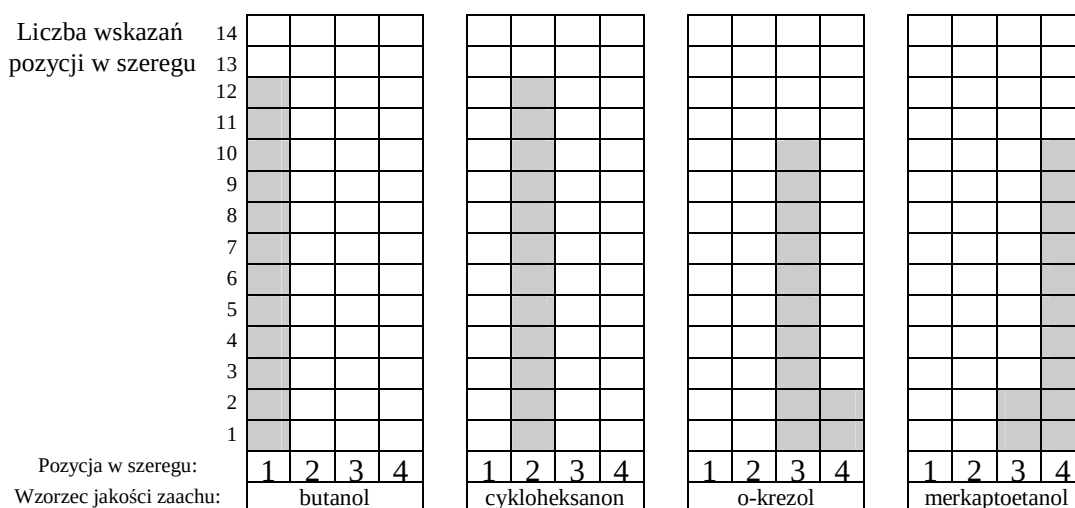
2.2.3. Metodyka ocen hedonicznej jakości zapachu

Indywidualne oceny zapachu w kategoriach „przyjemny-nieprzyjemny” (oceny jakości hedonicznej) są bardzo zróżnicowane, możliwe jest jednak określenie, czy zapach jest uznawany za nieprzyjemny przez większość ludzi i jaki jest przeciętny „stopień odczuwanej niechęci”. Według niemieckich wytycznych VDI [29] badania hedonicznej jakości zapachu są wykonywane równocześnie z ocenami intensywności wrażenia. Gaz jest prezentowany ekspertom w formie próbek o różnym stopniu rozcieńczenia. Oceniając jakość hedoniczną uczestnicy badań przypisują próbkom wartości liczbowe z zakresu 1-9. W wytycznych sprecyzowano sposób gromadzenia opinii i opracowywania wyników. Zespół Pracowni Zapachowej Jakości Powietrza (Politechnika Szczecińska) stoi na stanowisku, że powtarzalność wyników ocen można zwiększyć ograniczając rolę ekspertów do wskazania, który z dwóch prezentowanych zapachów jest "bardziej przyjemny/mniej nieprzyjemny" [30]. Poniżej przedstawiono wyniki kilku prób zastosowania "skali wzorców hedonicznej jakości zapachu" w formie uporządkowanego zestawu wytypowanych substancji.

Badane zapachy oceniała grupa dwunastu osób (czterech pracowników Politechniki i młodzież szczecińskich szkół średnich). Uczestnikom prezentowano osiem zapachów o podobnej intensywności (od dwóch do trzech stopni skali pięciostopniowej): zapach anetolu (ANL), n-butanolu (BTL), cykloheksanonu (CHN), kolidyny (KLD), o-krezolu (KRL), merkaptoetanolu (MEL) oraz gazów uwalnianych podczas produkcji kwasu fosforowego z fosforytów "Tunezja" (próbka X) i "Maroko" (próbka Y). "Wzorce jakości hedonicznej", otrzymane z wymienionych związków chemicznie czystych i bezwonnego oleju parafinowego, umieszczano w jednakowych,

szczelnie zamykanych pojemniczkach oznaczonych symbolem literowym. Powierzchnię umieszczonych w naczyniach substancji przykrywano tamponem z waty w celu ograniczenia wpływu wrażeń wzrokowych na wynik oceny. Zadaniem każdego z oceniających było uszeregowanie próbek w kolejności od pachnącej najprzyjemniej do najbardziej odrażającej. Zapewniono warunki gwarantujące samodzielność decyzji testerów (ograniczenie wpływu sugestii współwykonawców zadania).

Stwierdzono, że zapach anetolu (wzorec ANL) był lokowany przez wszystkich uczestników ocen na pierwszej lub drugiej pozycji, przy czym osiem osób (67%) uznało go za najprzyjemniejszy. Dziewięć osób (75%) w grupie dwunastoosobowej uznało zapach merkaptoetanolu (wzorec MEL) za najbardziej nieprzyjemny. Tylko trzy osoby oceniły tak inny z zapachów: o-krezolu (wzorec KRL, jedna osoba) i kolidyny (wzorec KLD, dwie osoby). Oceny zapachu kolidyny były najbardziej zróżnicowane, co uzasadnia jej wykluczenie z zestawu wzorców hedonicznej jakości zapachu. Równocześnie usunięto z zestawu anetol (ANL), jako zapach oceniany podobnie do zapachu n-butanolu (BTL). Rysunek 8 charakteryzuje rozkład ocen pozostałych wzorców. Stwierdzona duża zgodność opinii uczestników badań pozwoliła zdefiniować pięciostopniową skalę hedonicznej jakości zapachu (wyodrębnić pięć klas jakości), przedstawioną w tabeli 8.



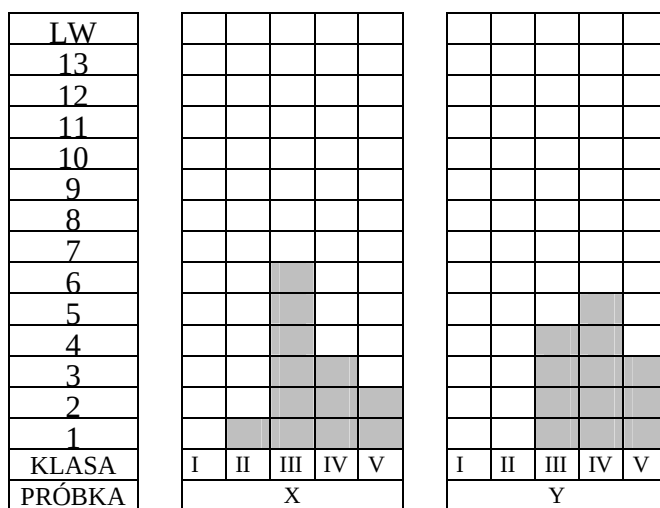
Rys. 8. Sposób uporządkowania czterech wzorców hedonicznej jakości zapachu przez dwanaście osób

Tabela 8

Propozycja klasyfikacji zapachów na podstawie jakości hedonicznej

Klasa hedonicznej jakości zapachu	Słowne określenie hedonicznej jakości zapachu	Pozycja próbki w uporządkowanym szeregu wzorców
I	przyjemny	przed wzorcem pierwszym
II	neutralny	między pierwszym i drugim
III	nieprzyjemny	między drugim i trzecim
IV	bardzo nieprzyjemny	między trzecim i czwartym
V	skrajnie nieprzyjemny	za wzorcem czwartym

W celu porównania hedonicznej jakości zapachu gazów uwalnianych w czasie produkcji kwasu fosforowego z fosforytów "Tunezja" i "Maroko" (próbki X i Y) pytano uczestników ocen, w którym miejscu uporządkowanego przez siebie zestawu wzorców umieściliby ocenianą próbkę. Rozkłady odpowiedzi przedstawiono na rysunku 9. Próbkę X dominująca liczba osób lokowała pomiędzy drugim i trzecim wzorcem, a próbkę Y między wzorcem trzecim i czwartym. Pozwoliło to stwierdzić, że zapach X mieści się w trzeciej klasie jakości hedonicznej (nieprzyjemny), a zapach Y - w klasie czwartej (bardzo nieprzyjemny).



Rys. 9. Rozkład ocen hedonicznej jakości zapachu próbek X i Y między klasy: I - V (LW - liczba wskazań klasy w grupie dwunastu oceniających, X i Y - próbki gazów uwalnianych z fosforytów „Tunezja” i „Maroko” podczas produkcji kwasu fosforowego)

2.3. RACHUNKOWE PROGNOZOWANIE ZASIĘGU ZAPACHOWEJ UCIAŻLIWOŚCI EMITORÓW ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA

Wygodnymi narzędziami, często stosowanymi w toku procedur licencyjnych, są modele rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń powietrza. Umożliwiają rachunkowe prognozowanie zasięgu oddziaływania źródeł zanieczyszczeń. Dotyczy to również zasięgu zapachowej uciążliwości.

W Niemczech metody rachunkowego prognozowania zasięgu zapachowej uciążliwości emitorów zanieczyszczeń powietrza zostały opisane w odpowiednich wytycznych VDI [1, 30], w Holandii stosowany jest typowy Narodowy Model Dyspersji [2]. Próby modelowania, podejmowane dotychczas w Polsce, były oparte na ogólnie znanych wytycznych MAGTOŚ 1983 (prace nie publikowane PROAT Szczecin i inne). Dotychczas nie uzgodniono metod interpretacji wyników obliczeń. Formalna akceptacja zastosowania powszechnie znanych wytycznych MAGTOŚ oraz popularnych programów komputerowych do prognozowania zapachowej uciążliwości musi być poprzedzona doświadczalnym określeniem:

- stopnia zgodności rachunkowo przewidywanych imisyjnych stężeń odorów ze stężeniami mierzonymi w terenie,
- zależności między obliczonymi częstościami przekroczeń wybranych granicznych stężeń odorów a odpowiednimi wynikami odorymetrycznych i socjologicznych badań terenowych.

W Pracowni Zapachowej Jakości Powietrza badania zgodności między wynikami pomiarów i obliczeń są prowadzone od kilku lat w odniesieniu do różnych źródeł zanieczyszczeń powietrza, takich jak wytwórnie kwasu fosforowego, zakłady mięsne, wytwórnie wyrobów tytoniowych, wysypiska odpadów komunalnych i oczyszczalnie ścieków i inne [17, 28, 31-33]. Najbardziej zaawansowane są prace dotyczące odorów emitowanych z Zakładów Chemicznych „Police”. Wybrane wyniki tych badań przedstawiono poniżej, jako charakterystyczny przykład [17, 28].

Na podstawie kilkudziesięciu oznaczeń stężenia odorów w gazach odlotowych z IV WKF stwierdzono, że w 50% wypadków wskaźnik emisji mieści się w zakresie 5 - 27 Mjz/Mg

fosforytu „Tunezja”. Pięćdziesiąt procent oznaczonych równocześnie wartości współczynnika Webera-Fechnera mieściło się w zakresie: $k = 1.0 - 1.5$. Podczas prognozowania zasięgu zapachowej uciążliwości Zakładów postanowiono wykorzystać średnią wartość współczynnika, $k = 1.2$, oraz wartość wskaźnika emisji odpowiadającą górnej granicy pięćdziesięcioprocentowego przedziału uciążliwości: 27 Mjz/Mg fosforytu.

Dla czwartej wytwórni kwasu fosforowego Z.Ch. „Police”, przetwarzającej 60 Mg/h fosforytu „Tunezja”, odpowiada to emisji odorów w ilości: $E_{IV\ WKF} = 450$ kJz/s. Emisja z głównych emitorów innych wytwórni kwasu fosforowego (WKF) i wytwórni nawozowych (NP i NPK) oraz emisja niezorganizowana została oszacowana orientacyjnie (porównanie z WKFI_{IV}). Suma otrzymanych wielkości wyniosła: $E_{łączna} = 2\,340$ kJz/s.

Na podstawie wytycznych MAGTOŚ określono położenie izolinii:

- stężeń trzydziestominutowych LJZ_{30} [jz/m³] maksymalnych w skali roku ,
- częstości przekroczeń wartości $LJZ = 1$ jz/m³ (stężenie progowe wyczuwalności węchowej) zdefiniowanej jako umowna wartość „średnia trzyminutowa”: $LJZ_3 = 10 * LJZ_{30}$.

Obliczenia wykonano dla receptorów na poziomie gruntu oraz na wysokości 30 metrów. Stwierdzono, że zapach gazów, emitowanych z Z.Ch. „Police”, może być wyczuwalny na obszarze o promieniu ponad 20 km. W odległości 12-18 km od Zakładów (miasto Szczecin) stężenie LJZ_3 może osiągać:

- wartości 30-40 jz/m³ na poziomie gruntu,
- wartości 40-50 jz/m³ na wysokości 30 metrów.

W odległości 3-6 km od Zakładów (Jasienica, Police) stężenie LJZ_3 może osiągać:

- wartości 70 - 100 jz/m³ na poziomie gruntu,
- wartości 100 - 200 jz/m³ na wysokości 30 metrów.

Na podstawie prawa Webera-Fechnera ($k = 1.2$) obliczono, że występowanie maksymalnych wartości stężenia chwilowego LJZ_3 może powodować pojawianie się zapachu o intensywności (skala 5-punktowa):

SZCZECIN: poziom gruntu:	$I_5 = 1.4$	bardzo słaby
poziom 30 metrów:	$I_5 = 1.4$	bardzo słaby
POLICE: poziom gruntu:	$I_5 = 1.7$	słaby
poziom 30 metrów:	$I_5 = 2.0$	słaby

Obszar występowania „ponadnormatywnej uciążliwości zapachowej” wyznaczono korzystając z niemieckich norm zapachowej jakości powietrza (patrz pkt. 2.1, tabela 1). Za ponadnormatywną uciążliwość zapachową uznano sytuację, w której przekroczenia $LJZ_3 = 1 \text{ jz/m}^3$ występują częściej niż przez 3, 5, 8 lub 10% godzin w roku (zależnie od sposobu użytkowania terenu).

Stwierdzono, że:

- na obszarze o powierzchni około 200 km^2 (obejmującym miasto Police) zapach występuje częściej niż przez 3% godzin roku, co oznacza przekroczenie norm niemieckich, ustalonych dla terenów przeznaczonych pod budownictwo mieszkaniowe,
- na obszarze o powierzchni około 90 km^2 (obejmującym część miasta Police) zapach występuje częściej niż przez 5% godzin roku, co oznacza przekroczenie norm niemieckich, ustalonych dla terenów o mieszanym przeznaczeniu,
- na obszarze o powierzchni około 40 km^2 zapach występuje częściej niż przez 8% godzin roku, co oznacza przekroczenie norm niemieckich, ustalonych dla terenów wiejskich,
- na obszarze o powierzchni około 20 km^2 zapach występuje częściej niż przez 10% godzin roku, co oznacza przekroczenie norm niemieckich, ustalonych dla terenów przemysłowych.

Na terenie północnych dzielnic Szczecina częstość przekroczeń stężenia $LJZ_3 = 1 \text{ jz/m}^3$ wynosi 0.5 - 2.0% czasu roku (przekroczenie holenderskich norm zapachowej jakości powietrza).

Częstość przekroczeń stężenia progowego $LJZ_3 = 1 \text{ jz/m}^3$ jest niemal taka sama na poziomie gruntu i na wysokości 30 metrów.

Terenową weryfikację wyników symulacji wykonano „metodą obchodzenia”, określając „profil zapachowy” w kilkunastu obszarach otoczenia zakładu leżących w smudze zanieczyszczeń (pkt 2.2.2, *Oznaczanie wskaźników chwilowej uciążliwości zapachowej*), oraz przeprowadzając socjologiczne badania opinii mieszkańców (pkt 2.2.2, *Badania ankietowe i analizy skarg* ludności, rys. 5).

Wyniki badań wykonanych „metodą obchodzenia” w mieście Police pozwoliły określić średnie pięciominutowe stężenie odorów ($LJZ_{5\text{min}}$) oraz wartość „maksymalną 15-sekundową” (LJZ_{15s}). Wyniki trzydziestu pomiarów, wykonanych w sezonie jesienno-zimowym, mieściły się w zakresie: $LJZ_{5\text{min}} = 3 - 316 \text{ jz/m}^3$ i $LJZ_{15s} = 1 - 42 \text{ jz/m}^3$. Dla całego zbioru wyników

obliczono średnie arytmetyczne: $LJZ_{5min, \text{średnia}} = 4 \text{ jz/m}^3$ i $LJZ_{15s, \text{średnia}} = 29 \text{ jz/m}^3$ oraz wartości odpowiadające górnej granicy 50-procentowego przedziału ufności: $LJZ_{5min, \text{maks.}} = 9 \text{ jz/m}^3$ i $LJZ_{15s, \text{maks.}} = 83 \text{ jz/m}^3$.

Stwierdzono, że górna granica 50-procentowego przedziału ufności dla wartości stężenia chwilowego $LJZ_{15s,}$ (maksymalnego w pięciominutowym okresie kontroli), odpowiada przewidywanej rachunkowo „maksymalnej średniej trzyminutowej” w skali roku: $LJZ_3 = 10 * LJZ_{30}$. Górna granica 50-procentowego przedziału ufności dla stężeń średnich 5-minutowych $LJZ_{5min,}$ odpowiada przewidywanej rachunkowo maksymalnej średniej „trzyminutowej” w skali roku: $LJZ_3 = 10 * LJZ_{30}$.

Prognozy dotyczące częstości pojawiania się zapachu gazów odlotowych z Z.Ch.”Police” na terenie Polic i północnych dzielnic Szczecina porównano z opiniami mieszkańców tych obszarów. Stwierdzono, że zgodność wyników jest przeważnie dobra. W kilku osiedlach częstość występowania zgłoszeń uciążliwości jest większa od przewidywanej metodą symulacji rozprzestrzeniania się odorów z Polic, co może świadczyć o istotnej roli innych emitorów.

Badania są kontynuowane. Przewidywane jest rozszerzenie ich zakresu w kierunku zastosowania bardziej złożonych modeli dyspersji, uwzględniających dyfuzję wewnątrz smugi i meandrowanie smugi, występowanie cisz atmosferycznych i słabych wiatrów, wpływ lokalnej topografii i innych cech podłoża, zmienność emisji zanieczyszczeń itp. Współpracę w tym zakresie Politechnika Szczecińska zamierza nawiązać z Instytutem Systemów Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej. W załączniku 1 zamieszczono wykonane przez zespół Politechniki Warszawskiej opracowanie: „Analiza możliwości wykorzystania modeli rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń powietrza w procedurze licencyjnej dotyczącej działalności zapachowo uciążliwych”.

2.4. ZAPACHOWA CHARAKTERYSTYKA ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA

Ważnym kryterium czystości powietrza są informacje o jakościowym i ilościowym składzie mieszaniny występujących w nim zanieczyszczeń. Umożliwiają one ocenę, czy spełnione są normy jakości powietrza, wyrażone poprzez wartości stężeń granicznych (D_{30} , D_{24} i D_a , NDS) oraz najwyższe dopuszczalne częstości przekroczeń tych stężeń. Istnieją propozycje, aby problemu ochrony zapachowej jakości powietrza były rozwiązywane w analogiczny sposób, poprzez określenie najwyższej dopuszczalnej częstości przekroczeń stężenia progowego węchowej wyczuwalności zapachu („progów wyczuwalności”) poszczególnych zanieczyszczeń.

Wykorzystanie tych propozycji, wymaga znajomości stężeń progowych licznych zanieczyszczeń powietrza oraz ustalenia sposobu uwzględniania konsekwencji jednoczesnego występowania wielu odorantów. Wskazana byłaby również możliwość przewidzenia szybkości wzrostu intensywności zapachu wraz ze stężeniem (po przekroczeniu „progu”) oraz charakteru tego zapachu.

Stężenie progowe węchowej wyczuwalności (SPW) jest definiowane jako takie stężenie, którego osiągnięcie wywoła wrażenie zapachu u 50 % populacji. Stężenie progowe jest określane w jednostkach stężenia zanieczyszczeń (ppm, ppb, mg/m^3 itp). Jest podstawą definicji „jednostki zapachowej”, jako ilości substancji występująca w 1 m^3 powietrza po osiągnięciu stężenia progowego ($\text{SPW} = 1 \text{ jz}/\text{m}^3$).

Mimo jednoznacznej definicji SPW w piśmiennictwie spotyka się wartości znacznie różniące się między sobą. Główną przyczyną rozbieżności jest stosowanie różnych technik pomiarów odorymetrycznych. Prawdopodobnie duże znaczenie mają również błędy, popełniane podczas oznaczania bardzo małych stężeń zanieczyszczeń, oraz niewystarczająca czystość stosowanych substancji wzorcowych. Stężenia progowe często leżą poza zakresem czułości metod analitycznych. Śladowe zanieczyszczenia wzorców, często nie zidentyfikowane, mogą decydować o jego zapachu. Istotną przyczyną rozbieżności danych literaturowych jest opieranie się na opiniach zbyt małych zespołów ekspertów lub ekspertów o nie sprawdzonej wrażliwości węchu.

Wykaz stężeń progowych węchowej wyczuwalności zapachu, opracowany na podstawie przeglądu piśmiennictwa, przedstawiono w załączniku 2. W zestawieniu zamieszczono dodatkowo informacje na temat stężeń dopuszczalnych NDS i stosunku NDS/SPW.

Wykaz powinien być zweryfikowany z użyciem znormalizowanej procedury pomiarowej.

Efekty równoczesnego występowania odorantów nie są obecnie do przewidzenia. Wynika to z braku teorii powstawania wrażeń węchowych. Nie są znane mechanizmy pobudzania komórek nerwowych nabłonka węchowego, przekazywania sygnału nerwowego „drogą węchową” i powstawania wrażenia zmysłowego na wyższych piętrach centralnego układu nerwowego. Niemal zawsze należy przewidywać możliwość występowania złożonych interakcji odorantów, prowadzących do synergizmu (wzmocnienie jednego z wrażeń lub wzajemne wzmocnienie obu) lub odwrotnie - do maskowania lub neutralizacji (hamowania jednego rodzaju wrażenia przez drugie lub hamowania wzajemnego).

W przedstawionej sytuacji przewidywanie efektów równoczesnego występowania kilku lub wielu odorantów opierane jest najczęściej na założeniu, że następuje proste sumowanie oddziaływań. Przyjmuje się, że stężenie progowe nie zostanie osiągnięte, dopóki jest mniejsza od jedności suma ilorazów stężeń zanieczyszczeń przez odpowiednie stężenia progowe:

$$S_1/SPW_1 + S_2/SPW_2 + S_3/SPW_3 + \dots < 1$$

Należy pamiętać, że tak sformułowany wniosek jest dodatkowo obarczony dużymi błędami oznaczeń S_i i SPW_i .

Wprowadzenie pojęcia jednostki zapachowej (pkt 2.1, 2.2.1, 2.2.2) uniezależnia badania zapachowej jakości powietrza od postępu jakościowych i ilościowych badań składu zanieczyszczeń powietrza. Sprawia, że normy zapachowej jakości powietrza mogą być określone przed zakończeniem weryfikacji wykazu SPW.

Krotność przekroczenia progu, oznaczana odorymetrycznie analogicznie jak SPW, odpowiada przedstawionej powyżej sumie ilorazów S_i/SPW_i , poprawionej o efekty współdziałania składników mieszaniny. Jest miarą stężenia odorantów, określanego terminem „liczba jednostek zapachowych” LJZ [jz/m^3]. Liczbę jednostek zapachu można wykorzystywać zamiast tradycyjnie stosowanych stężeń poszczególnych zanieczyszczeń podczas badań skuteczności procesów dezodoryzacji, ocen emisji i imisji odorów lub rachunkowych symulacji rozprzestrzeniania się.

W Niemczech jest jedyną podstawą określania emisji odorów, oficjalnie uznawaną w procedurach licencyjnych (pkt 2.1).

Analiza problemu zapachowej jakości powietrza nie ogranicza się do określenia stężenia odorantów we wdychanym powietrzu (metodą analityczną lub odorymetryczną) i skontrolowania czy występuje przekroczenie progu wyczuwalności. Jeżeli zagwarantowanie braku tych przekroczeń nie jest możliwe, potrzebne jest określenie stopnia uciążliwości pojawiającego się zapachu.

Uciążliwość zapachu zależy od jego intensywności i rodzaju (zwłaszcza od jakości hedonicznej: „przyjemny”-”nieprzyjemny”). Dane o hedonicznej jakości zapachu są dotychczas sporadyczne. Intensywność zapachu może być przewidywana w oparciu o ogólne psychofizyczne prawo Webera-Fechnera, przyjmujące w odniesieniu do zapachu formę:

$$I = k * \log LJZ$$

gdzie: I - intensywność zapachu, LJZ - liczba jednostek zapachu [jz/m³], k - empiryczny współczynnik proporcjonalności (stała Webera-Fechnera).

Liczbowe wartości współczynnika Webera-Fechnera są bardzo nieliczne i mało wiarygodne. Powinny być kompletowane z użyciem znormalizowanych procedur odorymetrycznych, równocześnie z gromadzeniem wartości SPW. Jeszcze bardziej potrzebne wydaje się gromadzenie wartości współczynnika Webera-Fechnera, charakterystycznych dla mieszanin odorantów pochodzących z najbardziej uciążliwych źródeł zanieczyszczeń powietrza. Dane tego typu byłyby bardzo przydatne podczas oszacowań zasięgu i stopnia zapachowej uciążliwości takich obiektów, jak wysypiska odpadów komunalnych, oczyszczalnie ścieków, zakłady mięsne, przetwórstwo ryb, przetwórstwo odpadów rybnych i mięsno-kostnych, fermy hodowlane i inne.

2.5. PODSTAWY KLASYFIKACJI DZIAŁALNOŚCI PRODUKCYJNEJ I USŁUGOWEJ POD KĄTEM ZAPACHOWEJ UCIAŹLIWOŚCI

Wszystkie typy działalności produkcyjnej i usługowej mogą być sklasyfikowane na podstawie:

- przynależności do określonych branż,
- stopnia uciążliwości zapachowej (wielkości emisji i hedonicznej jakości zapachu),
- dominującego charakteru emisji zanieczyszczeń powietrza (zorganizowana czy nieorganizowana, źródła stałe czy okresowe lub incydentalne, emitory niskie czy wysokie itp),
- chemicznego charakteru dominujących zanieczyszczeń .

Klasyfikację o podstawowym znaczeniu dla zarządzania ochroną środowiska zawiera Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa w sprawie określenia rodzajów inwestycji szkodliwych dla środowiska i zdrowia ludzi oraz ocen oddziaływania na środowisko z dnia 13 maja 1995 (Dz.U. Nr 52 z dnia 24 maja 1995, poz.284). W Rozporządzeniu wyodrębniono dwa rodzaje inwestycji:

- inwestycje szczególnie szkodliwe dla środowiska i zdrowia ludzi
- inwestycje mogące pogorszyć stan środowiska.

Podział, uzasadniony potrzebą zróżnicowania procedur licencyjnych obowiązujących różne rodzaje działalności, nie odpowiada potrzebom zarządzania ochroną zapachowej jakości powietrza. W obu wyodrębnionych grupach wymienione są działalności o bardzo zróżnicowanej uciążliwości zapachowej. Licznych rodzajów działalności uciążliwych nie wymieniono w żadnej z grup. Dla bezpośredniego otoczenia bardzo uciążliwe są na przykład jednostki mniejsze od wymienionych w paragrafie 3 Rozporządzenia, takie jak oczyszczalnie ścieków obsługujące mniej niż 200 RLM, ubojnie zwierząt o produkcji mniejszej niż 300 ton na rok lub ферmy zwierząt w liczbie mniejszej niż 50 lub 100 dużych jednostek przeliczeniowych. Ograniczenia emisji odorów powinny obejmować również pewne rodzaje działalności, nie wymienione w Rozporządzeniu.

Inne zasady branżowej klasyfikacji wyrobów i usług określają zarządzenia Prezesa GUS: „Klasyfikacja Wyrobów i Usług”, zharmonizowane z obowiązującą od 1991 r. Europejską Klasyfikacją Działalności W załączniku 3 zamieszczono klasyfikację według zarządzenia z dnia 29.12.1993. Klasyfikacje publikowane przez GUS w latach 1994 i 1995 zostały wykorzystane przez U. Siwek (IOŚ Warszawa) podczas analizy przyczyn skarg ludności Polski na zapachową jakość powietrza (praca finansowana ze środków KBN). Wyniki analizy, opublikowane w roku 1997 [34], pozwalają podjąć próby klasyfikacji różnych rodzajów działalności na podstawie stopnia zapachowej uciążliwości.

Przeanalizowano zbiór 2402 skarg, zgromadzonych przez IOŚ za pośrednictwem 46. Wojewódzkich Stacji Sanitarno-Epidemiologicznych, 46. Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska i 21 Wydziałów Ochrony Środowiska Urzędów Wojewódzkich.

Zaskarżane przez ludność działalności zakwalifikowano do czterech podstawowych działów:

A. Chów i hodowla zwierząt	17% skarg
B. Działalność produkcyjna	43% skarg
C. Handel, usługi, gastronomia	8% skarg
D. Inne zaskarżane źródła	32 % skarg

W grupie A dominują skargi na chów drobiu (39% skarg w grupie A, około 6.6% wszystkich skarg) oraz chów trzody chlewnej (35% w grupie A, około 6% wszystkich skarg). Zapachowej uciążliwości chowu drobiu i trzody chlewnej dotyczy więc ponad 12% wszystkich skarg.

Opublikowane dane nie zawierają informacji na temat rozkładu skarg między poszczególne rodzaje działalności w grupie B. Ograniczono się do scharakteryzowania względnego stopnia uciążliwości ośmiu rodzajów produkcji artykułów spożywczych i napojów (podgrupa B1). Wskazano zdecydowanie dominujący udział skarg na uciążliwość zakładów mięsnych i produkcji pasz. Zarejestrowane 359 skarg stanowi około 18% całego analizowanego zbioru. Skargi te występują głównie w sezonie letnim.

W grupie D, wśród 762 skarg na „inne zaskarżane źródła” najwięcej skarg (216) dotyczyło uciążliwości nieprawidłowo gromadzonych nieczystości płynnych i źle pracujących systemów kanalizacyjno-ściekowych (28% skarg w grupie D, około 9% całego analizowanego zbioru). Ich połączenie z grupą skarg na uciążliwość składowisk odpadów komunalnych i oczyszczalni

ścieków komunalnych prowadzi do łącznej liczby 375 skarg, co stanowi około 16% całego zbioru.

Już pobieżna analiza danych zgromadzonych przez IOS pozwala stwierdzić, że do kategorii najbardziej zapachowo uciążliwych działalności należy zaliczyć:

- zakłady mięsne i produkcja pasz 18% skarg
- chów drobiu i trzody chlewnej 12% skarg
- składowiska odpadów komunalnych i ścieki komunalne 16% skarg
- łącznie: 46% skarg

Realizację programu zmniejszania uciążliwości odorowych należy rozpocząć od opracowanie sposobów ograniczenia zmniejszenia emisji odorów z wymienionych rodzajów działalności. Konieczne jest też zweryfikowanie dotychczasowych zasad ustalania lokalizacji tych jednostek. W kolejnych etapach realizacji programu ograniczania uciążliwości odorowej pomocniczą rolę może odegrać „ponadbranżowa” klasyfikacja źródeł odorów, oparta na odorymetrycznej charakterystyce emisji [14]. Propozycja takiej klasyfikacji została opracowana w Politechnice Szczecińskiej w roku 1993 na zlecenie Instytutu Ochrony Środowiska w Warszawie. Została oparta na ocenach wielkości emisji, wyrażonej w jednostkach zapachowych w jednostce czasu, oraz na wynikach ocen hedonicznej jakości zapachu emitowanych zanieczyszczeń. Przyjęto, że hedoniczna jakość zapachu będzie oceniana przez porównanie z zapachem wybranego wzorca, reprezentującego „minimum hedoniczne” MH. Reprezentatywny zespół oceniających stwierdzałby, czy zapach próbki spełnia, czy nie spełnia wybranego minimum (klasa H0 lub H1: zapach przyjemniejszy lub nie od zapachu MH). Jeden ze sposobów podziału wszystkich rodzajów działalności na trzy klasy zapachowej uciążliwości: I, II i III przedstawiono tabeli 7.

Tabela 7

Propozycja podziału źródeł zanieczyszczeń powietrza
opartej na odorymetrycznej charakterystyce zapachu [14]

Klasa uciążliwości źródła odorów	Klasa hedonicznej jakości zapachu	Emisja odorów [jz/s]
I	H0	$< 10^7$
	H1	$< 10^4$
II	H0	$10^7 - 10^9$
	H1	$10^4 - 10^6$
III	H0	$> 10^9$
	H1	$> 10^6$

Poszczególne graniczne wartości emisji zostały zaproponowane na podstawie wyników badań kilkunastu emitorów, emitujących gazy o zapachu nieprzyjemnym (klasa H1). Powinny być zweryfikowane. Wskazane byłoby dodatkowe określenie współczynników korygujących, określających charakterystykę warunków emisji (duży udział emisji niezorganizowanej, duża zmienność itd).

Przedstawiona klasyfikacja może stanowić podstawę wstępnej analizy możliwości zlokalizowania zakładu w obszarze o przeznaczeniu zgodnym z planem zagospodarowania terenu.

Klasyfikacja źródeł odorów według chemicznego charakteru dominujących zanieczyszczeń może być bardzo przydatna w toku określania najwłaściwszych metod dezodoryzacji. Jej użyteczność podczas określania zasięgu zapachowego oddziaływania nowego zakładu jest bardzo ograniczona (patrz: pkt 2.4).

Zestawienie wybranych informacji o chemicznym charakterze zanieczyszczeń gazów odlotowych, charakterystycznych dla wybranych rodzajów działalności, zawiera załącznik 3.

2.6. PODSTAWY KLASYFIKACJI METOD OCZYSZCZANIA GAZÓW ODLOTOWYCH POD KĄTEM UŻYTECZNOŚCI DLA OCHRONY ZAPACHOWEJ JAKOŚCI POWIETRZA

Wspólną cechą omawianych emisji gazowych jest ich odorotwórcze oddziaływanie na atmosferę, powodowane obecnością osmogennych połączeń organicznych, a niekiedy także siarkowodoru i amoniaku. Dokładny skład jakościowy, wielkości stężeń oraz parametry mogą być dla poszczególnych źródeł emisji odorów bardzo różne. W tej sytuacji trudno jest znaleźć jedną, uniwersalną metodę dezodoryzacji. Niżej przedstawiono znane metody dezodoryzacji gazów odlotowych.

2.6.1. ABSORPCJA W WODZIE

Absorpcja w wodzie jest od strony procesowej metodą bardzo prostą. Nadaje się do usuwania z gazów tych zanieczyszczeń, w tym odorotwórczych, które są rozpuszczalne w wodzie. Pochłaniane zanieczyszczenia nie ulegają unieszkodliwieniu lecz tylko zostają przeniesione z gazów odlotowych do fazy ciekłej i mogą nadal być uciążliwe dla środowiska. Omawiana metoda może być stosowana w sytuacji, gdy roztwór posorpcyjny można wykorzystać w procesie technologicznym lub w prosty sposób oczyścić. Udanym przykładem zastosowania tej metody jest sytuacja w jednej z wytwórni wełny mineralnej. Na pewnym etapie produkcji, gdzie jako lepiszcza używa się żywicy syntetycznej, ma miejsce znaczna emisja fenolu i formaldehydu. Zanieczyszczenia są skutecznie wymywane z gazów w absorberze przy użyciu wody. Ciecz posorpcyjną zwraca się do sporządzania roztworów żywicy. Próby zastosowania tej metody do usuwania trójmetyloaminy, ulatującej do atmosfery z wytwórni środków ochrony roślin, dały negatywne wyniki. W zamierzeniu roztwór posorpcyjny miał być zrzucany do kanalizacji odprowadzającej ścieki do oczyszczalni biologicznej. Wskutek wtórnej emisji ze studzienek kanalizacji oraz na dopływie ścieków do oczyszczalni uciążliwość zapachów nie zmniejszyła się. Zmianie uległo tylko miejsce emisji i sposób rozprzestrzeniania. Próby zastosowania tej metody do oczyszczania gazów odlotowych z przetwórni odpadów zwierzęcych dały wyniki niezadowalające [3].

•**Zalecany obszar zastosowań** — trudny do określenia, zastosowanie sporadyczne.

•**Zalety**: metoda bardzo prosta, niskie nakłady inwestycyjne i ruchowe.

•**Wady**: kłopotliwe ścieki, wtórna emisja odorów ze ścieków.

2.6.2. CHEMISORPCJA

Wiele związków odorotwórczych posiada grupy funkcyjne, co sprawia, że są one podatne na działania różnych reagentów chemicznych. Odorotwórcze związki azotu mają z reguły odczyn zasadowy, zatem mogą być wiązane przez silne kwasy, np. kwas siarkowy. Związki zawierające siarkę, jak np. merkaptany są słabo kwaśne, mogą zatem być wiązane przez silne zasady. Metody dezodoryzacji oparte na wykorzystaniu tych silnie żrących reagentów były przedmiotem patentów [4, 5]. Jednak podobnie jak w wypadku sorpcji w wodzie tak i tutaj problem skażenia atmosfery zostaje zamieniony na zanieczyszczenie ścieków. Większa skuteczność chemisorpcji zostaje okupiona znacznie większym obciążeniem ścieków.

Zawierające grupy funkcyjne, odorotwórcze zanieczyszczenia organiczne są także podatne na działanie utleniaczy, jak np. nadmanganian potasu czy substancje zawierające aktywny chlor (podchloryny, wapno chlorowane). Metodę, w której wykorzystuje się nadmanganian potasu opracowano w RFN. W skład instalacji wchodziły dwie płuczki połączone szeregowo. W pierwszej roztworem zraszającym był roztwór nadmanganianu o odczynie zasadowym, w drugiej o odczynie kwaśnym. W procesie oczyszczania gazów z przetworni odpadów zwierzęcych uzyskiwano całkowitą eliminację pierwotnego odoru.

Drugim utleniaczem stosowanym do dezodoryzacji gazów z przetworni odpadów zwierzęcych jest aktywny chlor. Bezpieczną w użyciu formą aktywnego chloru są roztwory podchlorynów. Proces można prowadzić w płuczkach jednostopniowych i wtedy istnieje zagrożenie przedostawania się wolnego chloru do atmosfery. Innym rozwiązaniem są płuczki dwustopniowe, w których drugi stopień zraszany wodą służy do wychwytywania chloru wyzwalanego w pierwszym stopniu. Działanie aktywnego chloru polega na częściowym utlenieniu odorotwórczych związków w wyniku czego tracą one odorotwórczy charakter i przechodzą do roztworu. Reagent jest używany do wyczerpania się aktywnej formy chloru. Powstające w procesie ścieki są mocno zanieczyszczone. Ich wskaźnik ChZT sięga wartości 40 g/dm³ [3].

Dezodoryzacja gazów odlotowych metodą chemisorpcji daje dobre efekty w tych przypadkach, gdy ich odorotwórczy charakter jest spowodowany obecnością związków zawierających aktywne chemiczne grupy funkcyjne. Chemiczne wiązanie bądź utlenianie odorotwórczych składników zachodzi tylko w obrębie grupy funkcyjnej, grupy alkilowe czy aryłowe nie ulegają w tych reakcjach naruszeniu. Taki przebieg reakcji sprawia, iż ścieki posorpcyjne są obciążone znacznym ładunkiem zanieczyszczeń.

Chemisorpcja jako metoda dezodoryzacji największe zainteresowanie wzbudziła w latach 70-tych. Nadal jest zaliczana do aktualnego stanu techniki w tym obszarze [6].

- **Zalecany obszar zastosowań:** gazy odlotowe z obiektów gospodarki komunalnej, odlewni, przetwórstwa spożywczego itp.
- **Zalety:** duża skuteczność dezodoryzacji, prosta konstrukcja instalacji
- **Wady:** uciążliwe ścieki, instalacja musi być zbudowana z materiałów odpornych na czynniki agresywne, co podnosi jej koszty, konieczność używania agresywnych czynników, a zatem zaostrożenie przepisów BHP, ponadto istnieje ryzyko incydentalnych wycieków reagentów i wskutek tego skażenia środowiska.

2.6.3. METODA KURMEIERA

Metodę można uważać za odmianę chemisorpcji, jednak ze względu na oryginalność rozwiązania, a także popularność jaką uzyskała w latach 70–tych, zasługuje na odrębne omówienie. Opiera się ona na użyciu reaktywnych gazów do wiązania odorów. Reaktywny gaz jest dodawany do oczyszczanych gazów przed wejściem do wieży absorpcyjnej. Absorpcja i wiązanie odorów zachodzi w wieży wypełnionej kamieniem wapiennym i zraszanej wodą [7, 8].

Powszechne zastosowanie znalazła ta wersja metody, w której jako czynnika reaktywnego używa się chloru, zdolnego do utleniania zanieczyszczeń odorotwórczych. Wypełnienie kolumny — kamień wapienny — spełnia tutaj podwójną funkcję. Z jednej strony ułatwia wiązanie ewentualnego nadmiaru wolnego chloru w podchloryn wapnia, co zmniejsza prężność parcjalaną tego reagentu. Drugą funkcją węglanu wapnia jest neutralizacja kwasu solnego powstającego podczas reakcji utleniania zanieczyszczeń.

W wypadku dezodoryzacji gazów z fabryk mączki rybnej, zawierających silnie odorotwórczą trójmetyloaminę, używano także gazów spalinowych z kotłowni węglowej, które zawierały dwutlenek siarki.

- **Zalecany obszar zastosowań:** gazy odlotowe z obiektów gospodarki komunalnej zakładów przetwórstwa odpadów zwierzęcych.
- **Zalety:** duża skuteczność dezodoryzacji, niskie koszty ruchowe
- **Wady:** Uciążliwe ścieki, praca z czynnikami reaktywnymi.

2.6.4. OZONOWANIE

Ozon wykazuje silne działanie utleniające. Jego potencjał utleniający jest wyższy od potencjału utleniającego chloru. Fakt, iż jest to zarazem czynnik bezpieczniejszy od chloru skłaniał do podejmowania prób zastosowania jego do dezodoryzacji gazów. Proces ozonowania może być prowadzony w fazie gazowej lub ciekłej. Próby ozonowania odorotwórczych gazów z obiektów rolniczych nie dały jednak pozytywnych rezultatów [9].

Istnieją również doniesienia o braku efektów przy zastosowaniu ozonu do neutralizacji odoru rybiego, a także odoru gazów odlotowych z przetwórci odpadów zwierzęcych [3].

Lepsze efekty utleniania zanieczyszczeń organicznych i tym samym ich dezodoryzacji można uzyskać przez zastosowanie ozonowania w fazie ciekłej [10].

- **Zalecany obszar zastosowań:** gazy odlotowe zawierające zanieczyszczenia podatne na utlenianie.

.6.5. DOPALANIE

Proces można prowadzić na trzy sposoby: dopalanie termiczne, katalityczne oraz dopalanie w paleniskach kotłowni.

Dopalanie termiczne znajduje zastosowanie szczególnie tam gdzie gazy odlotowe pochodzą z procesów wysokotemperaturowych. Proces przebiega w temperaturze ok. 1000 K przy czasie przebywania w strefie reakcji $0,2 \div 0,6s$ [11].

W metodzie dopalania katalitycznego gazy po podgrzaniu przechodzą przez reaktor wypełniony katalizatorem, np. w postaci granulek. Działanie katalizatora polega na obniżeniu energii aktywacji reakcji spalania. Dzięki temu proces biegnie z zadawalającą szybkością już w temp. $470 \div 670 K$. Zmniejsza to znacznie zużycie nośników energii. Skuteczność instalacji dopalania katalitycznego pracujących w przetwórnictwie odpadów zwierzęcych wynosiła $93 \div 99,5\%$ [12]. Pozytywne efekty uzyskiwano także przy dopalaniu gazów odlotowych z oksydacji asfaltów, komór pirolitycznego rozkładu odpadów szpitalnych, suszarni lakierniczych [13].

Niekiedy skutecznym sposobem neutralizacji odorów może się okazać dopalanie w paleniskach kotłowni. Może to mieć miejsce wtedy, gdy ilość odorotwórczych gazów (procesowych i wentylacyjnych) jest mniejsza od powietrza potrzebna do nadmuchu palenisk lokalnej kotłowni.

•**Zalecany obszar zastosowań:** z przyczyn ekonomicznych dopalanie nadaje się do gazów o podwyższonej temperaturze, np. emisje z palarni kawy, oksydacji asfaltów, wysokotemperaturowego suszenia elementów malowanych itp.

•**Zalety:** bezodpadowy charakter pracy, prosta budowa instalacji i łatwa jej obsługa.

•**Wady:** kłopoty ruchowe w wypadku zmiennych temperatur gazów i nierytmicznej emisji, na ogół duże (w obszarze dezodoryzacji gazów) nakłady energii do podtrzymania procesu.

2.6.6. ADSORPCJA

Adsorpcja jest szeroko stosowaną techniką oczyszczania gazów odlotowych z zanieczyszczeń organicznych [14]. Spośród wielu sorbentów dużą przydatność do tego celu wykazuje węgiel aktywny. Metoda nadaje się szczególnie do tych przypadków emisji gdzie pochłaniane zanieczyszczenia mogą być po desorpcji (regeneracji sorbentu) odzyskane i spożytkowane. Taka sytuacja rzadko ma miejsce w wypadku typowo odorotwórczych emisji gazów. Odory to na ogół złożone mieszaniny zanieczyszczeń, zupełnie nieprzydatne. Drugim ograniczeniem dla stosowania adsorpcji do omawianego celu jest fakt, iż odorotwórcze gazy (pochodzące z procesów warzenia, suszenia itp.) są często bardzo wilgotne i ciepłe. Woda jako związek silnie polarny przejawia tendencje do adsorpcji, przez co blokuje powierzchnię adsorbentu i tym samym obniża potencjalną skuteczność dezodoryzacji. Manifestuje się to szczególnie mocno wtedy, gdy wilgotność gazów jest większa od 70%. Podwyższona temperatura również wpływa niekorzystnie na chłonność sorbentów. Te właśnie czynniki były przyczyną niezadawalających efektów dezodoryzacji gazów z takich obiektów jak przetwórnice odpadów, przemysł spożywczy [15].

Do dezodoryzacji gazów można także stosować sorbenty węglowe. Są one sporządzane na bazie węgla aktywnych przez napawanie powierzchni związkami reaktywnymi. Na ogół są one używane jednorazowo, aż do utraty aktywności, która ma miejsce wtedy, gdy wyczerpie się składnik aktywny pokrywający powierzchnię sorbentu. Sorbenty węglowe znajdują zastosowanie do ochrony powietrza wewnątrz (restauracje, hale produkcyjne, itp.). Stosowanie ich do dezodoryzacji gazów odlotowych byłoby zbyt kosztowne.

•**Zalecany obszar zastosowań:** lakiernie i produkcja lakierów, przemysł chemiczny, procesy z zastosowaniem rozpuszczalników.

•**Zalety:** możliwość odzysku i ponownego wykorzystania rozpuszczalników.

•**Wady:** wrażliwość procesu na podwyższoną temperaturę i dużą wilgotność gazów, wąski zakres zastosowań (w obszarze dezodoryzacji), drogi i wrażliwy na nieodwracalnie zanieczyszczenie sorbent.

2.6.7. METODA SORPCYJNO–OKSYDACYJNA

Stanowi ona połączenie dwóch technik oczyszczania gazów odlotowych: adsorpcji i dopalania. Została opracowana na potrzeby oczyszczania gazów o niskiej temperaturze i o małych stężeniach zanieczyszczeń, tzn. takich, których — ze względu na duże koszty ruchowe — nie opłaca się oczyszczać bezpośrednio poprzez dopalanie.

Gazy o niskim stężeniu zanieczyszczeń organicznych są oczyszczane poprzez adsorpcję. Regenerację sorbentu prowadzi się gorącym strumieniem powietrza, przez co otrzymuje się gazy zanieczyszczone o wielokrotnie większym ($10 \div 30$ razy) stężeniu zanieczyszczeń, które można znacznie mniejszym nakładem energii dopalać termicznie lub katalitycznie.

Pierwsze instalacje (o nazwie ADSOX) do realizacji tej metody na potrzeby dezodoryzacji gazów były oparte na absorberach ze złożem stacjonarnym o pracy okresowej [16]. Metoda jest intensywnie rozwijana. Dzięki opracowaniu produkcji nowego typu węgla aktywnego o strukturze włóknistej, cechującego się znacznie lepszymi właściwościami niż węgle granulowane (większe aktywności dynamiczne i kinetyka sorpcji) [17], stało się możliwe skonstruowanie urządzenia rotacyjnego o pracy ciągłej.

•**Zalecany obszar zastosowań:** emisje gazów chłodnych o niskim stężeniu zanieczyszczeń, zawierających przede wszystkim rozpuszczalniki, które po dopaleniu nie dają zanieczyszczeń wtórnych.

•**Zalety:** niskie koszty ruchowe (w porównaniu z dopalaniem bezpośrednim), w wypadku urządzeń rotacyjnych bezobsługowa praca.

•**Wady:** ograniczony zakres zastosowań, wysokie koszty inwestycyjne (zwłaszcza w wypadku urządzeń rotacyjnych).

2.6.8. KONDENSACJA

W wypadku oczyszczania gazów odlotowych z rozpuszczalników organicznych, kondensacja jest metodą regeneracyjną. Do dezodoryzacji gazów odlotowych znajduje zastosowanie tylko w jednym wypadku, przy produkcji mączek zwierzęcych w destruktorach Hartmanna. Odpadowy surowiec pochodzenia zwierzęcego (kości, tkanki miękkie) o dużej zawartości wody poddawany jest procesowi destrukcji i suszenia pod zwiększonym ciśnieniem. Dochodzi wtedy do wydzielania dużej ilości oparów zawierających odory o dużej koncentracji. Schłodzenie oparów do temperatury otoczenia sprawia, że odory przechodzą do kondensatu pary wodnej, a tylko niewielka ich część pozostaje w fazie gazowej. Powstaje przy tym duża ilość bardzo uciążliwych ścieków. Metoda nadaje się tylko do gazów procesowych. Według informacji autorów, w Polsce pracują skutecznie dwie tego typu instalacje.

- **Zalecany obszar zastosowań:** produkcja mączki zwierzęcej i rybnej w destruktorach Hartmanna.
- **Zalety:** niskie koszty inwestycyjne i ruchowe.
- **Wady:** powstawanie w procesie bardzo uciążliwych ścieków.

2.6.9. BIOLOGICZNE OCZYSZCZANIE GAZÓW

Metodami biologicznymi można oczyszczać gazy odlotowe zawierające zanieczyszczenia organiczne oraz amoniak i siarkowodór. Proces opiera się na dwóch głównych zjawiskach, którymi są sorpcja zanieczyszczeń oraz ich biologiczny rozkład. Niszczenie zanieczyszczeń zachodzi wskutek działania mikroorganizmów. Wynikają stąd warunki i ograniczenia procesu. Przede wszystkim gazy nie mogą zawierać trucizn dla mikroorganizmów, a zakres temperatur powinien sprzyjać ich maksymalnej aktywności.

Istnieją dwa zasadnicze typy konstrukcji urządzeń służących do realizacji tego procesu: biofiltry i biopłuczki. W biopłuczkach medium roboczym jest osad czynny, natomiast w biofiltrach materiały naturalne jak torf lub kompost, które do tego celu są bogato zasiedlane przez mikroorganizmy.

Można powiedzieć, że biologiczne oczyszczanie gazów zostało opracowane specjalnie na potrzeby dezodoryzacji. Pierwszą instalację, którą według obecnych kryteriów można uznać za płuczkę biologiczną, służącą do dezodoryzacji gazów z przetwórci odpadów zwierzęcych, opatentowano w Niemczech w 1941 roku [18]. Za prototyp filtru biologicznego można uznać filtr piaskowy użyty przez Pomeroya w zastrzeżonej patentem metodzie dezodoryzacji gazów odcinanych z kanalizacji [19]. Wprowadzanie biologicznego oczyszczania do szerszej praktyki rozpoczęło się końcem lat sześćdziesiątych. W pierwszej kolejności w oczyszczalniach ścieków, kompostowniach odpadów, przetwórciach odpadów zwierzęcych oraz odpadów rybnych. Są to przykłady źródeł emisji gazów silnie odorotwórczych, o dużej liczbie składników podatnych na rozkład biologiczny. W takich przypadkach bardzo dobre wyniki oczyszczania są uzyskiwane w urządzeniach o najprostszej konstrukcji (biofiltry gruntowe). Dalej metoda została rozszerzona na obiekty przemysłu spożywczego (produkcja przypraw, konserw i koncentratów, prażalnie kawy i kakao, zakłady mięsne wraz z wędzarniami, topialnie tłuszczów). Wreszcie z dobrym skutkiem została zastosowana w niektórych obiektach przemysłu chemicznego, odlewniach, malarniach [20]. Jest to metoda intensywnie rozwijana w świecie. W naszym kraju jest jeszcze stosunkowo mało znana.

- **Zalecany obszar zastosowań:** gazy odlotowe z obiektów gospodarki komunalnej, przetwórstwa odpadów zwierzęcych, obiektów rolniczych, odlewni, malarni itp.
- **Zalety:** niskie koszty inwestycyjne i ruchowe, praktycznie bezobsługowa praca,
- **Wady:** wrażliwość materiału na zniszczenie (trucizny, wysoka temperatura), w wypadku biofiltrów potrzebna jest duża powierzchnia pod budowę instalacji.

**3. KONCEPCJA KRAJOWEJ STRATEGII
ZMNIEJSZANIA UCIAŹLIWOŚCI ODOROWYCH
(CZĘŚĆ B)**

- 3.1. Podstawy strategii, koncepcja niezbędnych regulacji prawnych
(w tym: propozycje procedur licencyjnych)
- 3.2. Projekt procedury kontrolno-pomiarowej
 - 3.2.1. Organizacja działań kontrolno-pomiarowych
 - 3.2.2. Proponowane techniki pomiarów i obliczeń
- 3.3. Mechanizmy i instrumenty ekonomiczne
- 3.4. Ramowy program realizacji strategii ograniczania uciążliwości
zapachowej (1997-2000)

3.1. PODSTAWY STRATEGII. KONCEPCJA NIEZBĘDNYCH REGULACJI PRAWNYCH

Przedstawione w części A (punkt 2) wyniki przeglądu piśmiennictwa oraz własnych badań, wykonanych w Pracowni Zapachowej Jakości Powietrza, potwierdzają możliwość szybkiego wprowadzenia w Polsce jednoznacznych zasad ograniczania emisji odorów. Dla zespołu Pracowni jest oczywiste, że u podstaw strategii powinny leżeć normy zapachowej jakości powietrza, określone jako najwyższe dopuszczalne częstości przekroczeń ustalonych granicznych stężeń odorów. Stężenia odorów powinny być wyrażane w jednostkach zapachowych w metrze sześciennym. Mogą być wyznaczane odorymetrycznie, podczas pomiarów, oraz wykorzystywane podczas komputerowej symulacji rozprzestrzeniania się w atmosferze. Jest wskazane, żeby w tych samych jednostkach były wyrażane stężenia imisyjne, mierzone podczas kontroli interwencyjnych i monitoringu środowiska.

Opinię Politechniki Szczecińskiej aprobuje Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Szczecinie i Wydział Ochrony Środowiska Urzędu Wojewódzkiego.

Odmienne stanowisko zajmują współautorzy niniejszego opracowania, reprezentujący EKOChem-Szczecin. Proponują Oni procedurę „określenia grupy związków chemicznych, które najczęściej są przyczyną uciążliwości zapachowej powietrza i ustalenia granic przedziałów dopuszczalnych stężeń dla obszarów chronionych” (patrz: Załącznik 3). Koncepcja ta jest sprzeczna z zaleceniami ekspertów UE oraz propozycjami głównego wykonawcy i nie będzie rozwinięta w niniejszej części pracy.

Poniżej przedstawiono dwie propozycje działań, zmierzających do zmniejszenia uciążliwości odorowych w Polsce, opartych na wykorzystaniu technik odorymetrycznych. Obie różnią się zakresem proponowanych przedsięwzięć, w tym zakresem niezbędnych działań legislacyjnych.

Pierwszy wariant programu ograniczania uciążliwości odorowych (przedstawiony w wersjach a i b) oparto na założeniu, że liczne spośród ”problemów odorów” mogą i powinny być prędko rozwiązane z wykorzystaniem **istniejących mechanizmów administracyjnych, ekonomicznych i kontrolno-pomiarowych**, które są ustalone dla innych zanieczyszczeń powietrza. Program określa kierunki i metody działań doraźnych.

Drugi wariant programu wskazuje jeden z możliwych kierunków działań długofalowych. Jego realizacja wymaga dłuższego przygotowania podstaw prawnych oraz mechanizmów administracyjnych i ekonomicznych. Wymaga współpracy międzyresortowej, polegającej między innymi na ustaleniu trybu uzgodnień z MOŚZNiL norm i wytycznych branżowych, określających zalecane sposoby prowadzenia działalności. Istnienie „banku wytycznych” formalnie akceptowanych przez Ministerstwo, pozwoliłoby **uproszczyć procedury licencyjne w sprawach dotyczących działalności o małej skali produkcji lecz dużym zasięgu zapachowej uciążliwości** (uniknąć konieczności dokonywania ocen zapachowego oddziaływania na środowisko w odniesieniu do postępowania zgodnego z wytycznymi).

Koncepcja krajowej strategii zmniejszania uciążliwości odorowych

WARIANT I

Działania doraźne (1997 - 2000)

Zgodnie z informacjami, uzyskanymi od Dyrektora Departamentu Ochrony Powietrza i Powierzchni Ziemi, dr inż. Wojciecha Jaworskiego (Symposium: „Zintegrowane systemy...” Międzyzdroje, 16.04.97), prawną podstawą działań zmierzających do ograniczenia uciążliwości odorowych mogą być istniejące zapisy ustawy o ochronie i kształtowaniu środowiska (DzU nr 49, poz. 196 z dnia 15 kwietnia 1994 wraz ze zmianami zawartymi w projekcie oczekującym na akceptację Sejmu RP, II kadencja\druk nr 1499), zwanej dalej Ustawą.

Z punktu widzenia zespołu Politechniki Szczecińskiej niezbędnym warunkiem powodzenia tych działań jest formalne potwierdzenie faktu, że uciążliwe zapachowo zanieczyszczenia powietrza są „substancjami zanieczyszczającymi” w rozumieniu Art.25 Ustawy:

Ochrona powietrza polega na zapobieganiu powstawania, ograniczaniu lub eliminowaniu wprowadzanych do powietrza substancji zanieczyszczających w celu osiągnięcia lub utrzymania obowiązujących wielkości dopuszczalnych stężeń substancji.

Spełnienie wymienionego warunku leży w zakresie kompetencji Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, który określa listy substancji zanieczyszczających w drodze rozporządzenia. W Art. 29 Ustawy, przekazującej te uprawnienia Ministrowi:

- nie stwierdzono, że *substancja zanieczyszczająca* jest indywiduum chemicznym - można więc tak nazwać również mieszaninę związków chemicznych o określonych właściwościach lecz nie znanym lub nie w pełni znanym składzie chemicznym

[Leksykon PWN: *substancje proste - pierwiastki chemiczne, substancje złożone - związki chemiczne i mieszaniny*],

- nie określono, że stężenia zanieczyszczeń muszą być wyrażane w mg/m^3 lub ug/m^3 - można więc je mierzyć i normować w jednostkach specyficznych dla grupy zanieczyszczeń, takich jak na przykład: Bq/m^3 (stężenie rozmaitych radionuklidów określone poprzez ich aktywność: liczbę rozpadów na sekundę w jednostce objętości) lub jz/m^3 (liczba jednostek zapachowych w metrze sześciennym, stężenie rozmaitych związków chemicznych określone poprzez ich aktywność w wywoływaniu wrażenia węchowego).

Nie ma więc przeszkód prawnych, aby określone w drodze rozporządzenia Ministra listy substancji zanieczyszczających obejmowały pozycję „odory” i aby zostały dla tej grupy związków określone wiążące lub zalecane dopuszczalne wartości stężeń tych substancji w powietrzu oraz zakres, warunki dotrzymywania, obszar na którym mają obowiązywać, a także czas ich obowiązywania.

Wprowadzenie proponowanej pozycji na listę substancji zanieczyszczających sprawi, że jednostki wprowadzające do powietrza substancje zanieczyszczające będą obowiązane posiadać decyzję ustalającą ilość odorów dopuszczonych do wprowadzania do powietrza (Art. 30 Ustawy). Podczas doraźnych działań w zakresie ograniczania uciążliwości odorowych zasady wydawania decyzji określających dopuszczalne emisje odorów nie powinny się różnić od obowiązujących w wypadku innych zanieczyszczeń. Powinny jednak dotyczyć niewielkiej liczby rodzajów inwestycji i obiektów (np. wymienionych w załączniku do rozporządzenia Ministra z r.1995, DzU Nr 52, poz. 284).

Według wersji a byłyby to inwestycje i obiekty szkodliwe dla środowiska i zdrowia ludzi lub mogące pogorszyć jakość środowiska, wybrane spośród wymienionych w paragrafach 2 i 3 Rozporządzenia.

Wersja b propozycji przewiduje uzupełnienie treści Rozporządzenia, polegające na dołączeniu paragrafu 3a - mówiącego o zanieczyszczeniach mogących pogorszyć zapachową

jakość powietrza (wymagających tylko specyficznej oceny zapachowego oddziaływania na środowisko).

Projekty odpowiednich poprawek zestawiono poniżej.

Proponuje się:

1) w Załączniku 1 do Rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 12 lutego 1990 w sprawie ochrony powietrza przed zanieczyszczeniem (DzU Nr 15 z dnia 14 marca 1990, poz.92)

- umieścić pozycję 45 oraz dodatkowe objaśnienia:

1	2	3	4	5	6	7	8
45	odory	0,1 ¹⁷⁾	-	-	0,1 ¹⁷⁾	-	-

Dopuszczalne stężenia substancji zanieczyszczających powietrze, wymienionych w poz. 1-44, uważa się za dotrzymane, jeżeli ich wartości... [bez zmian] ...w ciągu 2% czasu w roku dla stężeń średniodobowych. Dopuszczalne stężenia odorów (poz.45) uważa się za dotrzymane, jeżeli ich wartości podane w tabeli w rubrykach 3 i 6, są przekraczane co najwyżej dwukrotnie w ciągu 2% czasu roku.

¹⁻¹⁶⁾ [bez zmian]

¹⁷⁾ Stężenie wyrażone w jz/m³ (jz - jednostka zapachowa; ilość odorów, której obecność w 1 m³ powietrza jest wyczuwalna węchem przez połowę reprezentatywnej grupy ludzi)

2) w Rozporządzeniu Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 13 maja 1995 w sprawie określenia rodzajów inwestycji szkodliwych dla środowiska

i zdrowia ludzi oraz ocen oddziaływania na środowisko (DzU Nr 52 z dnia 24 maja 1995, poz.284):

wersja a:

- wymienić rodzaje inwestycji szczególnie uciążliwych zapachowo wprowadzając Załącznik 1: „Inwestycje mogące pogorszyć zapachową jakość powietrza”

oraz

- uzupełnić paragraf 4 ust.2, na przykład przez dopisanie punktu:

4a) określenie emisji odorów oraz jej wpływu na zapachową jakość powietrza, jeżeli rodzaj inwestycji lub obiektów został wymieniony w załączniku 1, i/lub sformułowanie propozycji wyznaczenia obszaru ograniczonego użytkowania dla obiektów wymienionych w Art. 71 ust. 2 Ustawy.

wersja b:

- wprowadzić zmiany według wersji a,

a ponadto:

- paragraf 1 uzupełnić wprowadzając pkt 3:

inwestycje nie wymienione w pkt. 1 i 2, lecz mogące pogorszyć zapachową jakość powietrza,

- wprowadzić paragraf 3a:

Do inwestycji mogących pogorszyć zapachową jakość powietrza zalicza się inwestycje wymienione w załączniku 1

- uzupełnić paragraf 5, wprowadzając ust. 3:

Oceny oddziaływania na środowisko inwestycji, o których mowa w paragrafie 3a, załączane do wniosku o ustalenie warunków zabudowy i zagospodarowania terenu, powinny spełniać wymogi określone w Zarządzeniu Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa.

(opracowanie projektu Zarządzenia umieszczono w harmonogramie pracy na okres 1997-2000).

Koncepcja krajowej strategii zmniejszania uciążliwości odorowych

WARIANT II

Działania perspektywiczne

Po kilku latach obserwacji przebiegu wdrażania ograniczeń zapachowej uciążliwości inwestycji i obiektów według wariantu I (1998-2000) możliwe i potrzebne okaże się prawdopodobnie przeprowadzenie:

- nowelizacji ustawy o ochronie i kształtowaniu środowiska (lub analogicznej), polegającej na wprowadzeniu jednoznacznego nakazu ochrony zapachowej jakości powietrza i odpowiednich delegacji do specyficznych Rozporządzeń Ministra ,
- sformułowanie Rozporządzenia, poświęconego w całości problemom ochrony zapachowej jakości powietrza (precyzującego warunki prowadzenia działalności gwarantujące ograniczenie zapachowej uciążliwości, procedurę licencyjną i kontrolno-pomiarową).

Obecnie można przypuszczać, że Rozporządzenie powinno określać:

1. normy zapachowej jakości powietrza, wyrażone poprzez najwyższe dopuszczalne częstotliwości przekroczeń ustalonych granicznych stężeń odorów (jz/m^3), zróżnicowane w zależności od sposobu zagospodarowania terenu i hedonicznej jakości zapachu,
2. zasady klasyfikacji działalności zapachowo uciążliwych,
3. kompetencje Zrzeszenia Eliminacji Uciążliwości Zapachowej (ZEUZ), zobowiązanego do opracowywania długofalowych programów działania oraz koordynacji ich realizacji w kontakcie z MOŚZNiL i PIOŚ,
4. specyficzne procedury licencyjne
5. specyficzne procedury pomiarowo-kontrolne

ad 1

Wprowadzane w Polsce normy zapachowej jakości powietrza mogą być podobne do obowiązujących w Niemczech i Holandii. Jedną z możliwości przedstawiono w tabeli 10.

Tabela 10

Proponowane normy zapachowej jakości powietrza

Stężenie graniczne		- określane na podstawie obliczeń (symulacja dyspersji):	- określane w warunkach terenowych (oceny „minut zapachowych”):
		$\text{LJZ}_3 = 10 * \text{LJZ}_{30} = 1 \text{ jz/m}^3$ $\text{LJZ}_{30} = 0.1 \text{ jz/m}^3$	$\text{LJZ}_{15\text{s.maks.}} = 1 \text{ jz/m}^3$ $\text{LJZ}_{5\text{min.maks.}} = 0.1 \text{ jz/m}^3$
obszary	klasa jakości hedonicznej	Najwyższy dopuszczalny czas przekroczeń % czasu roku	
mieszkalne rekreacyjne	H0	5	
	H1	3	
przemysłowe	H0	10	

wiejskie	H1	8
----------	----	---

Objaśnienia:

LJZ₃ , LJZ₃₀ , LJZ_{15s.maks.} - liczba jednostek zapachu [jz/m³] (patrz pkt 2.2 i 2.3); H0-zapach neutralny lub przyjemny, H1-zapach nieprzyjemny

Graniczne częstości przekroczeń stężenia granicznego na obszarach ograniczonego użytkowania określa wojewoda, w drodze rozporządzenia o którym mowa w Art.71 ust.3 Ustawy (projekt).

Klasyfikacja działalności uciążliwych zapachowo może polegać na wyodrębnieniu trzech grup:

grupa A: działalności nie poddawane ocenom zapachowego oddziaływania na środowisko pod warunkiem ich prowadzenia zgodnie z „Wytycznymi prowadzenia działalności zapachowo uciążliwej” (TWPDz),

grupa B: działalności nie poddawane ocenom zapachowego oddziaływania na środowisko pod warunkiem ich prowadzenia zgodnie z „Wytycznymi prowadzenia działalności zapachowo uciążliwej” (TWPDz) oraz „Technicznymi wytycznymi dezodoryzacji” (TWDez),

grupa C: znajdujące się na czele listy skarg rodzaje działalności, dla których nie przewiduje się opracowania Wytycznych TWPDz i TWDez lub nie zostały one dotychczas opracowane.

W chwili uruchamiania nowych procedur, specyficznych dla odorów, może być stworzona tylko lista C, obejmująca niewiele rodzajów najbardziej uciążliwej działalności (odpowiednik listy inwestycji, wymienionej w Wariancie I jako Załącznik 1 do *Rozporządzeniu Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa sprawie określenia rodzajów*

inwestycji szkodliwych dla środowiska i zdrowia ludzi oraz ocen oddziaływania na środowisko). Zapobieganie ich uciążliwości powinno się stać celem prac kilku Grup Roboczych, powołanych jak najprędzej, już w okresie realizacji programu działań doraźnych. W wyniku tych prac powinny powstać pierwsze Wytyczne TWPDz i TWDez, umożliwiające przesunięcie działalności na listę A lub B (szybkim postępem tych prac i ich jakością powinny być zainteresowane zarówno jednostki administracji jak przedsiębiorcy lub inwestorzy). Na listę C należałoby wówczas wprowadzić kolejne rodzaje działalności, do tej chwili nie objęte wykazem, wywołujące najwięcej skarg.

Sprawne wdrożenie systemu może doprowadzić do ograniczenia roli listy C i ocen zapachowego oddziaływania na środowisko w procedurach licencyjnych. Ostatecznie lista C powinna obejmować tylko nieznane wcześniej rodzaje działalności. Okresowo mogłaby zawierać również te rodzaje działalności, które wywołują skargi ludności mimo przestrzegania wytycznych. Konieczne byłoby wówczas powołanie Grupy Roboczej, zobowiązanej do opracowania poprawek i uzupełnień .

ad 3

Sprawną realizację zadań, związanych z tworzeniem banków danych TWPDz, TWDez i WE, powinno ułatwić powołanie Zrzeszenie Eliminacji Uciążliwości Zapachowej (ZEUZ), jako instytucji niezależnej lub wchodzącej w skład SliTPChem, NOT albo innej organizacji technicznej.

Zrzeszenie powinno być upoważnione i zobowiązane do:

- a) formułowania i konsultowania projektów aktów prawnych, dotyczących ochrony powietrza przed zanieczyszczeniem,
- b) formułowania projektów wytycznych dotyczących metod zapobiegania emisji i jej zmniejszania, kompletowania zbiorów wytycznych i ich upowszechniania,
- c) formułowania projektów wytycznych/projektów norm dotyczących odorymetrycznych technik kontrolno-pomiarowych, metod badań socjologicznych itp,
- d) koordynacji działań zmierzających do utworzenia sieci pracowni kontrolno-pomiarowych, współpracującej z Państwową Inspekcją Ochrony Środowiska (wyposażenie pracowni, szkolenie kadry, akredytacja i kontrola działalności),

- e) kompletowania i upowszechniania wykazów wskaźników emisji odorów, charakterystycznych dla poszczególnych rodzajów działalności, wykazów zweryfikowanych stężeń progowych węchowej wyczuwalności i innych zapachowych charakterystyk zanieczyszczeń i działalności,
- f) innych form działalności organizacyjnej i naukowo-technicznej, sprzyjającej ochronie zapachowej jakości powietrza.

W skład ZEUZ powinni wchodzić, jako stali członkowie, przedstawiciele różnych specjalności (nauka, technika, prawo, administracja), reprezentujący różne ośrodki w kraju. Zrzeszenie powinno wyodrębnić stale współpracujące ze sobą Zespoły o określonym profilu, realizujące zadania *a - f*. Powinny one mieć możliwość powoływania Grup Roboczych, jako zespołów specjalistycznych, podejmujących się rozwiązania określonych zadań doraźnych. W skład Grup Roboczych opracowujących Wytyczne Prowadzenia Działalności powinny wchodzić osoby reprezentujące zainteresowanych producentów.

Wyniki prac wszystkich Zespołów/Grup Roboczych powinny być upowszechniane w formie Wytycznych, Projektów Wytycznych lub Raportów przejściowych. Koszty opracowywania Wytycznych i innych prac Zespołów powinny być pokrywane przez Fundusze Ochrony Środowiska, zainteresowanych producentów i innych.

W początkowym okresie realizacji proponowanego programu działań potrzebne byłoby powołanie co najmniej pięciu Zespołów, z których każdy może koordynować prace kilku Grup Roboczych. W tabeli 11 zestawiono propozycje dotyczące początkowej struktury ZEUZ.

ad 4.

Specyficzne dla odorów mechanizmy licencyjne powinny być opracowane po przeanalizowaniu doświadczeń, zebranych podczas realizacji programu działań doraźnych. Na rysunku 10 przedstawiono przykład procedury, opartej na wykorzystaniu systemów nieustannego gromadzenia i upowszechniania:

- wskaźników emisji odorów towarzyszącej różnym rodzajom działalności (bank WE),
- technicznych wytycznych prowadzenia działalności (bank TWPDz),
- wytycznych dotyczących zalecanych metod pomiarowo-obliczeniowych

Tabela 11

Propozycje dotyczące początkowej struktury
Zrzeszenia Eliminacji Uciążliwości Zapachowej (ZEUZ)

ZESPÓŁ			Grupy Robocze		Placówka koordynująca
Nr	Nazwa	Symbol	Symbol	Zadania	
I	Centralne Laboratorium Odorymetrii	CLO	GR1 GR2 GR3 GR4	- ds norm „Odorymetria” - ds wskaźników emisji - ds organizacji sieci kontrolno-pomiarowej - ds weryfikacji modeli dysp.	Politechnika Szczecińska , Pracownia Zapachowej Jakości Powietrza
II	Zespół Modelowania Transportu Zanieczyszczeń	ZMT	GR1 GR2	- ds modelu smugi meandrującej - ds przygotowań wdrożenia nieliniowego modelu hydrodynamicznego	Politechnika Warszawska , Instytut Systemów Inżynierii Środowiska

III	Zespół ds Banku Wytycznych Prowadzenia Działalności	ZBW1	GR1 GR2 GR3 GR4	• ds oczyszczalni ścieków • ds składowisk odpadów • ds hodowli zwierząt • ds produkcji karmy	EKOChem Szczecin
IV	Zespół ds Banku Wytycznych Prowadzenia Dezodoryzacji	ZBW2	GR1 GR2 GR3 GR4	• ds biologicznego oczyszczania • ds chemisorpcji • ds ozonowania i UV • ds dopalania	Politechnika Wrocławska, Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska
V	Zespół ds Analizy Skarg	ZAS	GR1 GR2	• gromadzenia danych • analizy i upowszechniania danych	Instytut Ochrony Środowiska Warszawa

Przyjęto, że decyzje dotyczące działalności z grupy A i B powinny być podejmowane na szczeblu właściwym dla wydawania decyzji o zabudowie i zagospodarowaniu terenu. Umieszczenie działalności na jednej z tych list pozwala zwolnić inwestora/przedsiębiorcę z obowiązku przedstawienia wyników oceny zapachowego oddziaływania na środowisko. Gwarancją braku uciążliwości powinno być przestrzeganie TWPDz i TWDez.

Warunki prowadzenia działalności z listy C powinny być określone w toku procedury licencyjnej, analogicznej do obecnie obowiązującej w wypadku zanieczyszczeń o normowanych stężeniach (ocena emisji, rachunkowe prognozowanie rozprzestrzeniania się, oszacowanie zasięgu ponadnormatywnej uciążliwości). Można przewidywać, że dobra organizacja procesu wdrażania opisywanych mechanizmów doprowadzi do szybkiego skompletowania banku ogólnie dostępnych wskaźników emisji (WE [jz/g], [jz/szt.] itp). Do chwili określenia WE wartości emisji muszą być oznaczane odorymetrycznie (w zakładach o podobnym charakterze).

Konieczna jest formalna akceptacja Wytycznych MAGTOŚ 1983, jako narzędzia umożliwiającego orientacyjne oszacowanie zasięgu zapachowej uciążliwości emitora (do czasu opracowania specyficznych modeli i programów).

Wyniki obliczeń mogą być podstawą zakwalifikowania inwestycji do grupy wymagającej decyzji na szczeblu wojewódzkim lub pozostających w zakresie kompetencji gminy (jeżeli decyzja o emisji dopuszczalnej dotyczy wyłącznie odorów).

Rys. 10. Proponowana procedura wydawania pozwoleń na działalność uciążliwą zapachowo

Objaśnienia:

Pola wypełnione - zakres kompetencji administracji,

Pola nie wypełnione - zakres kompetencji Zrzeszenia Eliminacji Uciążliwości Zapachowej

TWPDz -techniczne wytyczne prowadzenia działalności,

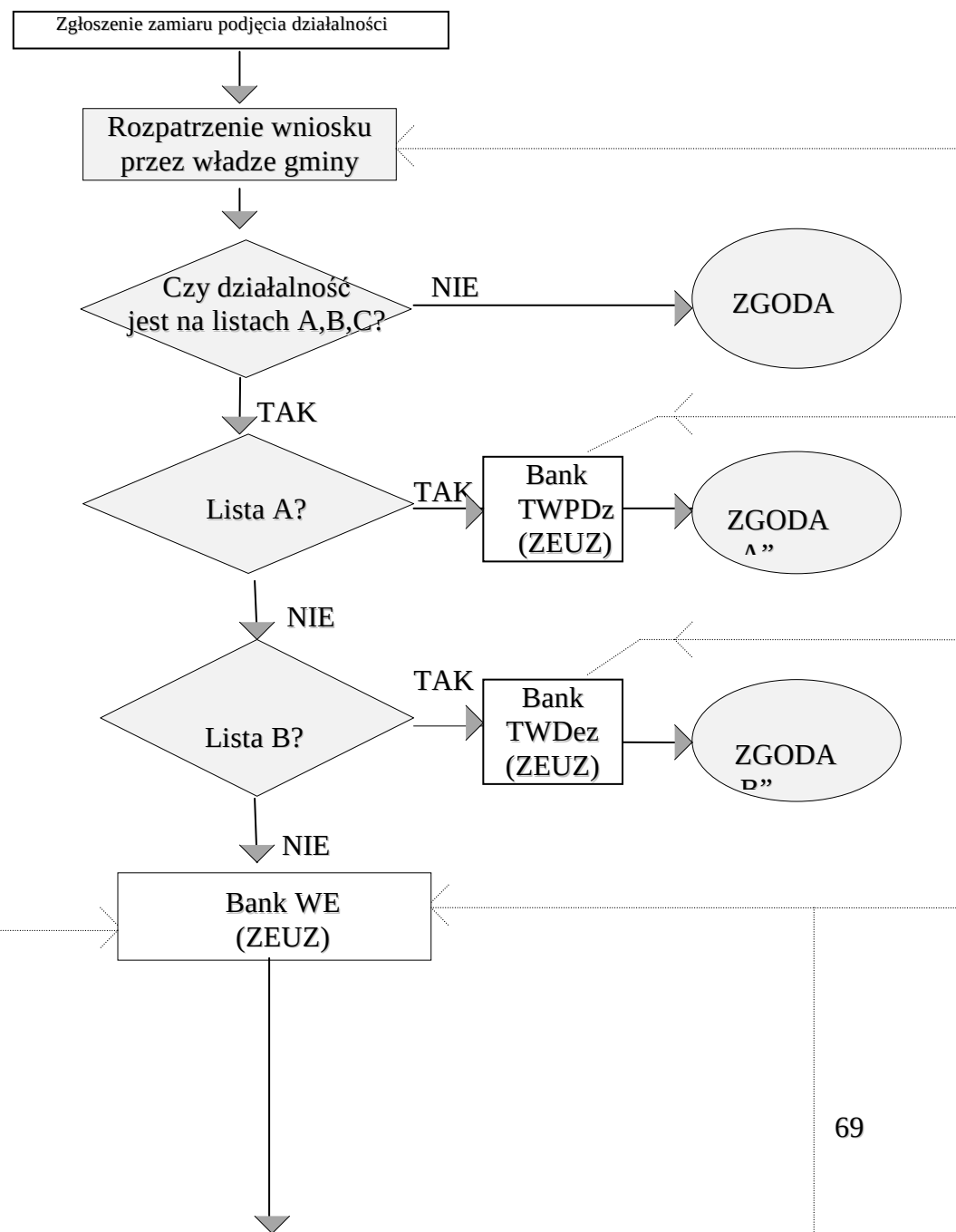
TWDez -techniczne wytyczne dezodoryzacji gazów odlotowych,

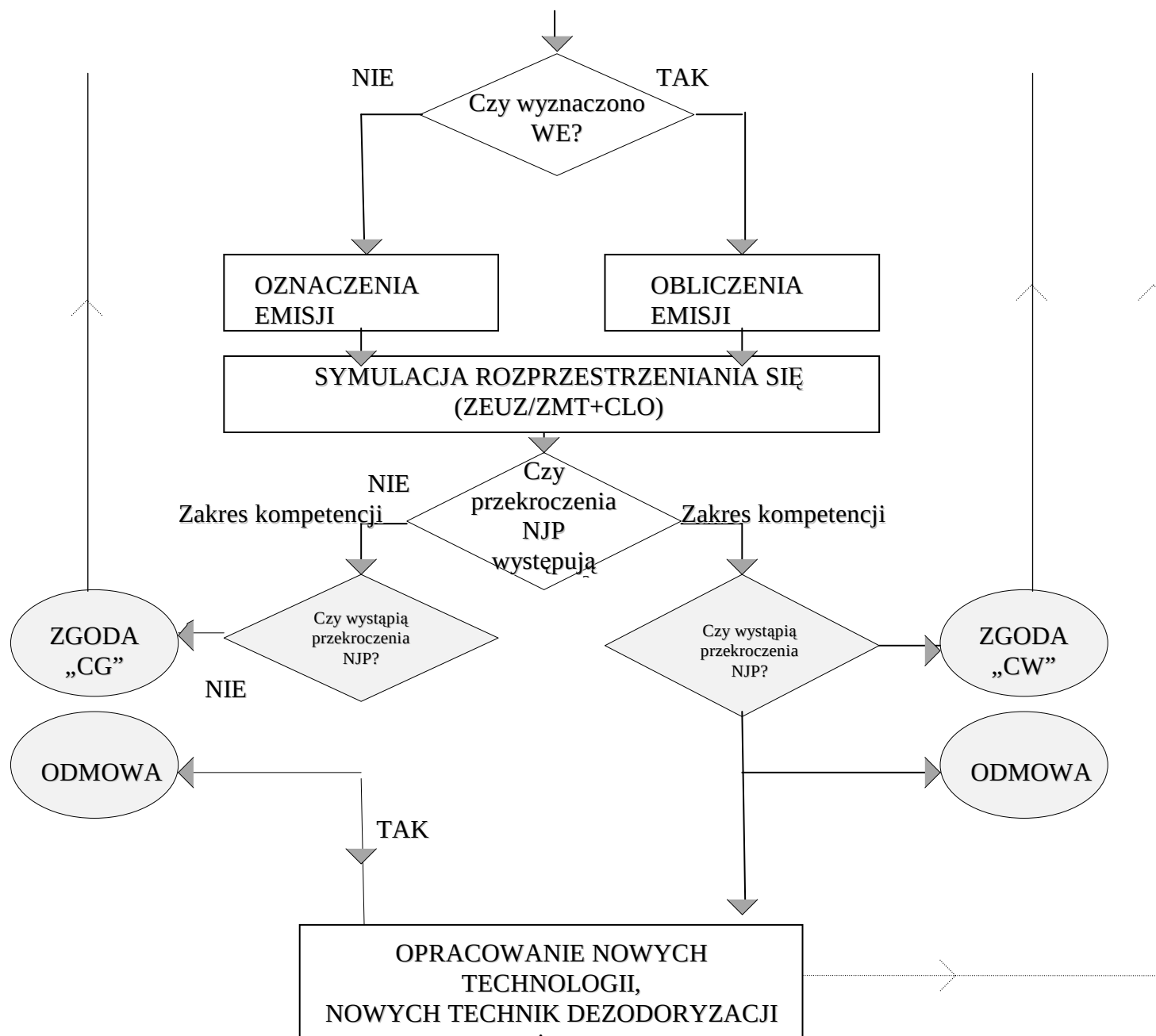
Lista A -działalności nie wymagające ocen zapachowego oddziaływania na środowisko

pod warunkiem spełnienia wymagań TWPDz (ZGODA „A”),

Lista B -działalności nie wymagające ocen zapachowego oddziaływania na środowisko,

Lista C	pod warunkiem spełnienia wymagań TWPDz i TWDez (ZGODA „B”), -działalności, w wypadku których obowiązuje procedura licencyjna (ocena zapachowego oddziaływania na środowisko),
WE	-wskaźniki emisji odorów (jz/m^3),
NJP	-normy jakości powietrza: $\text{LJZ}_3 > 1 \text{ jz/m}^3$ nie częściej niż 3, 5, 8 lub 10% godzin roku, zależnie od rodzaju zapachu i sposobu użytkowania terenu (tabela 10)





3.2. PROJEKT PROCEDURY KONTROLNO-POMIAROWEJ

3.2.1. Organizacja działań kontrolno-pomiarowych

Zapachowa uciążliwość jednostek organizacyjnych może być oceniana na podstawie:

- a) odorymetrycznego pomiaru emisji,
- b) komputerowej symulacji rozprzestrzeniania się,
- c) badań terenowych, wykonywanych „metodą obchodzenia”,
- d) analiz spontanicznych skarg ludności,
- e) badań socjologicznych (innych niż wymienione w pkt.d)

Odorymetryczne badania emisji (metoda a) są stosowane podczas:

- 1) opracowywania ocen oddziaływania na środowisko w toku postępowania licencyjnego dotyczącego działalności:
 - wymienionych w proponowanym Załączniku 1 do *Rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 13 maja 1995 w sprawie określenia rodzajów inwestycji szkodliwych dla środowiska i zdrowia ludzi oraz ocen oddziaływania na środowisko* (patrz pkt 3.1, wariant I: działania doraźne),
 - wymienionych na liście C, której utworzenie proponowane jest w ramach realizacji długofalowego programu działań (patrz pkt 3.1, wariant II: działania perspektywiczne),
- 2) pomiarów interwencyjnych, wykonywanych przez Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska lub, na zlecenie WIOŚ, przez laboratoria odorymetryczne kierowane przez biegłych z listy Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa (z wyłączeniem biegłych, którzy przygotowywali OOS dla kontrolowanej jednostki).

Komputerowa symulacja rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń (metoda b) jest stosowana:

- 1) podczas przygotowywania ocen oddziaływania na środowisko przez biegłych z listy Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa (w tym podczas określania tła i przygotowywania propozycji utworzenia obszarów ograniczonego użytkowania)
- 2) podczas pomiarów interwencyjnych WIOŚ, jeżeli jest konieczne oszacowanie emisji na podstawie pomiarów imisji (nie jest możliwy bezpośredni pomiar emisji); obliczenia mogą być wykonywane przez akredytowane przez WIOŚ pracownie zatrudniające biegłych z listy

Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa (z wyłączeniem biegłych, którzy przygotowywali OOS dla kontrolowanej jednostki)

3) podczas prac badawczych, zmierzających do opracowania specyficznych dla odorów modeli rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń i ich terenowej weryfikacji

Badania „metodą obchodzenia” (metoda c) wykonuje się podczas:

- 1) określania „tła zapachowego” w toku przygotowania ocen oddziaływania inwestycji na środowisko
- 2) pomiarów interwencyjnych WIOŚ, jeżeli jest konieczne oszacowanie emisji na podstawie pomiarów imisji (nie jest możliwy bezpośredni pomiar emisji);
- 3) prac badawczych, zmierzających do opracowania specyficznych dla odorów modeli rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń i ich terenowej weryfikacji
- 4) badań skuteczności działań podejmowanych w celu ograniczenia emisji (jeżeli nie jest możliwy bezpośredni pomiar emisji)
- 5) realizacji państwowego monitoringu środowiska, zgodnie z ustawą o Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska (DzU 77 z dnia 29 sierpnia 1991, poz. 335, Art. 4).

Pomiary „metodą obchodzenia” prowadzą inspektorzy WIOŚ, biegli z listy Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa (z wyłączeniem biegłych, którzy przygotowywali OOS dla kontrolowanej jednostki) lub inni specjaliści, doraźnie upoważnieni przez WIOŚ (ewentualnie - według drugiego wariantu strategii - przez ZEUZ).

Uczestnikami ocen mogą być zespoły ludzi, angażowanych przez prowadzącego pomiary. W wypadkach rozstrzygania sporu między jednostką emitującą zanieczyszczenia i mieszkańcami otoczenia w skład zespołów wchodzi przedstawiciele obu stron.

Zadania objęte programem monitoringu zapachowej jakości powietrza mogą wykonywać laboratoria odorymetryczne poza WIOŚ (przy uczelniach wyższych prowadzących kierunki kształcenia „Ochrona Środowiska” lub „Inżynieria Środowiska”, przy instytutach naukowych i badawczych, pracowniach usługowych specjalizujących się w ochronie środowiska itp.). Zgodnie z Art. 26 Ustawy o Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska tryb atestacji tych laboratoriów przez PIOŚ Określa Minister Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa w drodze rozporządzenia.

Skargi ludności (metoda c) powinny być wykorzystywane jako:

- 1) sposób uzyskiwania przez samorządy gmin i WIOŚ informacji o prawdopodobnym wystąpieniu ponadnormatywnej zapachowej uciążliwości w otoczeniu obiektów posiadających

decyzje o dopuszczalnej emisji odorów lub znajdujące się w ustanowionym obszarze ograniczonego użytkowania (podstawa podjęcia działań interwencyjnych),

2) sposób gromadzenia informacji w ramach państwowego systemu monitoringu środowiska (lub w przyszłości - w ramach działalności ZEUZ, Zespół ds Analizy Skarg), umożliwiających formułowanie długofalowych programów działania

Do gromadzenia skarg, ich rejestracji i przekazywania do Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska powinny być zobowiązane samorządy gmin (w ramach realizacji zapisów Art.17 ustawy o Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska).

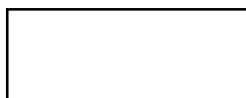
Wpłynięcie skargi powinno zobowiązywać samorząd do podjęcia próby wyjaśnienia jej zasadności oraz ich przyczyn oraz możliwości usunięcia tych przyczyn. W uzasadnionych wypadkach sprawa powinna być kierowana do WIOŚ w formie wniosku o przeprowadzenie kontroli interwencyjnej. Koszty wykonania kontroli ponosi:

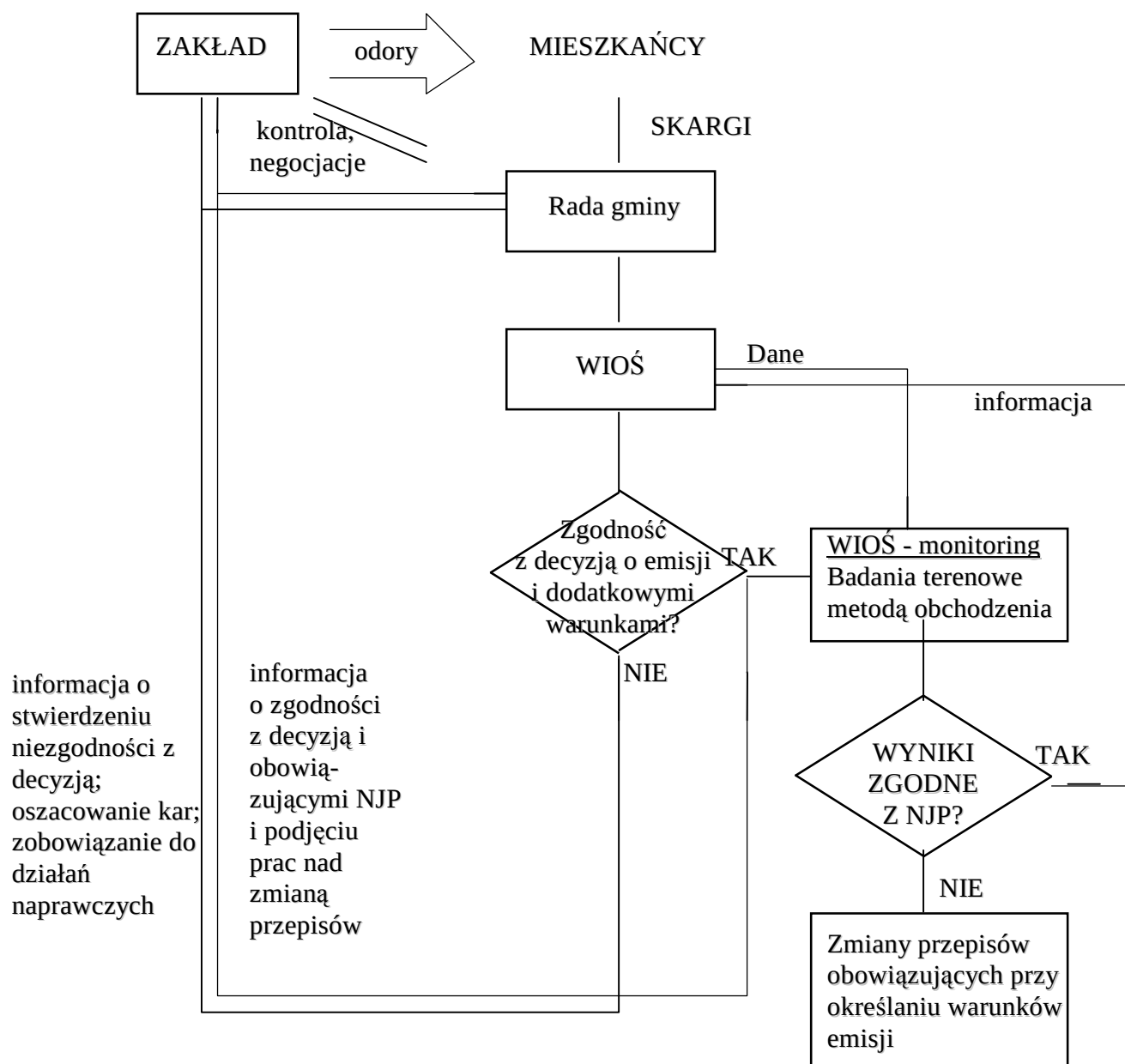
- jednostka, która emituje odory w ilościach większych od określonych w decyzji o emisji dopuszczalnej lub ponosi odpowiedzialność za przekroczenia norm jakości powietrza poza obszarem zakładu (jeżeli pomiar emisji nie jest możliwy) lub na obszarach ograniczonego użytkowania (jeżeli zostały wyznaczone rozporządzeniem Wojewody),
- samorząd gminy, jeżeli kontrola nie wykazuje niezgodności z wymienioną decyzją lub/i rozporządzeniem Wojewody.

Rejestr wszystkich skarg, z określeniem sposobu załatwienia spraw rozwiązanych na szczeblu gminy, powinien być okresowo kierowany do WIOŚ dla potrzeb statystyki wojewódzkiej i państwowej, umożliwiającej racjonalne formułowanie długofalowych programów ograniczania zapachowych uciążliwości.

Badania socjologiczne, inne niż analiza skarg ludności (metoda e), mogą być użyteczne dla WIOŚ i WOŚ jako pomocnicze narzędzie kontroli stanu środowiska. W drugim etapie realizacji długofalowego programu zmniejszania uciążliwości mogą ułatwić sformułowanie nowych norm zapachowej jakości dla obszarów o dużym zaludnieniu (np. nie więcej niż 20% negatywnych ocen zapachowej jakości powietrza wśród opinii reprezentatywnej grupy ankietowanych).

Uproszczony **schemat interwencyjnej procedury kontrolno-pomiarowej** przedstawiono na rysunku 11.





Rys. 11. Interwencyjna procedura kontrolno-pomiarowa (NJP - norma jakości powietrza)

Skarga, zgłaszana w samorządzie gminy, jest wstępnie analizowana z udziałem gminnej inspekcji ochrony środowiska (jeżeli została powołana przez radę gminy), straży gminnej lub pracowników urzędu gminy, upoważnionych przez wójta, burmistrza lub prezydenta miasta (Art. 94 Ustawy, projekt). Rada gminy może stwierdzić potrzebę wykonania pomiarów odorymetrycznych przez zespoły pod kierownictwem biegłego z listy Ministra Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa (Art. 88 pkt 2 Ustawy, projekt). Uzasadnione podejrzenie co do naruszenia przez kontrolowaną jednostkę przepisów ochrony środowiska może być podstawą skierowania do Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska wniosku o podjęcie działań zgodnych z Art. 13 ustawy o Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska. Z wnioskiem do wojewódzkiego inspektora ochrony środowiska występuje wójt, burmistrz albo prezydent miasta. Interwencyjne kontrole WIOŚ (lub pracowni atestowanej przez WIOŚ) polegają na określeniu zgodności działalności z decyzją, posiadaną przez zakład.

W wypadku, gdy kontrola WIOŚ wykaże zgodność wielkości emisji i jej warunków z decyzją, a równocześnie zasadność skarg (przekroczenia norm jakości powietrza) sprawa powinna być przekazana do rozpatrzenia specjalistycznej grupie roboczej (powoływanej przez Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa lub działającej w strukturze ZEUZ). Jej zadaniem powinno być wyjaśnienie przyczyn niezgodności pomiarów terenowych z oczekiwaniami i podjęcie prób ich usunięcia (zmiana wskaźników emisji? kontrola poprawności wykonania OOS na etapie działań licencyjnych? modyfikacja modelu rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń? weryfikacja banku WE? itp).

Roczne rejestry skarg oraz wykazy kontroli interwencyjnych przeprowadzonych przez Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska powinny być wykorzystywane podczas analiz skuteczności działań w zakresie ochrony zapachowej jakości powietrza. Mogą stanowić racjonalną podstawę długofalowych programów dalszych działań (kompetencje GIOŚ, WIOŚ, MOŚZNiL, WOŚ UW lub ZEUZ/ZAS).

3.2.2. Proponowane techniki pomiarów i obliczeń

Pomiary emisji

Podczas pomiarów emisji zorganizowanej wskazane jest wykorzystanie metod odorymetrycznych, polegających na rozcieńczeniach statycznych lub dynamicznych do osiągnięcia progu węchowej wyczuwalności. Przebieg pomiarów musi odpowiadać Polskiej Normie. Opracowanie projektu normy zostało umieszczone w planie prac normalizacyjnych PKN na rok 1998. Do czasu opublikowania PN projekt normy może być wykorzystany do sformułowania zaleceń Głównego Inspektora Ochrony Środowiska.

Procedura pomiarów emisji może być oparta na rozcieńczeniach statycznych, nie wymagających zakupu kosztownych olfaktometrów. Metodyka rozcieńczeń próbek gazu w urządzeniu Sampling System E (Stroehlein) lub podobnym „miarowym cylindrze gazowym” jest od kilku lat z powodzeniem stosowana w Pracowni Zapachowej Jakości Powietrza. Stanowi rozwinięcie metodyki rozcieńczeń wstępnych, zalecanej przez dr. H. Mannebecka z Uniwersytetu w Kilonii (projektant i producent olfaktometrów TO7, zakupionych w r.1996 dla PIOŚ). Stwierdzono, że tak prowadzone rozcieńczenia bardzo ułatwiają wykonywanie pomiarów stężeń odorów (LJZ [jz/m³]) metodą ekstrapolacyjną, od dawna proponowaną przez Politechnikę Szczecińską (projekt normy - w przygotowaniu).

Koszt zestawu do rozcieńczeń statycznych, w wersji minimalnej, nie powinien przekroczyć 1000 zł.

Proponowana metoda pomiarów LJZ może być wykorzystana podczas:

- opracowywania ocen oddziaływania na środowisko przez biegłych z listy Ministra,
- interwencyjnych kontroli wykonywanych przez WIOŚ (lub placówki z atestem WIOŚ),
- prac badawczych, zmierzających do utworzenia banku wskaźników emisji odorów z różnych rodzajów działalności oraz opracowania najbardziej skutecznych metod dezodoryzacji gazów odlotowych (oceny skuteczności badanych procesów).

Dla rozstrzygania wątpliwości, dotyczących wyników pomiarów wykonywanych metodą rozcieńczeń statycznych (zastrzeżenia do opinii biegłych lub decyzji WIOŚ), powinny być utworzone placówki odwoławcze. Funkcje takie powinny pełnić laboratoria odorymetryczne wyposażone w olfaktometry do rozcieńczeń dynamicznych, dysponujące pomieszczeniami z systemem wentylacyjno-klimatyzacyjnym o wysokiej sprawności i odpowiednio liczną,

wyszkoloną kadrą. Autorzy opracowania są poinformowani, że obecnie olfaktometry wysokiej klasy posiadają już:

- Politechnika Szczecińska, Pracownia Zapachowej Jakości Powietrza (olfaktometr STROEHLEIN, zakupiony w roku 1993 ze środków WFOŚ w Szczecinie i Komitetu Badań Naukowych),
- Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska we Wrocławiu, Łodzi i Lublinie (trzy olfaktometry TO7, projekt i produkcja: dr H.Mannebeck, Uniwersytet Kiel; zakupione w r. 1996 ze środków NFOŚiGW).

Cztery jednostki, wyposażone w aparaty tej klasy, powinny podołać obowiązkom w zakresie arbitrażu. Powinny podlegać Centralnemu Laboratorium Odorymetrii, koordynującemu prace, zobowiązanemu do prowadzenia szkoleń i organizowania kontrolnych pomiarów międzylaboratoryjnych.

Właściwe wyposażenie tych placówek i ich działalność powinien finansować Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska.

Jest niezbędne aby „arbitrażowe pracownie odorymetryczne” dysponowały pomieszczeniami z wysokosprawną wentylacją i klimatyzacją oraz były wyposażone w zgodny z normą sprzęt do poboru próbek, kalibracji olfaktometrów itp.

Jest wskazane, aby w okresie najbliższych trzech lat laboratoria spełniające funkcje instancji odwoławczych (lub co najmniej Centralne Laboratorium Odorymetrii) zostały wyposażone w Mobilne Laboratoria Odorymetryczne. Laboratoria mobilne, na przykład zainstalowane w odpowiednio wyposażonych samochodach typu BUS, pozwalają na przewóz aparatury i ekipy pomiarowej do ocenianego obiektu i wykonanie pomiarów emisji lub skuteczności dezodoryzacji *on line*. Założenia do projektu laboratorium mobilnego przygotowano w r. 1995 w Pracowni Zapachowej Jakości Powietrza (wniosek o sfinansowanie zakupu ze środków Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej, program „BITECH”). Zyskały aprobatę MOŚZNiL, Dyrektora Zespołu Monitoringu GIOŚ oraz Pana T.van Harrevelda (Amsterdam, CEN-TC264/WG 2: ODOURS”).

Koszt laboratorium mobilnego, wyposażonego w olfaktometr TO7 i kilka dodatkowych aparatów i urządzeń (wyposażenie podstawowe) wynosił w roku 1995 około 3 mld zł (300 000 nowych złotych).

Pracownia odorymetryczna dysponująca mobilnym laboratorium odorymetrii powinna uczestniczyć w kontrolach interwencyjnych WIOŚ oraz realizować programy badawcze, zmierzające do:

- kompletowania banku wskaźników emisji odorów, w tym wskaźników charakteryzujących strumień odorów z typowych źródeł powierzchniowych,
- wytypowania najbardziej skutecznych technik dezodoryzacji (dla różnych działalności),
- weryfikacji matematycznych modeli rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń powietrza, uwzględniających specyfikę odorów.

Komputerowa symulacja rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń powietrza

W pierwszym okresie realizacji programu ograniczania emisji odorów (wariant I) za dopuszczalne można uznać wykonywanie obliczeń według wytycznych MAGTOŚ 1983.

Podczas obliczeń i interpretacji wyników powinny być stosowane jednostki:

- emisja: jz/s i wielokrotności,
- imisja: jz/m³

Ze względu na duże znaczenie chwilowych zmian stężenia odorów w powietrzu (meandrowanie smugi, jej rozrywanie - powstawanie „obłoków” itp) zapach bywa wyraźny mimo że średnie trzydziestominutowe wartości stężeń są dużo mniejsze od stężenia progowego (LJZ=1 jz/m³). Rachunkową ocenę częstości pojawiania się zapachu należy oprzeć na obliczeniach częstości występowania przekroczeń LJZ₃₀ = 0.1 jz/m³.

Propozycja jest oparta na wynikach badań Politechniki Szczecińskiej, przedstawionych w pkt. 2.3. Analogiczny sposób interpretacji wyników obliczeń zalecają wytyczne niemieckie [1,30].

Podczas realizacji kolejnego etapu programu ograniczania uciążliwości odorowych powinny być wykorzystane modele meandrującej smugi oraz model „obłoków” (patrz: Załącznik 1). Program perspektywiczny zakłada zmianę organizacji danych meteorologicznych - ze statystyk klimatologicznych (stany równowagi i róże wiatrów) na chronologiczne ciągi obserwacji i analiz. Zmienione modele powinny uwzględniać krótkookresowe fluktuacje stężeń, akumulację zanieczyszczeń w okresach ciszy i słabych wiatrów oraz wpływy lokalnych warunków terenowych.

Pomiary imisji

Podstawową techniką pomiarów częstości występowania zapachu w otoczeniu emitatorów, jego intensywności oraz stężeń odorantów LJZ [jz/m^3] powinna być „metoda obchodzenia” (patrz pkt 2.2.2). Polska Norma, jednoznacznie określająca sposób wykonania pomiarów i obliczeń, zagwarantuje powtarzalność ocen. Opracowanie projektu PN umieszczono w planie działań normalizacyjnych PKN na rok 1998. Do czasu opublikowania normy powinny obowiązywać odpowiednie wytyczne Głównego Inspektora Ochrony Środowiska (opracowane na podstawie projektu).

Dodatkowych informacji o zapachowej jakości powietrza w otoczeniu emitatorów może dostarczać system gromadzenia i analizy skarg. Wskazane jest również wykorzystanie innych technik badań socjologicznych (opracowanie wytycznych, gwarantujących rzetelną interpretację wyników ankietowych sondaży i tp).

3.3. MECHANIZMY I INSTRUMENTY EKONOMICZNE

Realizacja pierwszego wariantu proponowanej strategii ograniczania uciążliwości odorowych bazuje na wykorzystaniu mechanizmów i instrumentów ekonomicznych stosowanych obecnie w dziedzinie ochrony jakości powietrza lub planowanych w związku z nowelizacją Ustawy.

Zakłada się, że problemy ograniczania zapachowej uciążliwości będą rozwiązywane z wykorzystaniem istniejącego, określonego w Ustawie, trybu naliczania opłat za korzystanie ze środowiska i kar za wykroczenia przeciw przepisom ochrony środowiska (Art. 110 ust.1 Ustawy), wpływających do Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz funduszy wojewódzkich i gminnych.

Zgodnie z duchem art. 110 Ustawy sposób egzekwowania kar za przekroczenia w zakresie ochrony zapachowej jakości powietrza powinien być uzależniony od rodzaju zakładu i sytuacji w gminie. Zakłady stare, a bardzo potrzebne lokalnej społeczności, powinny mieć możliwość odroczenia płatności kary lub rozłożenia jej na raty na okres pięcioletni (Art. 110c), pod warunkiem usunięcia w tym czasie przyczyn wymierzenia kary.

Poniżej przedstawiono propozycje, dotyczące źródeł środków umożliwiających realizację poszczególnych zadań programu ograniczania uciążliwości odorowych.

A. Ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (zgodnie z Art. 88b Ustawy, projekt) powinny być pokryte koszty:

- a) wyposażenia i utrzymania laboratoriów odorymetrycznych WIOŚ lub innych laboratoriów odorymetrycznych atestowanych przez WIOŚ i posiadających umowy o stałej współpracy z WIOŚ w zakresie monitoringu środowiska i kontroli interwencyjnych,
- b) przygotowania projektów standardowego wyposażenia laboratoriów odorymetrycznych oraz prototypów aparatów i urządzeń pomiarowych, umożliwiających ograniczenie kosztów wyposażenia pracowni odorymetrycznych,
- c) opracowywania wytycznych i projektów norm dotyczących prowadzenia pomiarów emisji i imisji odorów,

d) szkoleń personelu laboratoriów odorymetrycznych oraz opracowywania i publikacji instrukcji obsługi sprzętu i wytycznych prowadzenia pomiarów

e) opracowywania norm lub/i wytycznych dotyczących wykonywania socjologicznych badań opinii ludności o zapachowej jakości powietrza (takich jak analiza skarg i inne) oraz koszty publikacji wyników tych badań,

f) opracowania technicznych wytycznych prowadzenia działalności zapachowo uciążliwej i technicznych wytycznych dezodoryzacji oraz ich publikacji

g) wprowadzenia zagadnień ochrony zapachowej jakości powietrza do programów kierunków kształcenia: „Ochrona środowiska”, „Inżynieria środowiska”, „Inżynieria sanitarna” i innych oraz organizacji szkoleń podyplomowych (w tym publikacji niezbędnych skryptów i podręczników akademickich).

B. W finansowaniu części zadań programu, w tym niektórych z wymienionych w pkt. A, powinny uczestniczyć Wojewódzkie Fundusze Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (Art.88-88a). Dotyczy to między innymi kosztów:

a) wyposażania i utrzymania odorymetrycznych laboratoriów WIOŚ oraz innych pracowni tego typu, zobowiązanych do udziału w monitoringu zapachowej jakości powietrza i pomiarach interwencyjnych,

b) opracowania wytycznych technicznych prowadzenia działalności specyficznych dla określonych regionów kraju (np. przetwórstwo ryb i odpadów rybnych, przemysł wydobywczy itp),

c) badań naukowych i postępu technicznego w dziedzinie ochrony zapachowej jakości powietrza i upowszechniania ich wyników,

d) opracowań i wdrażania nowych technik i technologii dotyczących ochrony zapachowej jakości powietrza.

C. Przez gminne fundusze ochrony środowiska powinny być pokrywane koszty:

a) działań modernizacyjnych i inwestycyjnych, związanych z ograniczaniem zapachowej uciążliwości na terenie gminy (objęte programem ustalonym przez radę gminy).

b) interwencyjnych kontroli oraz pomiarów emisji lub/i imisji, wykonywanych na terenie gminy zgodnie z programem ustalonym przez radę gminy lub interwencyjnie (stwierdzenie

wykroczeń przeciw przepisom ochrony zapachowej jakości powietrza przez WIOŚ powoduje obciążenie tymi kosztami zakładu, któremu udowodniono wykroczenia),

D. W finansowaniu opracowywania niektórych wytycznych prowadzenia działalności i wytycznych dezodoryzacji powinny uczestniczyć stowarzyszenia producentów, zainteresowanych przyspieszeniem wydania dokumentacji upraszczającej procedury licencyjne (wytyczne) lub wykonaniem opracowań i wdrożeniem nowych technik i technologii.

E. Inwestorzy/producenti pokrywają koszty:

- a) wykonania ocen zapachowego oddziaływania na środowisko, wymaganych w toku postępowania licencyjnego dotyczącego działalności szczególnie uciążliwych zapachowo, wykonywanych przez biegłych z listy Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa,
- b) pomiarów wykonywanych po realizacji pokontrolnych zaleceń gminnej inspekcji ochrony środowiska lub/oraz inspektorów WIOŚ,
- c) systematycznej kontroli sprawności urządzeń ograniczających emisję odorów i ich konserwacji i modernizacji zgodnie z postępem technicznym (w oparciu o publikowane wytyczne techniczne).

Formułowanie propozycji mechanizmów i instrumentów ekonomicznych, niezbędnych w czasie realizacji perspektywicznych programów działania, byłoby przedwczesne i wykracza poza zakres opracowania wstępnego projektu strategii zmniejszania uciążliwości zapachowej.

3.4. RAMOWY PROGRAM REALIZACJI STRATEGII OGRANICZENIA UCIAŹLIWOŚCI ZAPACHOWEJ (1997 - 2000)

3.4.1. Regulacje formalno-prawne i techniki pomiarowo-kontrolne

Zadania

1. Opracowanie projektów niezbędnych aktów prawnych
2. Opracowanie wytycznych przygotowywania ocen zapachowego oddziaływania na środowisko
3. Opracowanie projektów Polskich Norm:
 - * „Ochrona czystości powietrza. Odorymetria. Pomiary liczby jednostek zapachowych metodą rozcieńczeń (emisja)”
 - * „Ochrona czystości powietrza. Odorymetria. Pomiary liczby jednostek zapachowych metodą rozcieńczeń (emisja)”
4. Organizacja sieci pracowni odorymetrycznych (w Laboratoriach WIOŚ lub/i innych placówkach, upoważnionych przez WIOŚ)
 - * wyposażenie laboratoriów
 - * szkolenie kadry
 - * organizacja systemu kontrolnych analiz międzylaboratoryjnych
 - * organizacja systemu gromadzenia wyników badań emisji i imisji (dane do publikacji w informatorach, tworzenie banku wskaźników emisji odorów)
5. Organizacja systemu nieustannego gromadzenia i analiz skarg ludności
6. Opracowanie projektu wytycznych prowadzenia socjologicznych badań opinii ludności o zapachowej jakości powietrza
7. Opracowanie technik obliczeniowych:
 - * Sprecyzowanie uproszczonej metodyki obliczania rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń odorowych zgodnej z modelem smugi meandrującej
 - * Opracowanie oprogramowania dla potrzeb testowanej metodyki
 - * Próby symulacji i analiza; sprecyzowanie warunków dopuszczalności stosowania uproszczonej metodyki
 - * Opracowanie operacyjnej wersji oprogramowania
 - * Opracowanie badawczej wersji gaussowskiego modelu obłoków
 - * Przegląd literaturowy i opracowanie propozycji w zakresie uproszczonych metod modelowania przepływów mezoskalowych
 - * Organizacja i wdrożenie systemu gromadzenia danych IMGW umożliwiającego ich organizację chronologiczną

3.4.2. Klasyfikacja działalności gospodarczej i bank technicznych wytycznych

Zadania

- I Klasyfikacja źródeł emisji odorów z działalności gospodarczej
 1. Podział źródeł emisji odorów na kategorie (w zależności od techniki produkcji, technologii wytwarzania, stosowanych urządzeń, wielkości produkcji, wielkości strumienia emisji, charakterystyki substancji zapachowych).
 2. Określenie klasy uciążliwości zapachowej danej kategorii źródła emisji odorów (dla potrzeb postępowania administracyjnego w celu ograniczenia uciążliwości).
 3. Sporządzenie wykazu źródeł objętych obowiązkiem ograniczenia emisji odorów w pierwszej kolejności (w okresie około 5 lat).
- II. Opracowanie wytycznych technicznych ochrony środowiska (WTOŚ) dla wybranych działów gospodarki.

Ramowy zakres WTOŚ

- I. Stan techniki wytwarzania w wybranym dziale gospodarki (przykładowo: przemysł cukrowniczy).
 - A. Charakterystyka procesów, aparatów, urządzeń i techniki produkcji w wybranych zakładach.
 - B. Określenie wskaźników zużycia energii, wody, mediów pomocniczych.
 - C. Charakterystyka instalacji ochrony środowiska.
 - D. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń odprowadzanych do środowiska.
- II. Stan prawny w zakresie ochrony środowiska w wybranym dziale gospodarki
 - A. Normy środowiskowe dla zanieczyszczeń w wybranym dziale gospodarki obowiązujące w Polsce.
 - B. Porównanie z wymaganiami Unii Europejskiej(UE).
- III. Stan efektywności środowiskowej w wybranym dziale gospodarki.
 - A. Porównanie stosowanych technik ograniczenia zanieczyszczenia środowiska.
 - B. Ocena efektywności ekonomicznej stosowanych technik ograniczenia zanieczyszczenia środowiska.
 - C. Wybranie najlepszych dostępnych technik dla danego działu gospodarki.
- IV. Kontrola zanieczyszczenia środowiska w wybranym dziale gospodarki.
 - A. Proponowane procedury kontrolne (kontrola przebiegu procesu technologicznego na podstawie wybranych parametrów).
 - B. Proponowane metodyki pomiarowe.

Załączniki

1. Wykaz działalności gospodarczych potencjalnie uciążliwych zapachowo
2. Harmonogram opracowywania WTOŚ dla działalności gospodarczych uciążliwych zapachowo.

3.4.3. Klasyfikacja metod dezodoryzacji i bank technicznych wytycznych

Zadania

1. Uszeregowanie technik dezodoryzacji gazów według ich potencjalnej przydatności do celów strategii (szczegółowa analiza doniesień literaturowych, wizytacja wybranych instalacji krajowych i zagranicznych, oceny skuteczności)
2. Analiza dorobku i zamierzeń polskich jednostek badawczych i projektowych (wskazanie kandydatów na listę biegłych Ministra OŚZNiL w zakresie poszczególnych technik dezodoryzacji)
3. Opracowanie ramowego zakresu „Technicznych wytycznych dezodoryzacji”, stopniowo włączanych do „Zeszytu wytycznych dezodoryzacji gazów odlotowych”

Charakterystyka metody dezodoryzacji:

opis technologii, możliwe rozwiązania techniczne, zasady eksploatacji, wykaz obszarów stosowalności z określeniem gwarantowanych stopni oczyszczenia gazów, powstających odpadów, sposób szacowania kosztów, sposób kontroli prawidłowości prowadzenia procesu itp

4. Opracowanie informatora dotyczącego przydatności różnych technik dezodoryzacji dla poszczególnych branż (rodzajów źródeł) - opracowania poprzedzającego skompletowanie „Zeszytu wytycznych dezodoryzacji”
5. Opracowanie szczegółowych TWDez dla wybranych technik dezodoryzacji (w kolejności określonej w oparciu o analizę potrzeb ochrony powietrza, skuteczności metod i kosztów)
6. Opracowanie i realizacja programu pilotażowego wdrażania technik dezodoryzacji do praktyki, w którego skład wejdą badania technik dezodoryzacji w skali pilotowej a następnie budowa instalacji referencyjnych,

**Wykaz działalności gospodarczych potencjalnie uciążliwych zapachowo
(wg propozycji OPW „Ekochem”)**

DZIAŁ	GRUPA	Kategoria działalności
1	2	3
ROLNICTWO	CHÓW I HODOWLA ZWIERZĄT	Hodowla zwierząt, hodowla drobiu
KOPALNICTWO	WYDOBYCIE ROPY, NAFTY I GAZU	Odwierty i parki zbiorników, instalacje wstępnej obróbki
PRZETWÓRSTWO PRZEMYSŁOWE	PRZEMYSŁ SPOŻYWCZY	Produkcja tłuszczów roślinnych i zwierzęcych
		Produkcja i przetwórstwo: mięsa, drobiu, ryb
		Utylizacja odpadów z produkcji i przetwórstwa mięsa, drobiu i ryb
		Produkcja pasz
		Przetwórstwo owoców i warzyw (w tym ziemniaków)
		Browary i gorzelnie
		Produkcja drożdży
		Cukrownie
		Przemysł wyrobów cukierniczych
		Palarnie kawy
		Produkcja przypraw i napojów
		Produkcja wyrobów tytoniowych
	PRZEMYSŁ WŁÓKIENNICZY	Produkcja tkanin
	PRZEMYSŁ SKÓRZANY	Garbarnie
	PRZEMYSŁ DRZEWNY	Produkcja płyt i sklejek
		Sucha destylacja drewna
	PRZEMYSŁ CELULOZOWO-PAPIERNICZY	Produkcja celulozy
		Poligrafia
	PRZETWÓRSTWO ROPY NAFTOWEJ	Produkcja benzyn
		Produkcja węglowodorów
		Produkcja bitumów naftowych

		Terminale paliwowe
		Stacje paliw płynnych i gazowych

1	2	3
cd. PRZETWÓRSTWO PRZEMYSŁOWE	PRODUKCJA CHEMIKALIÓW	Produkcja związków organicznych
		Produkcja związków nieorganicznych
		Produkcja nawozów sztucznych
		Koksochemia
		Produkcja farmaceutyków
		Roślinne produkty lecznicze
		Produkcja środków zapachowych
		Produkcja mydła i detergentów
		Włókna sztuczne
		Włókna chemiczne
		Produkcja tworzyw sztucznych
	PRODUKCJA WYROBÓW Z GUMY I Z TWORZYW SZTUCZNYCH	Przetwórstwo gumy
		Produkcja wyrobów gumowych
		Przetwórstwo tworzyw sztucznych
		Produkcja farb i lakierów
	PRZEMYSŁ METALOWY	Obróbka powierzchniowa metali (galwanizernie)
		Odlewnictwo
		Lakiernie
USŁUGI KOMUNALNE	USŁUGI W ZAKRESIE GOSPODARKI ODPADAMI STAŁYMI I PŁYNNYMI;	Oczyszczalnie ścieków komunalnych
		Wysypiska odpadów komunalnych
		Kompostowanie
		Zlewnie nieczystości
		Kotłownie, piece, paleniska
		Spalarnie odpadów
	USŁUGI POZOSTAŁE	Transport i parkingi
		Handel hurtowy i detaliczny
		Gastronomia
		Pralnie
		Warsztaty

**Harmonogram opracowania WTOŚ dla działalności gospodarczych uciążliwych
zapachowo (wg. propozycji OPW „Ekochem”)**

Lp.	Dział gospodarki	Termin realizacji	Koordynator **
1	2	3	4
USŁUGI KOMUNALNE			
1	Oczyszczalnie ścieków	1998	
2	Składowiska odpadów komunalnych	1998	
3	Spalarnie odpadów	1998	
4	Kompostownie	1998	
ROLNICTWO			
6	Chów i hodowla zwierząt i drobiu	1999	
PRZEMYSŁ			
7	Przemysł tłuszczowy	1999	
8	Przemysł cukrowniczy	1999	
9	Przemysł mięsny	1999	
10	Produkcja pasz	1999	
11	utylicacja odpadów z produkcji i przetwórstwa mięsa, drobiu i ryb	1999	
PRZEMYSŁ CHEMICZNY			
12	Produkcja farmaceutyków	1998	
13	Koksochemia	2000	
14	Produkcja nawozów sztucznych	1999	
15	Produkcja gumy i wyrobów gumowych	2001	
16	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	2001	
PRZEMYSŁ METALOWY			
17	Odlewnie żeliwa i metali kolorowych	2000	
18	Lakiernie	2000	
19	Galwanizernie	2000	
PRZEMYSŁ WŁÓKIENNICZY			
20	Produkcja tkanin	1998	
PRZEMYSŁ DRZEWNY			
21	Produkcja celulozy	1998	

** Koordynator winien zostać ustalony po przeprowadzeniu rozeznania aktualnej

sytuacji organizacyjnej w branżach.

ZAKRES I ORGANIZACJA DORAŻNYCH DZIAŁAŃ W DZIEDZINIE OCHRONY ZAPACHOWEJ JAKOŚCI POWIETRZA

1997 - 2000

Oznaczenia:

CLO	Centralne Laboratorium Odorymetryczne (Politechnika Szczecińska)
ZAS	Zespół Analizy Skarg (Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa)
ZMT	Zespół Modelowania Transportu Zanieczyszczeń (Politechnika Warszawska)
ZWT1	Zespół ds Banku wytycznych technicznych prowadzenia działalności (OPW „EKOCHEM”)
ZWT2	Zespół ds Banku wytycznych technicznych dezodoryzacji gazów (Politechnika Wrocławska)

1997-

Uzgodnienie projektu strategii

MOŚZNiL, MZiOS, PIOŚ,

Przygotowanie projektów Rozporządzeń Ministra,
(koordynacja całości pracy,

POWOŁANIE KRAJOWEGO

1998-2000

CLO

1. Opracowanie projektów Polskich Norm:
 - * „Ochrona czystości powietrza. Odorymetria. Pomiary liczby jednostek zapachowych metodą rozcieńczeń (emisja)”
 - * „Ochrona czystości powietrza. Odorymetria. Pomiary częstości występowania zapachu w środowisku (imisja odorów)”
2. Szkolenie ekspertów odorymetrii
3. Wyposażanie pracowni odorymetrycznych
4. Opracowanie wytycznych przygotowywania ocen zapachowego oddziaływania na środowisko (publikacja)
5. Komplet

1998-2000

ZAS

1. Opracowanie wytycznych prowadzenia socjologicznych badań opinii ludności o jakości środowiska
2. Organizacja systemu gromadzenia i analizy skarg ludności
3. Organizacja systemu upowszechniania wyników (Biblioteka Monitoringu? Publikacje IOŚ?)
4. Uruchomienie systemu

1998-2000

ZMT

1. Sprecyzowanie uproszczonej metodyki obliczania rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń odorowych zgodnej z modelem smugi meandrującej
2. Opracowanie oprogramowania dla potrzeb testowanej metodyki
3. Próby symulacji i analiza; sprecyzowanie warunków dopuszczalności stosowania uproszczonej metodyki obliczeń
4. Opracowanie operacyjnej wersji oprogramowania
5. Opracowanie badawczej wersji gaussowskiego modelu obłoków
6. Przegląd literaturowy i opracowanie propozycji w zakresie uproszczonych metod modelowania przepływów mezoskalowych
7. Organizacja i wdrożenie systemu gromadzenia danych IMGW

wymiana informacji,
współpraca

-1998

wymiana informacji,
współpraca
na szczeblu ministerialnym:
PKN, KBN, NFOŚ...

ustalenie zasad finansowania realizacji programu itd
kompetencje kierowników zadań,...)

KOORDYNATORA

1998-2000

ZBW1

1. Klasyfikacja źródeł emisji odorów z działalności gospodarczej
 - * Podział źródeł emisji odorów na kategorie (w zależności od technik produkcji, technologii wytwarzania, stosowanych urządzeń, wielkości produkcji, wielkości strumienia emisji, charakterystyki substancji zapachowych)
 - * Określenie klasy uciążliwości zapachowej danej kategorii źródła emisji odorów (dla potrzeb postępowania administracyjnego w celu ograniczenia uciążliwości)
 - * Sporządzenie wykazu źródeł objętych obowiązkiem ograniczenia emisji odorów w pierwszej kolejności (w okresie około 5 lat)
2. Opracowanie wytycznych technicznych WT dla wybranych działów gospodarki

Propozycje OPW „EKOCHÉM”: **Usługi komunalne, przemysł farmaceutyczny, przemysł drzewny, przemysł włókienniczy, przemysł mięsny, przemysł tłuszczowy, produkcja pasz, chów i hodowla zwierząt i drobiu, przemysł cukrowniczy i inne*)**

1998-2000

ZBW2

1. Uszeregowanie technik dezodoryzacji gazów według ich potencjalnej przydatności do celów strategii (szczegółowa analiza doniesień literaturowych, wizytacja wybranych instalacji krajowych i zagranicznych, oceny skuteczności)
2. Analiza dorobku i zamierzeń polskich jednostek badawczych i projektowych (wskazanie kandydatów na listę biegłych Ministra OŚZNiL w zakresie poszczególnych technik dezodoryzacji)
3. Opracowanie ramowego zakresu „Technicznych wytycznych dezodoryzacji” , TWDez (jak w cz. B pkt II), stopniowo włączanych do „Zeszytu wytycznych dezodoryzacji gazów odlotowych”
Opracowanie technicznych wytycznych dezodoryzacji. Propozycja Politechniki Wrocławskiej: **Biologiczne oczyszczanie gazów, chemisorpcja, ozonowanie, dopalanie i inne*)**
4. Przygotowanie mechanizmów wdrażania nowych technik dezodoryzacji

wymiana
informacji,
współpraca

*) - liczba wytycznych, które mogą być opracowane w okresie 1998-2000, zależy od możliwości finansowania pracy Grup Roboczych (angażowanych w trybie ogólnopolskiego przetargu)

4. LITERATURA

Literatura do cz. 2.1-2.4

1. Prinz B. 1993: *Odours. Regulations in Germany*. Seminar "Odours - Control, Measurement, Regulations", Świnoujście (Poland), p. 42-53, wyd. Ekochem-Szczecin
2. Dragt A.J. 1993: *Regulations in the Netherlands, and some practical experiences*. Seminar "Odours - Control, Measurement, Regulations", Świnoujście (Poland), p.63-74, wyd. Ekochem-Szczecin
3. Ministerium fur Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, 1993: *Ferstellung und Beurteilung von Geruchsimmission (Geruchsimmissions Richtlinie)*
4. Rutkowski J.D., Kośmider J., Szklarczyk M.: *Substancje odorotwórcze w środowisku*. Biblioteka Monitoringu Środowiska Wyd. PIOŚ Warszawa 1995
5. Kośmider J.: *Aminowa skala intensywności odoru rybiego*. Archiwum Ochrony Środowiska **1-2**, 27-39 (1990)
6. Kośmider J.: *Ocena niezbędnego stopnia oczyszczenia zapachowo uciążliwych gazów odlotowych na podstawie sensorycznych pomiarów intensywności*. Archiwum Ochrony Środowiska **3-4**, 37-51 (1991)
7. Bursa S., Stanisław-Lewicka M., Kicińska M., Kośmider J.: *Dezodoryzacja gazów i ścieków. Część I. Dezodoryzacja na drodze ozonowania*. Wyd. Politechniki Szczecińskiej, Szczecin 1985
8. Bursa S., Kicińska M., Kośmider J., Stanisław-Lewicka M.: *Dezodoryzacja gazów i ścieków. Część II. Dezodoryzacja na drodze chemicznego utleniania*. Wyd. Politechniki Szczecińskiej, Szczecin 1986
9. Kośmider J., Stanisław-Lewicka M.: *Dezodoryzacja gazów i ścieków. Część IV. Oceny zapachowej jakości powietrza i skuteczności dezodoryzacji*. Wyd. Politechniki Szczecińskiej, Szczecin 1990

10. Kośmider J.: *Sensoryczne metody oceny zapachowej jakości powietrza i skuteczności dezodoryzacji*. Wyd. Uczelniane Politechniki Szczecińskiej PNPS nr 422, Szczecin 1991
11. *Odours - Control, Measurement, Regulations*. Seminar ODOURS'93 - Świnoujście (Poland), 7th to 9th June 1993. Ed. by EKOCHM Ltd Process Engineering Group, Szczecin 1993
12. Mazur-Chrzanowska B., Kośmider J.: *Zapachowa uciążliwość produkcji kwasu fosforowego. Laboratoryjne próby dezodoryzacji*. Materiały Konferencji nt. *Europejski ład Ekologiczny a problemy ochrony środowiska krajów nadbałtyckich*. Szczecin 1995. Biblioteka Fundacji im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego (XIV), Seria: *Folia Humanitates* (6), 189-196, Warszawa 1995
13. Kośmider J., Nowak.A., Mazur-Chrzanowska B.: *Jakość powietrza w otoczeniu wysypisk odpadów komunalnych*. IV Międzynarodowe Sympozjum nt. *Zintegrowane systemy ochrony środowiska. Technologie-organizacja-ekonomia*". Międzyzdroje 8-10 maja 1996, materiały seminaryjne, wyd. EKOCHM-Szczecin
14. Kośmider J.: *Uciążliwość zapachowa. Klasyfikacja terenów i źródeł emisji zanieczyszczeń powietrza*. *Archiwum Ochrony Środowiska* 1-2 , 31-41
15. Kośmider J., Mazur-Chrzanowska B.: *Uciążliwość zapachowa. Metodyka ocen hedonicznej jakości zapachu i częstości jego występowania w środowisku*. *Archiwum Ochrony Środowiska* **1-2**, 1997
16. Kośmider J.: *Uciążliwość zapachowa. Metodyka terenowych oznaczeń stężenia odorów w powietrzu na przykładzie fermy norek*, *Archiwum Ochrony Środowiska* (praca wysłana do redakcji w kwietniu 1997)
17. Kośmider J., Mazur-Chrzanowska B.: *Zasięg zapachowej uciążliwości źródeł odorów na przykładzie Z.Ch.POLICE. Ocena rachunkowa i jej weryfikacja*. *Archiwum Ochrony Środowiska* (praca wysłana do redakcji w kwietniu 1997)
18. Rutkowski J.D., Segal G., Szklarczyk M.: *Odory a ochrona atmosfery*. *Ochrona Powietrza* **8(2)**, 42-46, 1974
19. Szklarczyk M.: *Biologiczne oczyszczanie gazów odlotowych*. Wyd. Politechniki Wrocławskiej, 1991
20. VDI-Richtlinien 3881, Blatt 1-4, 1986 - 1989: *Olfaktometrie. Geruchsschwellenbestimmung*
21. VDI-Richtlinien 3940, 1991 (Entwurf): *Bestimmung von Geruchstoff-immissionen durch Begehungen Ferstellung und Beurteilung von Geruchsimmission*

22. Knauer W.: *Experiences with the odour control policy in Germany*. Materiały Seminarium: *Odours - Control, Measurement, Regulations*. Seminar ODOURS'93 - Świnoujście (Poland), p. 54-62, Ed. by EKOCHM Ltd Process Engineering Group, Szczecin 1993
23. Grimm E.: *Agriculture and animal production special odour problems and solutions*. Materiały Seminarium: *Odours - Control, Measurement, Regulations*. Seminar ODOURS'93 - Świnoujście (Poland), p. 279- 299, Ed. by EKOCHM Ltd Process Engineering Group, Szczecin 1993
24. Voorburg Ir. .H.: *Odours from livestock productions; Application of biological scrubbers*. Materiały Seminarium: *Odours - Control, Measurement, Regulations*. Seminar ODOURS'93 - Świnoujście (Poland), p. 300-310, Ed. by EKOCHM Ltd Process Engineering Group, Szczecin 1993
25. a) A.P. van Harreveld: *European standardisation of olfactometry*. Materiały Seminarium: *Odours - Control, Measurement, Regulations*. Seminar ODOURS'93 - Świnoujście (Poland), p. 140-175, Ed. by EKOCHM Ltd Process Engineering Group, Szczecin 1993; b) CEN TC264/WG2 "Odours", Document 064/e: *Odour concentration measurement by dynamic olfactometry*. Final Draft prEN, 95-03-09
26. Norma holenderska NVN 2820: *Olfaktometria*
27. VDI-Richtlinien 3883, Blatt 1 - 2, 1993: *Wirkung und Bewertung von Geruchen*.
28. Raport z pracy nt. *Emisja i imisja odorów z Zakładów Chemicznych „Police”* wykonanej w roku 1996 na zamówienie Wydziału Ochrony Środowiska Urzędu Wojewódzkiego w Szczecinie (maszynopis)
29. VDI-Richtlinien 3882, Blatt 1-2, 1989 - 1992: *Olfaktometrie*
30. VDI-Richtlinien 3782, 1991: *Umweltmeteorologie*. Blatt 4 (Entwurf): *Ausbreitung von Geruchstoffen in der Atmosphäre*
31. Kośmider J., Mazur-Chrzanowska B.: *Badania dezodoryzacji gazów odlotowych z produkcji kwasu fosforowego oraz wyrobów tytoniowych*. *Ochrona Środowiska* **4** (63), 37-39, 1996
32. Kośmider J.: *Możliwości prognozowania zasięgu zapachowej uciążliwości zanieczyszczeń powietrza*. Materiały II Konferencji „Problemy Ochrony Powietrza w Aglomeracjach Miejsko-Przemysłowych, Ustroń, wrzesień'96, 114-123, 1996
33. Kośmider J.: *Zapachowa uciążliwość przemysłu w Szczecinie. Postępy inwentaryzacji źródeł odorów*. *Ochrona Powietrza* **1**, 27-30, 1996

34. Siwek U.: *Klasyfikacja źródeł uciążliwości zapachowej powietrza na podstawie analizy skarg ludności*. V. Międzynarodowe Sympozjum: *Integrated Air Quality Control for Industrial and Commercial Sectors*, Międzyzdroje'97, wyd. EKOCHÉM Szczecin, s.291-301, 1997

Literatura do cz. 2.6 :

„Podstawy klasyfikacji metod oczyszczenia gazów”

1. Rutkowski J. D.: *Dezodoryzacja Gazów Odlotowych*, Wyd. Pol.Wr., 1975
2. Prospekt reklamowy PP-H „Polskie Odczynniki Chemiczne” S.A.
3. Pfeiffer H. VDI-Berichte nr 416 (1982), 91
4. Patent RFN nr 2220955
5. Patent W. Brytanii nr 1359421
6. VDI-Richtlinie 2443 (1996)
7. Kurmeier H., *Gesundheits-Ingenieur* 92 (1971), H.6, 169
8. Bernes J., WLB, 21(1977), 6, 353
9. Francky U. VDI-Berichte nr 140 (1970), 291
10. Reither K., WLB, 31 (1987), 10.
11. Brandt H-B 16 (1972), 10, 351
12. Knop W. WLB, 16 (1972), 6, 190
13. Wojciechowski J., *Techniczne i formalno-prawne aspekty emisji odorów*, Seminarium
14. EKO-TECH, Poznań 21-23. 11. 1994
15. VDI - Richtlinie 3674 (1996)
16. Harkort W., VDI-Berichte, 561 (1985), 11
17. Knop W., WLB, 21(1997), 7, 414
18. Bhatnagar S., VDI-Berichte 1034 (1993), 461
19. Homans W.J., VDI-Berichte, 735 (1989), 59
20. Pomeroy R. D., Patent USA 2793096 (1957)
21. Szklarczyk M., *Biologiczne Oczyszczanie Gazów Odlotowych*, Wyd. Pol. Wr., 1991