

OCENA UCIAŹLIWOŚCI ZAPACHOWEJ Z PRZEMYSŁU SPOŻYWCZEGO

Izabela SÓWKA, Maria SKRĘTOWICZ, Mirosław SZKLARCZYK, Jerzy ZWOŹDZIAK
Zakład Ekologii, Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska, Politechnika Wrocławska,
pl. Grunwaldzki 9, 50-377 Wrocław
izabela.sowka@pwr.wroc.pl

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono analizę uciążliwości zapachowej Zakładu należącego do przemysłu spożywczego, emitującego zapachy przyjemne w sposób ciągły cykliczny. Obliczono emisję zapachów na podstawie znajomości stężenia zapachowego oraz strumieni objętościowych gazów odlotowych. Oszacowano zasięg oddziaływania zapachów, z wykorzystaniem modeli wskaźnikowych rozprzestrzeniania się zapachów w powietrzu. Przedstawiono wyniki przeprowadzonych badań ankietowych wśród mieszkańców osiedla, znajdującego się w bliskiej odległości od Zakładu. Zwrócono uwagę na potrzebę klasyfikacji emisji z różnych źródeł na podstawie jakości hedonicznej zapachów, służącą do określenia stopnia redukcji emisji odorów.

1. Wprowadzenie

Gazy złozone są istotnymi, choć długo pomijanymi w ochronie atmosfery, zanieczyszczeniami powietrza. Pomimo, że nie stanowią bezpośredniego zagrożenia dla życia ludzi, mogą powodować wiele dolegliwości zdrowotnych, takich jak bóle głowy, nudności, wymioty, czy też wpływać znacząco na samopoczucie osób narażonych na długotrwałą ekspozycję tych zanieczyszczeń. Brak odpowiednich uregulowań prawnych dotyczących poziomów stężenia zapachowego, których głównymi źródłami są przemysł, gospodarka komunalna oraz rolnictwo, powoduje, że nie można egzekwować od tych zakładów ograniczenia emisji odorów. Ustalenie dopuszczalnych poziomów stężeń zapachowych jednak nie jest łatwe, ze względu na ich specyfikę. Ważną cechą odorów, oprócz stężenia i intensywności, które są ze sobą w pewnej zależności, jest ich jakość hedoniczna, która charakteryzuje zapachy jako 'przyjemne', 'neutralne' oraz 'nieprzyjemne'. Obok cech samego zapachu, uciążliwość zapachowa jest odczuciem indywidualnym dla każdego człowieka i zależy od wielu czynników, jak na przykład wiek, stan zdrowia, miejsce zamieszkania, wrażliwość zmysłu węchu, miejsce i warunki zatrudnienia, i wiele innych aspektów zdrowotnych, społecznych i psychologicznych. Niewątpliwie ważnym czynnikiem decydującym o uciążliwości zapachowej jest również czas ekspozycji.

W odczuciu powszechnym uciążliwość zapachowa kojarzy się z emisją zapachów nieprzyjemnych. W odróżnieniu wybrano Zakład należący do gałęzi przemysłu spożywczego ciastkarskiego, ze względu na specyfikę emitowanych zapachów. W Zakładzie znajdują się 3 czynne linie technologiczne. Proces wypieku jest ciągły w obrębie dwóch dziennych zmian. Emisja zapachów do atmosfery jest więc emisją cykliczną. Czas trwania to około 12 godzin, a jej wielkość jest praktycznie niezmienna. Należy również podkreślić, że emitowane zapachy określane są jako przyjemne. W związku z tym czy zapachy pochodzące z tego rodzaju działalności mogą powodować znaczącą uciążliwość? Czy takie obiekty powinno się traktować na równi z zakładami emitującymi zapachy nieprzyjemne?

W ramach badań wpływu pracy Zakładu na zapachową jakość powietrza, na podstawie znajomości stężeń zapachowych oraz strumieni gazów odlotowych, określono emisję

zapachów. Stężenia zapachowe zostały wyznaczone metodą olfaktometrii dynamicznej. Ocenę oddziaływania Zakładu na okolicę wykonano dwiema metodami: obliczeniową, z wykorzystaniem modelu wskaźnikowego, oraz poprzez badania ankietowe wśród mieszkańców pobliskiego osiedla. Pozwoliło to oszacować zasięg oddziaływania Zakładu, jak również czy jego działalność powoduje znaczącą uciążliwość zapachową dla okolicznej ludności.

2. Charakterystyka Zakładu ze wskazaniem głównych przyczyn emisji zapachów

Zakład zlokalizowany jest w około 50-tysięcznym mieście, w pobliżu dużego osiedla mieszkaniowego. Głównymi produktami Zakładu są herbatniki i wafle. Zakład pracuje codziennie od poniedziałku do piątku. Nie ma ustalonego harmonogramu wypieków. Wypiekany asortyment uzależniony jest przede wszystkim od zamówień klientów. Codziennym, stałym wypiekiem są jedynie wafle.

Wypiek ciastek jest procesem wysokotemperaturowym. Temperatury wypieku zawierają się w przedziale 423-493K (150-220°C), a podstawowymi składnikami są mąka pszenna, cukier, jaja, tłuszcz roślinny, substancje spulchniające, a także aromaty spożywcze, mające na celu nadać gotowym produktom odpowiedni smak i zapach [1, 2].

Na podstawie analizy technologii wypieku można wskazać dwie główne przyczyny emisji zapachów:

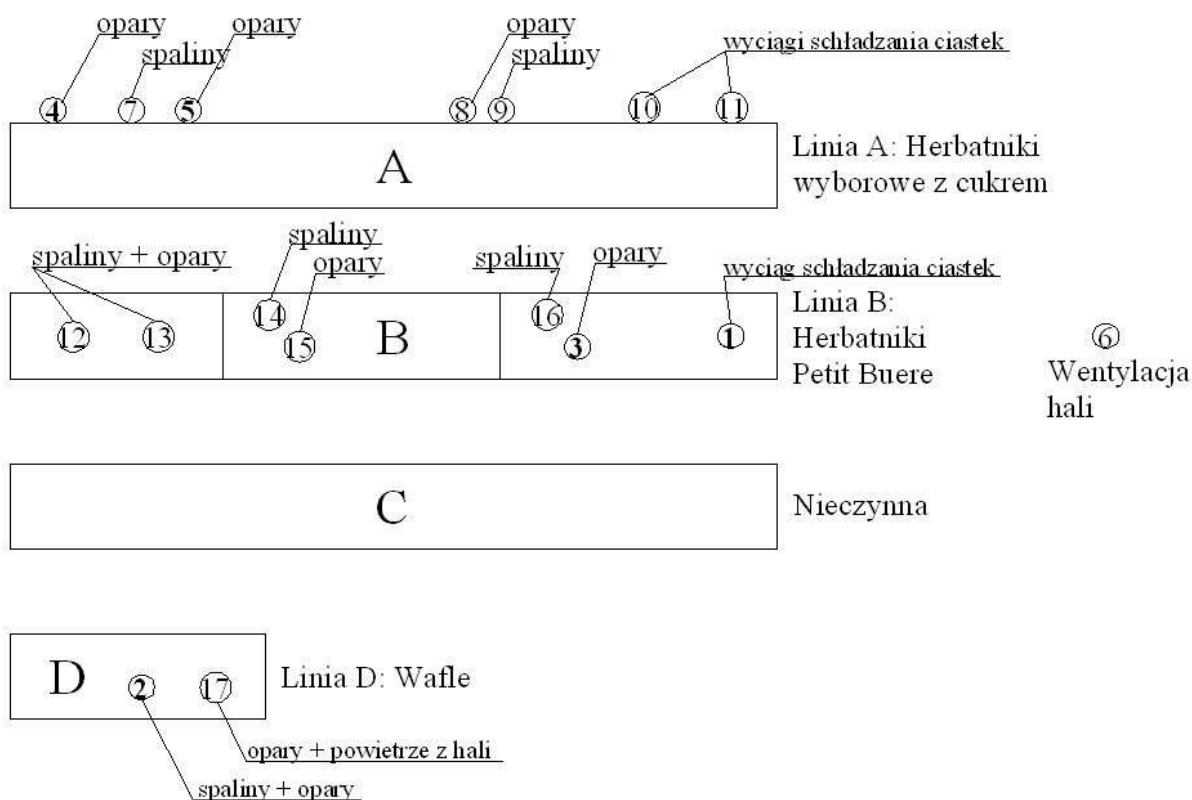
- wysoka temperatura procesów, jakim poddawane są składniki zawarte w produktach,
- dodawanie aromatów spożywczych.

3. Badania olfaktometryczne i obliczenia emisji zapachów pochodzących z Zakładu

Aby określić wielkość emisji z Zakładu wykonano oznaczenia olfaktometryczne. Po wcześniejszych ustaleniach z przedstawicielem Zakładu oraz przeprowadzonym rekonesansie na terenie obiektu wytypowano 6 punktów poboru próbek (emitorów dachowych zadaszonych). Lokalizację emitorów przedstawiono na rys. 1, natomiast ich charakterystykę w tabeli 1.

Cztery z emitorów, z których pobrano próbki są zaopatrzone w wentylatory (punkty 1 i 3 na linii technologicznej oznaczonej na rys. 1 jako B, punkt 2 na linii D oraz punkt 6 stanowiący wentylację hali), natomiast dwa pozostałe (punkty 4 i 5 na linii A) działają na zasadzie wentylacji grawitacyjnej. Z każdego z emitorów pobrano po 3 próbki gazów. W sumie z Zakładu zostało pobranych 18 próbek. Analizę olfaktometryczną próbek wykonano w dniu ich poboru zgodnie z metodyką zawartą w normie PN-EN 1725 [3].

Zmierzone wartości stężeń zapachowych, podanych w europejskich jednostkach zapachowych w metrze sześciennym (ou_E/m^3) przedstawiono na rys. 2. Oznaczenia olfaktometryczne były prowadzone w temperaturze 293 K (temperatura panująca w laboratorium olfaktometrycznym).



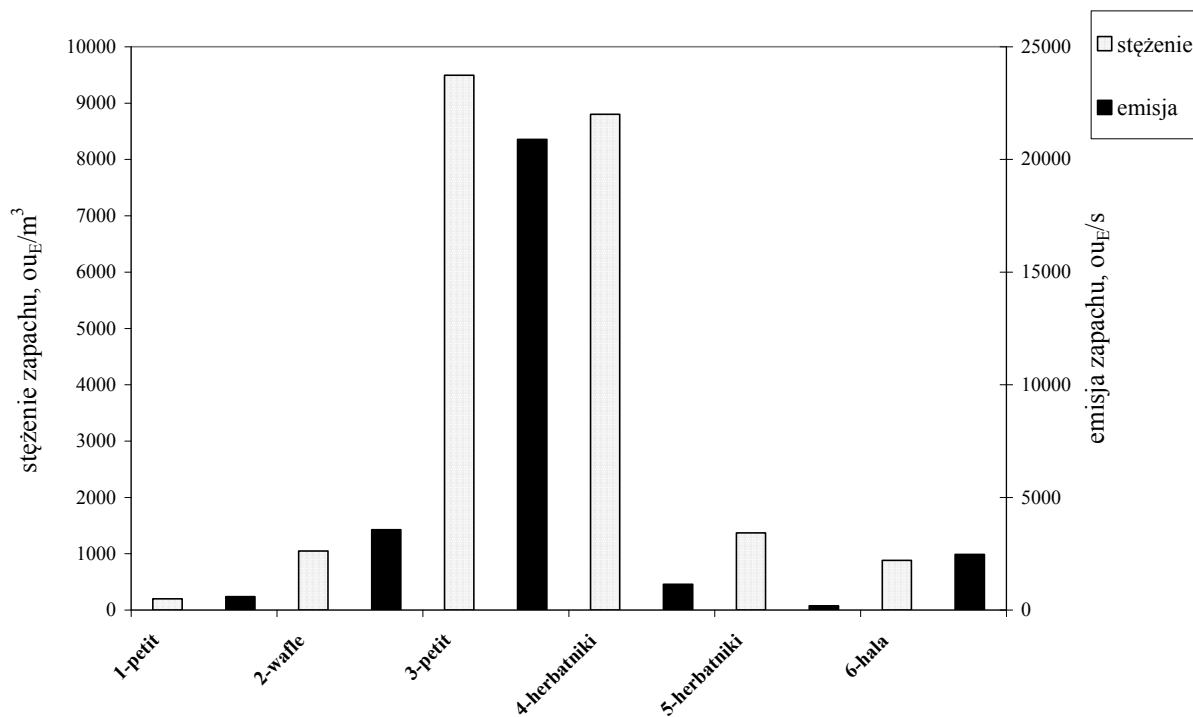
Rys. 1. Rozmieszczenie punktów pomiarowych, z których zostały pobrane próby zapachów w Zakładzie

Tabela. 1. Charakterystyka emitatorów

Emitor	Data poboru	Linia	Produkt	Temp. gazów K	Średnica wewnętrzna mm	Strumień gazów w temp. 293 K m ³ /s
1	18.11.08 r.	B	Herbatniki Petit Buere	332	φ 500	Wydajność wentylatora 3,0
2	18.11.08 r. 19.11.08 r.	D	Wafle	398	φ 500	Wydajność wentylatora 3,4
3	18.11.08 r.	B	Herbatniki Petit Buere	423	φ 250	Wydajność wentylatora 2,2
4	19.11.08 r.	A	Herbatniki Wyborowe z cukrem	360	φ 250	Wentylacja grawitacyjna 0,13
5	19.11.08 r.	A	Herbatniki Wyborowe z cukrem	384,5	φ 250	Wentylacja grawitacyjna 0,13
6	19.11.08 r.	Went. hali	–	298	–	Wydajność wentylatora 2,8

Wielkość emisji zapachów z Zakładu, podawaną w europejskich jednostkach zapachowych na sekundę (ou_E / s), wyznaczono na podstawie znajomości stężeń zapachów oraz strumienia objętości gazów odlotowych, podobnie jak dla standardowych zanieczyszczeń powietrza. Pomiar strumieni objętości z wykorzystaniem anemometru nie był możliwy, ze względu na brak odpowiednich podejść do emitatorów, zbyt wysoką temperaturę gazów odlotowych oraz, w przypadku emitatorów 4 i 5, z uwagi na zastosowaną wentylację grawitacyjną. Stąd strumienie gazów emitowanych z emitatorów 1-3 oraz 6 zostały oszacowane

na podstawie charakterystyki zainstalowanych wentylatorów dachowych, natomiast w przypadku punktów 4 i 5 do oszacowania strumieni wykorzystano różnice temperatur oraz gęstości gazów odlotowych i otoczenia. Wyznaczone strumienie gazów dla wszystkich emitorów zostały podane dla temperatury 293 K, czyli temperatury, w jakiej zostały wyznaczone stężenia zapachowe. Wyniki obliczeń emisji zapachów przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Średnie stężenia zapachowe oraz wielkości emisji

Jak wynika z rys. 2 najwyższe stężenia zapachowe zostały zmierzone w punktach 3 i 4 (linie technologiczne B i A), jak również dość wysokie w punkcie 2 na linii D, czyli linii do wypieku wafli, oraz w punkcie 5 na linii A. Z obliczeń wielkości emisji natomiast wynika, że za najwyższą emisję zapachów odpowiedzialny jest emitor 4, natomiast przy emitorze 5 pomimo wysokiego stężenia wartość emisji jest bardzo niska. Jest to spowodowane zastosowaną wentylacją grawitacyjną, przy której strumień gazów jest o rząd niższy niż w przypadku wentylacji mechanicznej. Znacząca emisja była również z emitora 2 (wypiek wafli), na co wpłynęło zarówno dość wysokie stężenie zapachów, jak i wysoka wydajność nominalna wentylatora przy emitorze.

4. Ocena zasięgu oddziaływania zapachów i uciążliwości zapachowej

Obliczenia zasięgu oddziaływania zapachów pochodzących z Zakładu wykonano w oparciu o model wskaźnikowy rozprzestrzeniania się odorów. Ocenę uciążliwości zapachowej natomiast wykonano na podstawie badań ankietowych. W celach obliczeniowych można było zastosować również model oparty na formule Pasquilla. Jednakże w przypadku szacowania zasięgu nie jest konieczne wykonywanie tak dokładnych obliczeń.

Wyniki obliczeń w modelu wskaźnikowym podaje się jako stężenie zapachu (S_r) w danej odległości od źródła (x) przy różnych prędkościach wiatru (u) [4]:

$$S_r = \frac{7 \cdot E}{u \cdot x^2} \quad (1)$$

W równaniu E oznacza emisję zapachów. Wyniki przeprowadzonych obliczeń zamieszczono w tabeli 2.

Tabela 2. Wyniki uzyskane z obliczeń z wykorzystaniem modelu wskaźnikowego dyspersji odorów

u, m/s	$S_r, \text{ou}_E/\text{m}^3$				
	x = 100 m	x = 150 m	x = 200 m	x = 500 m	x = 1000 m
0,5	40,4	17,9	10,1	1,6	0,40
1	20,2	9,0	5,0	0,8	0,20
2	10,1	4,5	2,5	0,4	0,10
3	6,7	3,0	1,7	0,3	0,07
4	5,0	2,2	1,3	0,2	0,05
5	4,0	1,8	1,0	0,2	0,04
6	3,4	1,5	0,8	0,1	0,03
7	2,9	1,3	0,7	0,1	0,03
8	2,5	1,1	0,6	0,1	0,03
9	2,2	1,0	0,6	0,1	0,02
10	2,0	0,9	0,5	0,1	0,02

Z przeprowadzonych obliczeń przedstawionych w tabeli 2 wynika, że odory mogą wpływać na otoczenie w promieniu nawet do 500 m ($S_r > 1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$) [5]. W związku z tym można wnioskować, iż emisję należałoby ograniczyć. Niemniej istotnym jest fakt, iż zapachy te zaliczane są do zapachów przyjemnych. Wobec tego czy Zakład ten może stanowić znaczące źródło uciążliwości zapachowej?

Kolejnym narzędziem wykorzystanym do określenia wpływu emisji zapachów z Zakładu na zapachową jakość powietrza w jego okolicy były badania ankietowe uciążliwości zapachowej. Obszar badań został wyznaczony na podstawie obliczeń zasięgu oddziaływania zapachów, a także zagospodarowania przestrzennego i topografii terenu obszaru wokół Zakładu. Badania ankietowe uciążliwości zapachowej wśród osób mieszkających na stałe w najbliższej okolicy Zakładu przeprowadzone zostały zgodnie z metodyką VDI 3883 [6]. Ankiety prowadzone były metodą ustną wśród losowo wybieranych respondentów przez odpowiednio przeszkolone osoby. Podjęto próbę skontaktowania się ze 164 osobami, z czego 58 ankiet było udanych, czyli około 35% (tabela 3).

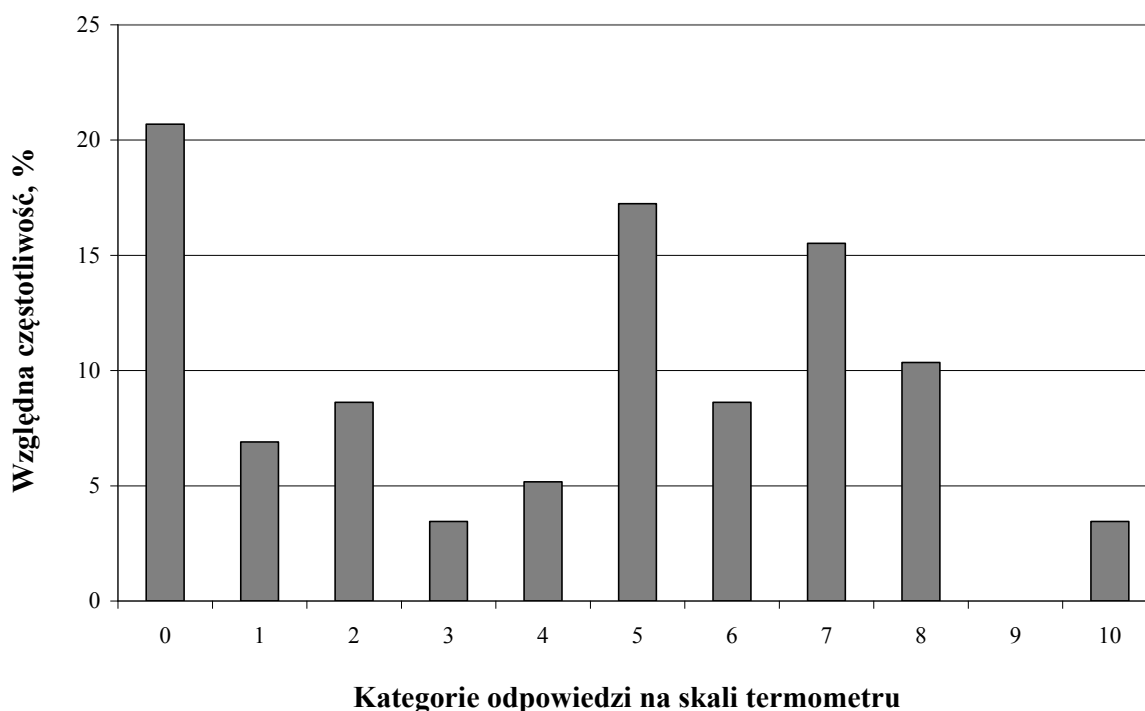
Tabela 3. Rozmiar próby przeprowadzonych badań ankietowych

Strefa	Rozmiar próby netto, n	Rozmiar próby brutto, N	Ankiety nie przeprowadzone		Data	Godzina
			Brak lokatora	Odmowa odpowiedzi		
1 + 2	58	164	75	31	8.05.2009	15:30 - 19

W ankiecie respondenci odpowiadali na 10 pytań, w tym dotyczących reakcji na stan środowiska, uciążliwości zanieczyszczenia oraz kwestii socjalno demograficznych. Osoby ankietowane pytano również o dane personalne takie, jak wiek, wykształcenie oraz odległość miejsca pracy od miejsca zamieszkania [6].

Najważniejszymi punktami ankiety były pytania dotyczące oceny uciążliwości przy zastosowaniu skali termometru oraz skali werbalnej. Skala termometru to skala 11-stopniowa, na której respondenci za pomocą wartości liczbowych od 0 do 10 wskazują stopień

uciążliwości zapachowej. Wskazania ankietowanych na skali termometru przedstawiono na rys. 3.



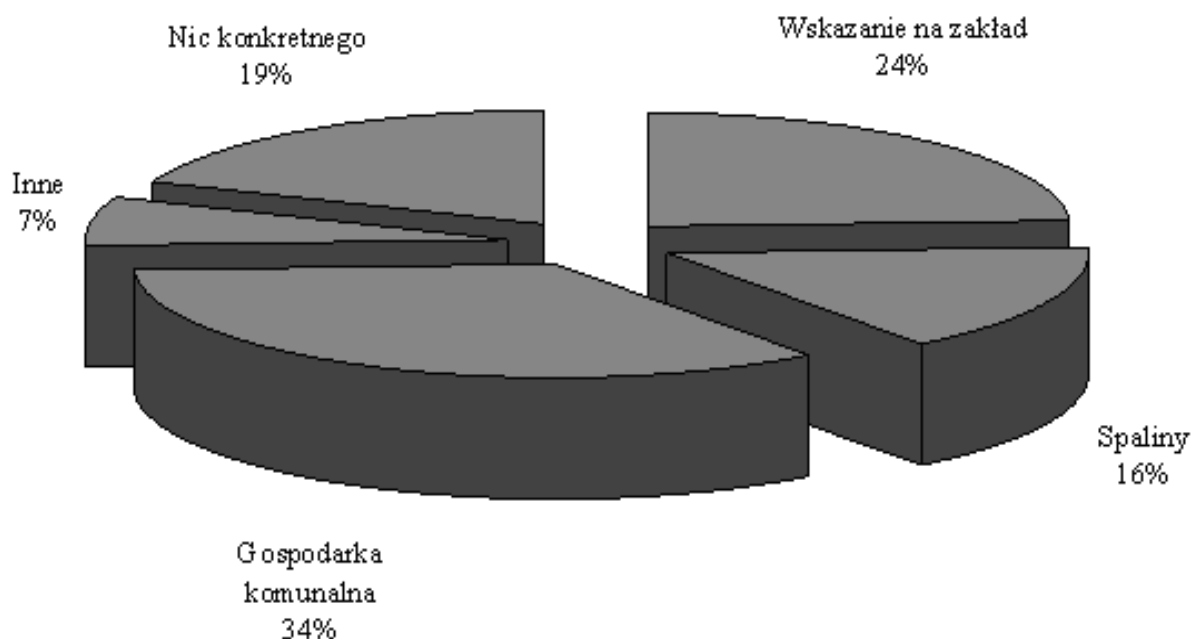
Rys. 3. Uciążliwość zapachowa określana przez ankietowanych na skali termometru

Na podstawie wykonanych badań ankietowych można by wnioskować, że Zakład stanowi poważną uciążliwość zapachową. Jednak jednym z kolejnych pytań ankiety była prośba o wskazanie źródła lub charakteru wyczuwanego zapachu. Pytanie to pozwala określić czy to rzeczywiście badany obiekt jest powodem uciążliwości, czy też występuje w pobliżu inny czynnik, powodujący pogorszenie jakości zapachowej powietrza w okolicy (rys. 4).

Jak wynika z zestawienia na rys. 4 na Zakład wskazywało jedynie 24% spośród wszystkich ankietowanych podczas, gdy 50% wskazań było związanych z gospodarką komunalną oraz spalinami. Należy tu również zaznaczyć, iż w odległości około 1,3 km w kierunku wschodnim znajduje się miejska oczyszczalnia ścieków, natomiast w odległości około 300 m od Zakładu przebiega droga krajowa, prowadząca do autostrady.

Dodatkowo ankiety podzielono na te, które były przeprowadzone w dwóch najbliższych położonych od Zakładu budynkach mieszkalnych, przy czym warto podkreślić, iż budynki te należały do zabudowy wysokiej, oraz te z dalszych części obszaru ankietyzacji. Podział taki pozwolił na określenie skąd pochodzi największy procent wskazań na Zakład. Z budynków najbliższych padło 71% spośród wszystkich wskazań na Zakład.

Z badań ankietowych wynika również, że zapachy pochodzące z Zakładu mimo, iż są dość wyczuwalne nie stanowią uciążliwości dla okolicznych mieszkańców. Opisywane zazwyczaj jako słodkie, waniliowe, czekoladowe, zaliczane były do zapachów przyjemnych i w znacznej ilości przypadków nie powodujących pogorszenia jakości życia wśród respondentów.



Rys. 4. Wskazania ankietowanych na poszczególne źródła uciążliwych zapachów.

5. Podsumowanie

W przemyśle ciastkarskim głównymi przyczynami emisji zapachów są wysoka temperatura procesu wypieku oraz ulepszanie walorów smakowych i zapachowych produktów gotowych, poprzez dodawanie aromatów spożywczych. Emisja zapachów z wybranych emitorów obliczona na podstawie pomiarów stężeń zapachowych metodą olfaktometrii dynamicznej oraz oszacowanych strumieni objętościowych gazów odlotowych jest dość wysoka i może być znacząca w otoczeniu Zakładu, co potwierdziły orientacyjne obliczenia z wykorzystaniem modelu wskaźnikowego.

W badaniach ankietowych podział wyników uzyskanych z udanych ankiet wśród grupy respondentów zamieszkujących dwa bloki znajdujące się w odległości około 100 m na północ od Zakładu i należące do zabudowy wysokiej oraz resztę obszaru ankietyzacji, pozwolił wyciągnąć wniosek, że bloki stanowiły niejako ekrany, znacznie utrudniające rozprzestrzenianie się zapachów w głąb osiedla mieszkaniowego. Jedynie z tych bloków mieszkańcy skarżyli się na uciążliwość zapachów pochodzących z Zakładu, ze względu na ich intensywność, określając je często jako mdłe.

Na podstawie przeprowadzonej oceny zapachowego oddziaływania źródła emitującego zapachy określone jako przyjemne, można postulować, aby podczas formułowania prawa regulującego emisję odorów wziąć pod uwagę gałąź przemysłu, do której zaliczany jest zakład, a także rodzaj i parametry produkcji. Pozwoliłoby to skutecznie ograniczyć poważną uciążliwość zapachową, nie narażając przy tym na straty zakładów, które emitują zapachy przyjemne, nie powodujące znaczącej zmiany w jakości życia okolicznych mieszkańców.

Praca wykonana w ramach projektu badawczego zamawianego PBZ-MEiN-5/2/2006 pt. Nowe metody i technologie dezodoryzacji w produkcji przemysłowej, rolnej i gospodarce komunalnej.

Literatura

1. Ambroziak Z.: „Produkcja piekarsko-ciastkarska. Część 2 .”, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1999
2. Dojutrek Cz., Pietrzyk A.: „Wyroby ciastkarskie”, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1977
3. Norma PN-EN 13725:2007 „Jakość powietrza – określanie stężenia substancji zapachowych metodą olfaktometrii dynamicznej”
4. Kośmider J., Mazur-Chrzanowska B., Wyszyński B.: „Odory”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002
5. Projekt ustawy „Ustawa o przeciwdziałaniu uciążliwości zapachowej”, 17.10.2008
6. VDI 3883, part I: „Effects and assessment of odours. Psychometric assessment of odour annoyance. Questionnaires”, Verein Deutscher Ingenieure, Berlin, Beuth Verlag, 1997.