

OCENA JAKOŚCI POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO
NA TERENIE MIASTA WROCŁAWIA
W LATACH 1990–1999

KOMUNIKAT

JOLANTA TRACZ¹, JOLANTA PRAWDZIK²

- 1) Akademia Medyczna we Wrocławiu, Katedra i Zakład Higieny, ul. Radeckiego 7, 58-368 Wrocław
2) Wojewódzka Stacja Sanitarno Epidemiologiczna we Wrocławiu, Oddział Oceny Środowiska Komunalnego,
ul. Składowa 1/3, 50-209 Wrocław

Keywords: air pollution, air monitoring, the highest permissible concentration (NDS).

THE EVALUATION OF ATMOSPHERIC AIR QUALITY
ON THE GROUND OF WROCŁAW IN THE YEARS 1990–1999

The paper characterizes the state of air pollution on the ground of Wrocław in the period of 1990 to 1999.

The base air contamination for Wrocław: dust, SO₂, NO₂, F, Pb, Cd, B(a)P were analyzed, also the source of emission, monitoring and method of indicators were discussed.

The investigations show significant decrease of the concentration: dust, SO₂, the high level of the concentration of NO₂ and F with the increasing tendency at the end of the observation period and the insufficient monitoring of the particularly dangerous contamination for the health: Pb, Cd, B(a)P.

The received results indicate the necessity of the reorganization of the existing air monitoring system with particular regard to communication contamination. In this work the new principle for the air quality control in Wrocław has been proposed.

Streszczenie

Praca charakteryzuje stan zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego na terenie miasta Wrocławia w okresie od 1990 do 1999 roku.

Pod uwagę wzięto zanieczyszczenia podstawowe: pył, SO₂, NO₂, F, Pb, Cd, B(a)P, omówiono źródła ich emisji, monitoring a także metody oznaczeń.

Badania wykazały zdecydowany spadek stężeń pyłu i SO₂, wysoki poziom stężeń: NO₂ i F z tendencją wzrostową pod koniec okresu obserwacji oraz niedostateczne monitorowanie zanieczyszczeń szczególnie niebezpiecznych dla zdrowia: Pb, Cd, B(a)P.

Otrzymane wyniki wskazują na konieczność reorganizacji istniejącego systemu monitoringu powietrza ze szczególnym uwzględnieniem zanieczyszczeń komunikacyjnych. W pracy zaproponowano nowe wytyczne dla nadzoru nad jakością powietrza we Wrocławiu.

WPROWADZENIE

Wrocław, jak każda duża aglomeracja miejska charakteryzuje się tym, że na stosunkowo niewielkiej przestrzeni zlokalizowana jest znaczna ilość źródeł emisji punktowej, powierzchniowej i liniowej.

Punktowymi źródłami emisji są: energetyka zawodowa oraz duże zakłady przemysłowe. Na terenie Wrocławia znajdują się dwie elektrociepłownie: „Wrocław” i „Czechnica”. Do początku lat dziewięćdziesiątych było 11 dużych zakładów przemysłowych. Restrukturyzacja przemysłu jaka miała miejsce w latach dziewięćdziesiątych sprawiła, że część zakładów uległo likwidacji, inne zmieniły profil produkcji. Zakładami, których emisja w istotny sposób wpływa na obecność analizowanych w pracy zanieczyszczeń są: wyżej wymienione elektrociepłownie, „Hutmen” S.A., Zakłady Chemiczne „Viscoplast” S.A., „Polar” S.A., „Polifarb” S.A. Podstawowymi zanieczyszczeniami emitowanymi z tych źródeł są: dwutlenek siarki (SO_2), dwutlenek azotu (NO_2), pył a także cynk (Zn), miedź (Cu), tlenek węgla (CO), dwusiarczek węgla (CS_2), węglowodory alifatyczne, rozpuszczalniki organiczne [11].

Powierzchniowymi źródłami emisji są kotłownie oraz paleniska domowe (niskie emitory, ograniczony zasięg rozprzestrzeniania). Źródła te nie są zinwentaryzowane, wpływają one na lokalny stan zanieczyszczenia przede wszystkim w centralnej części Wrocławia. Zanieczyszczenia emitowane to: SO_2 , CO_2 , pył.

Liniowymi źródłami zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego są środki transportu drogowego. Z tych źródeł do atmosfery emitowane są następujące zanieczyszczenia: CO_2 , CO, tlenki azotu (NO_2 , NO, N_2O_5), węglowodory aromatyczne i alifatyczne, sadze oraz pyły zawierające toksyczne metale: Pb, Zn, Cd, As i inne [4].

Wrocław stanowi węzeł komunikacyjny o znaczeniu krajowym i regionalnym. Ruch ogólnie miejski odbywa się po sieci ulicznej o łącznej długości 1368 km. Układ komunikacyjny ma charakter promienisty, wszystkie trasy przebiegają przez centrum miasta, łącznie z drogami krajowymi nr 5 i nr 8. Drogi międzynarodowe krajowe i wojewódzkie stanowiące połączenia w kierunku wschód – zachód, północ – południe przechodzą przez centrum miasta. Brak obwodnic na obrzeżu miasta dla ruchu tranzytowego a także obwodnic miejskich dla realizacji połączeń międzydzielnicowych, wymusza konieczność prowadzenia ruchu przez obszar centralny. Z roku na rok zmniejsza się przepustowość układu komunikacyjnego Wrocławia. Wzrasta gęstość ruchu, a co za tym idzie, wydłuża się czas przejazdu przez miasto. Liczne skrzyżowania hamują płynność ruchu, wymuszają jazdę na niskich obrotach silnika, powodując wzrost emisji produktów niepełnego spalania paliw. Przy określonych warunkach meteorologicznych może dojść do powstawania smogu [12].

Od 1990 r. obserwuje się poprawę jakości powietrza atmosferycznego na terenie miasta Wrocławia. Spadło stężenie zanieczyszczeń przemysłowych, znacznie wzrosło stężenie zanieczyszczeń komunikacyjnych [10].

Celem pracy, była charakterystyka stanu zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w aspekcie badań monitoringowych prowadzonych przez WSSE we Wrocławiu.

MATERIAŁY I METODY

Podstawą niniejszego opracowania są średnie roczne wartości stężeń substancji toksycznych w powietrzu atmosferycznym w poszczególnych dzielnicach Wrocławia oznaczone przez WSSE we Wrocławiu w oparciu o sieć podstawową (2 stacje) i sieć nadzoru nad jakością powietrza w miastach (sieć nadzoru ogólnego) (Rys. 1).

W 1998 r. sieć nadzoru ogólnego stanowiło 10 stacji (do 1997 r. było 11 stacji), program monitoringu powietrza obejmował pomiary:

- pyłu zawieszonego, SO_2 , NO_2 – codzienne, 24-godzinne,
- fluoru (F) – średnie dobowe, codzienne i w cyklu pomiarowym co 5 dni,
- ołowiu (Pb) i kadmu (Cd) – średnie miesięczne,
- benzo/a/pirenu (B(a)P) – średnie dobowe w cyklu pomiarowym co 5 dni.

Od 1998 roku 8 stacji wykonuje następujące pomiary:

- pyłu zawieszonego, SO_2 , NO_2 , F – codzienne, 24-godzinne,
- ołowiu, kadmu, benzo/a/pirenu – średnie dobowe w cyklu pomiarowym co 5 dni.

Materiał do oznaczeń fizycznych stanowił pył zawieszony w powietrzu atmosferycznym. Próbkę powietrza atmosferycznego z pyłem pobierano w sposób ciągły przez 24 h przy pomocy przyrządu AKZA-1. Do pomiarów w cyklu pomiarowym co 5 dni używano aspiratora typu Staplex.

W pobranych próbach stężenia poszczególnych substancji oznaczano wg następujących metod:

- pył zawieszony – reflektrometrycznie [1],
- ołów – wg PN-86/Z-04139/05,
- kadm – wg PN-86/Z-04102/06,
- benzo/a/piren – wg norm katalogowych firm: Pyle, Supelco, Unikam, Varian i [1].

Zanieczyszczenia gazowe, po uprzednim pobraniu prób powietrza do roztworu pochłaniającego oznaczano wg następujących metod:

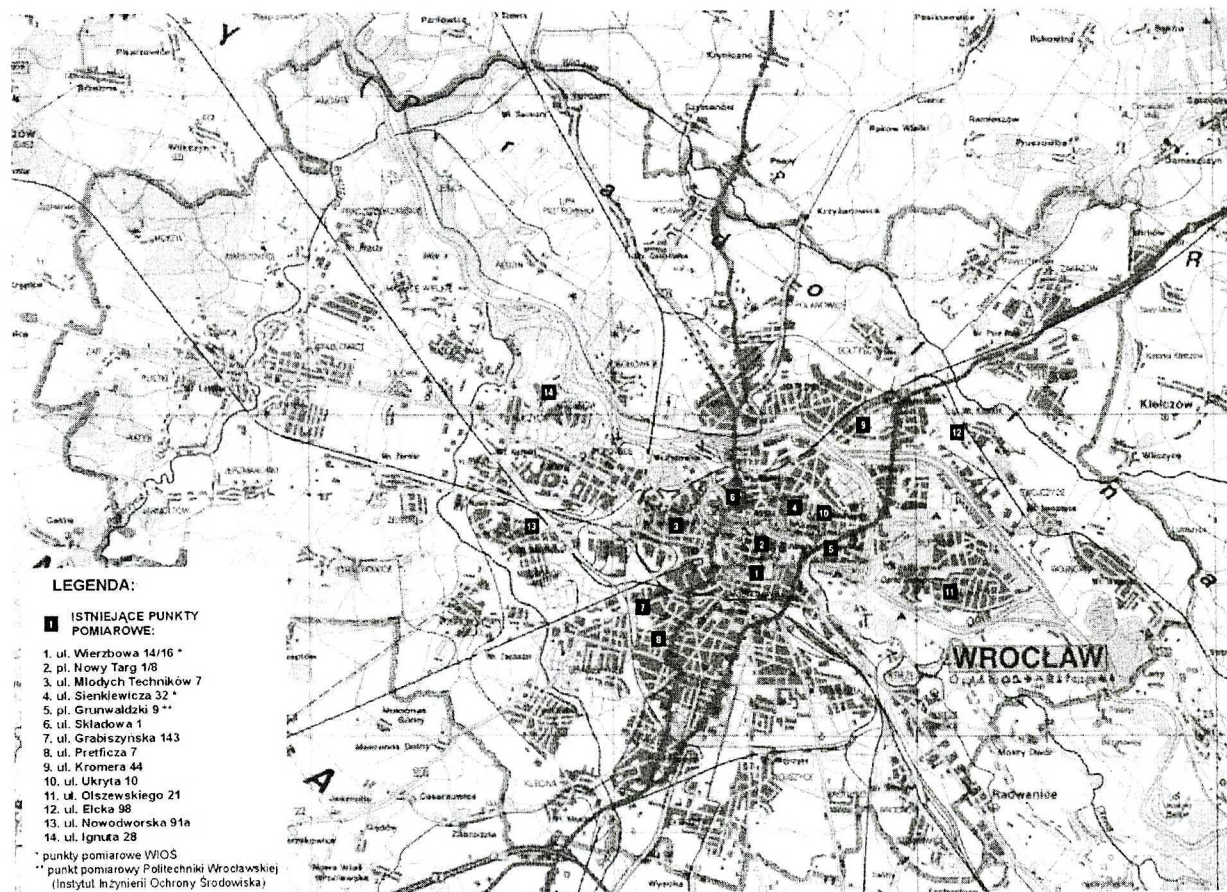
- SO_2 – metodą kolorymetryczną z chlorowodorkiem p-rozaniliny [7],
- NO_2 – zmodyfikowaną metodą Saltzmana [1],
- F – metodą kolorymetryczną z kompleksonem alizaryny i azotanem lantanu [8].

Średnie roczne stężenia były wyliczane z pomiarów średnich dobowych analizowanych zanieczyszczeń. W przypadku istnienia kilku punktów pomiarowych w dzielnicy, za poziom stężenia przyjmowano wartość średnią ze wszystkich punktów pomiarowych w dzielnicy. Wartości normatywne przyjęto zgodnie z Polską Normą [9].

WYNIKI I OMÓWIENIE

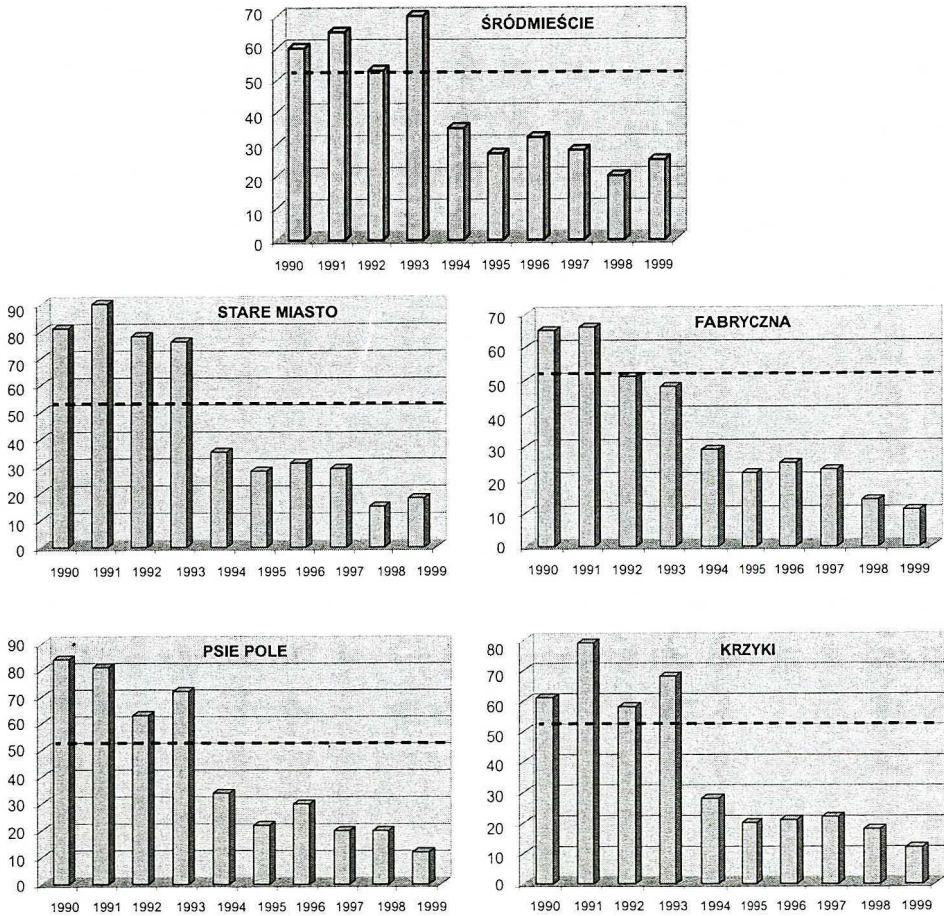
Zanieczyszczenie powietrza pyłem kształtowało się powyżej wartości normatywnych do 1993 roku we wszystkich dzielnicach. Od 1993 roku w dzielnicy Fabryczna a od 1994 roku w pozostałych dzielnicach, nastąpił istotny spadek wartości stężeń średnich rocznych (Rys. 2).

Przekroczenie dopuszczalnych wartości stężeń SO_2 wystąpiło na terenie Wrocławia tylko w 1990 roku, w następnych latach nie zanotowano przekroczeń stężeń średnich rocznych. Porównując wartości stężeń z okresu 10 lat zauważa się istotny spadek poziomu SO_2 w powietrzu atmosferycznym (Rys. 3).



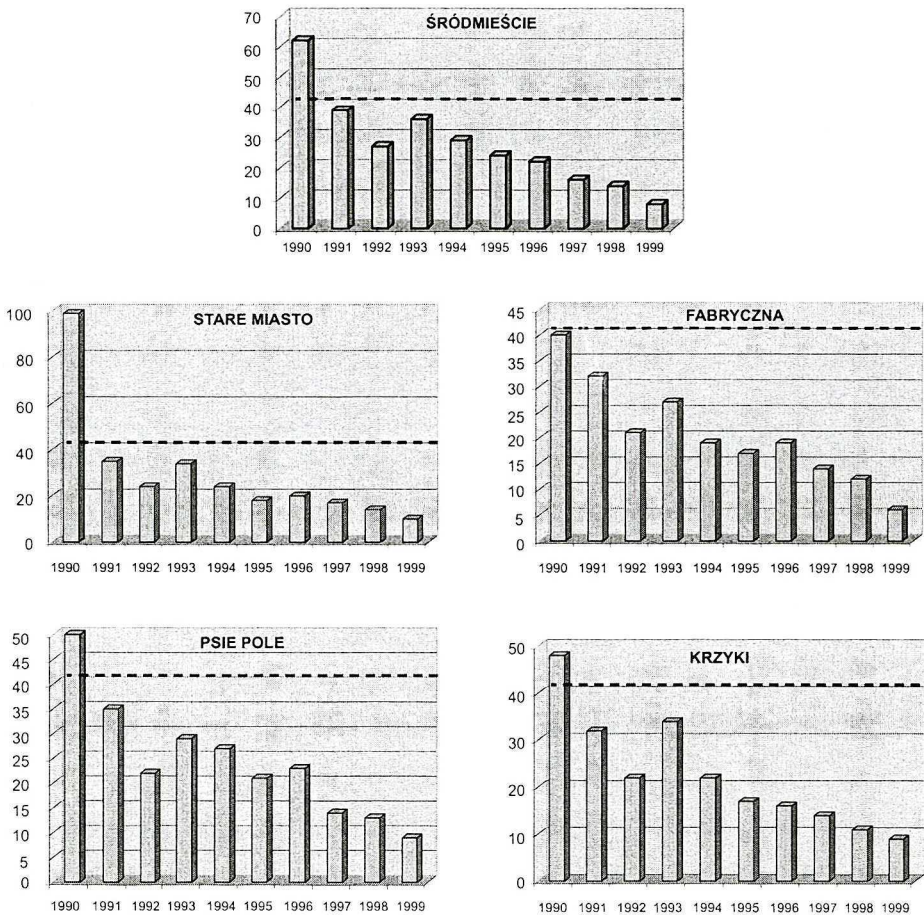
Rys. 1. Lokalizacja punktów pomiarowych zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego na terenie Wrocławia

The location of points of measuring of air pollution on the ground of Wrocław



Rys. 2. Średnie roczne stężenie pyłu w poszczególnych dzielnicach Wrocławia w latach 1990–1999
Norma: $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

The average annual concentration of dust on the particular district of Wrocław in the period 1990–1999
Norm: $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Rys. 3. Średnie roczne stężenie SO₂, w poszczególnych dzielnicach Wrocławia w latach 1990–1999
 Norma: 40 µg/m³

The average annual concentration of SO₂ on the particular district of Wrocław in the period 1990–1999
 Norm: 40 µg/m³

Porównując wyniki badań SO_2 ze stężeniami średnio rocznymi pyłu zawieszonego zauważamy korelacje między ilościami tych zanieczyszczeń w powietrzu. Niższym stężeniom SO_2 odpowiadają niższe stężenia pyłu zawieszonego. Świadczy to o ograniczeniu emisji ze źródeł energetycznych (elektrociepłownie, energetyka przemysłowa).

Średnie roczne stężenia NO_2 we wszystkich dzielnicach – z wyjątkiem dzielnicy Psie Pole w roku 1993 – kształtowało się na wysokim poziomie ale poniżej wartości normatywnych. W 1999 roku nastąpił wzrost zawartości tego zanieczyszczenia na terenie większości dzielnic (Rys. 4). Sytuacja może ulec pogorszeniu w związku ze wzrastającą liczbą środków transportu drogowego i wciąż nie rozwiązany problem reorganizacji układu komunikacyjnego miasta.

Pomiar emisji fluoru prowadzony był w sposób systematyczny w okresie od 1990 do 1999 roku w dzielnicach: Psie Pole, Fabryczna, Śródmieście a w dzielnicy Krzyki tylko w okresie od 1990–1993 roku. W dzielnicy Stare Miasto nie oznaczano fluoru. Ponadnormatywne wartości średnie roczne fluoru wystąpiły w 1990 roku w dzielnicach Fabryczna i Krzyki. W dzielnicy Śródmieście, do 1997 roku poziom fluoru był na prawie stałym poziomie, od 1997 roku stwierdza się nieznaczne przekroczenie wartości normatywnych (Rys. 5).

Dane dotyczące stężeń Pb i Cd w latach 1990–1992 są niedostępne. Do 1997 r. punkty pomiaru Pb i Cd zlokalizowane były w czterech dzielnicach, od 1998 istnieje tylko jeden punkt pomiaru w dzielnicy Stare Miasto. Stężenie Pb nie przekroczyło wartości normatywnych w całym okresie badań. W 1998 i 1999 r. stwierdzono śladowe zawartości Pb w powietrzu atmosferycznym w dzielnicy Stare Miasto (Rys. 6).

Stężenie Cd nieznacznie przekroczyło NDS w dzielnicach Fabryczna i Stare Miasto, w pozostałych dzielnicach norma nie została przekroczona. Od 1998 r. stwierdza się śladowe ilości Cd w atmosferze w dzielnicy Stare Miasto (Rys. 7).

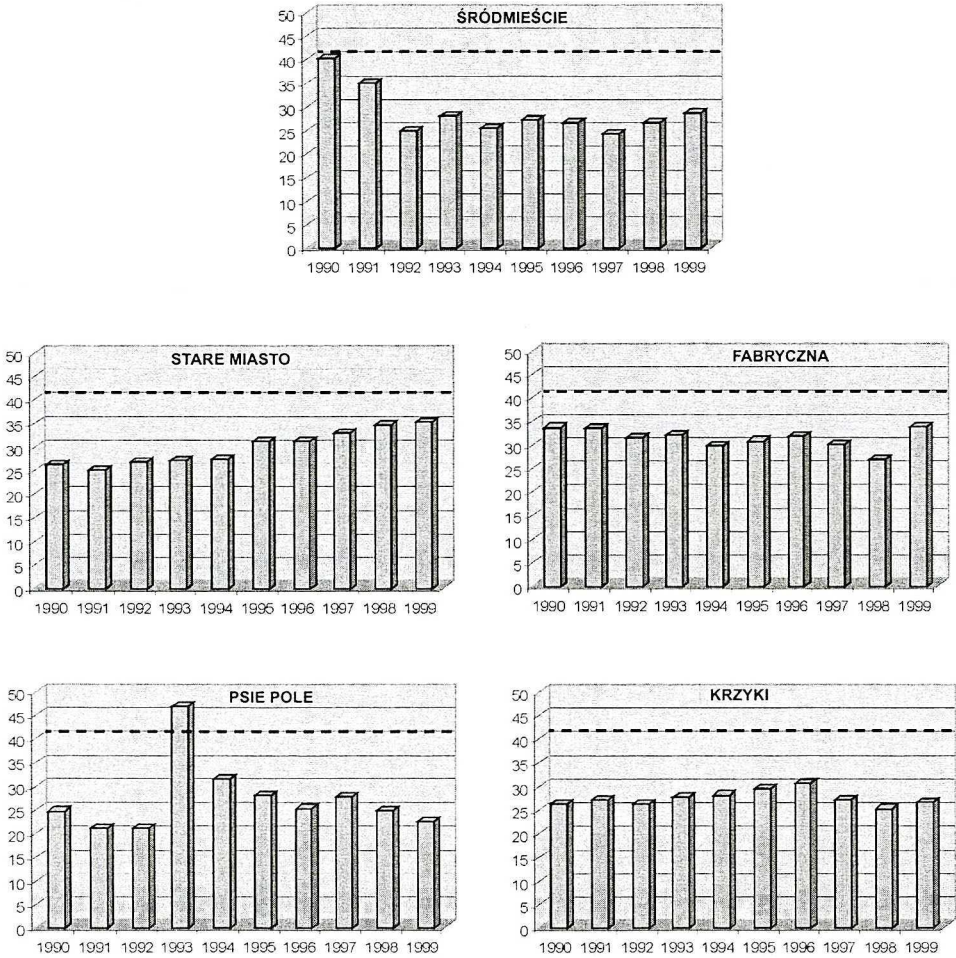
Poziom B(a)P badany był dopiero od 1995 roku, tylko w dzielnicy Stare Miasto (wspólny punkt pomiarowy z Pb i Cd). W całym pięcioletnim okresie obserwacji stwierdza się przekroczenie NDS dla tego zanieczyszczenia; w 1995 roku – 6-krotnie, w 1999 roku prawie 4-krotnie (Rys. 8).

DYSKUSJA

Analiza wyników badań zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego na terenie m. Wrocławia wykazuje, że około 1990 r. nastąpił gwałtowny spadek ilości zanieczyszczeń w powietrzu. Najbardziej widoczny spadek stężeń dotyczy SO_2 i pyłu zawieszonego. Tendencja spadkowa, znacznie łagodniejsza, jednak systematyczna, utrzymywała się w latach następnych.

Poprawa czystości powietrza we Wrocławiu pod względem zawartości SO_2 i pyłu, nastąpiła w wyniku ograniczenia wpływu zanieczyszczeń pochodzenia energetycznego drogą:

- zmniejszenia wielkości emisji niskiej przez zmianę sposobu opalania w małych kotłowniach i paleniskach domowych poprzez przejście na opalanie gazem, olejem lub energią elektryczną lub podłączenie budynków do elektrociepłowni,
- ograniczenie wpływu przemysłowych źródeł zanieczyszczenia przez zmiany w technologii produkcji i oczyszczania gazów wylotowych w zakładach przemysłowych,
- likwidacji niektórych zakładów przemysłowych i zmiany profilu produkcji.

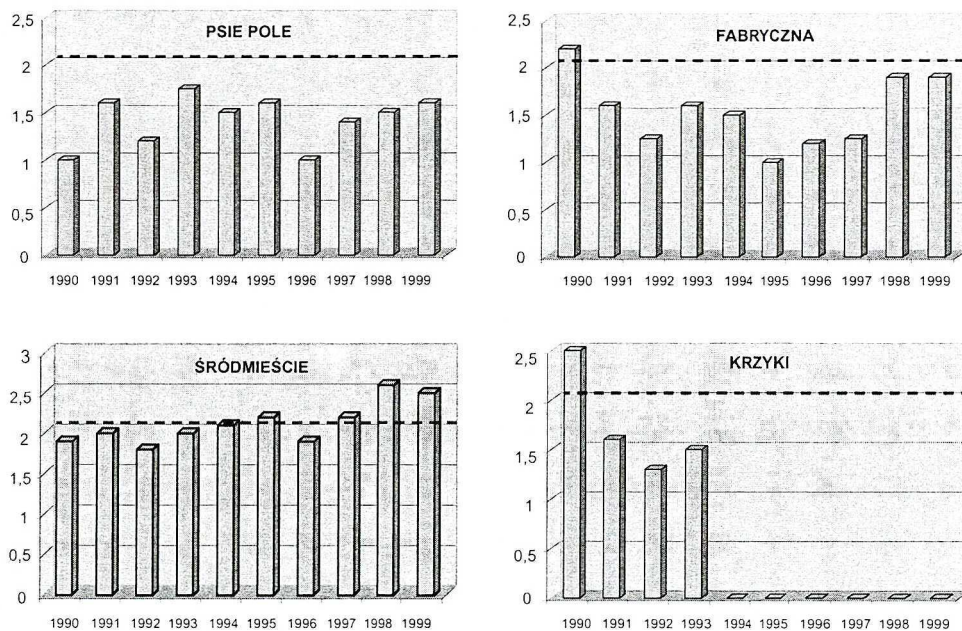


Rys. 4. Średnie roczne stężenie NO_2 , w poszczególnych dzielnicach Wrocławia w latach 1990–1999

Norma: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

The average annual concentration of NO_2 dust on the particular district of Wrocław in the period 1990 –1999

Norm: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

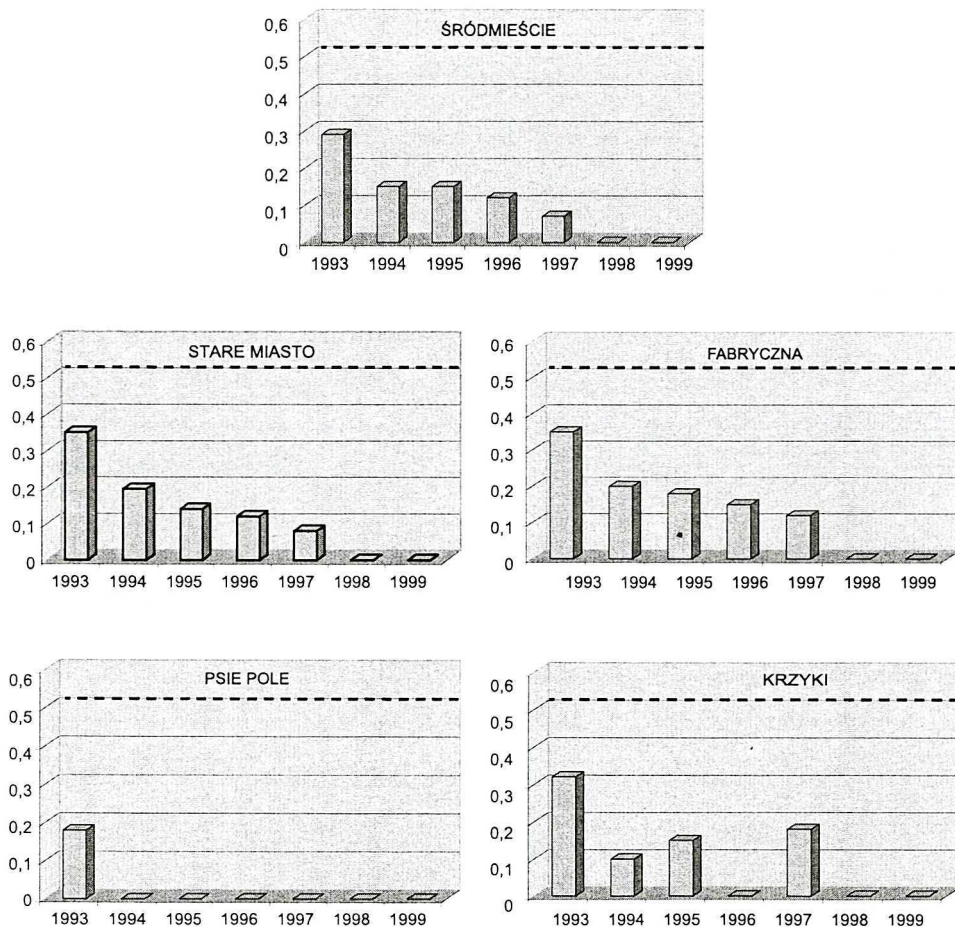


Rys. 5. Średnie roczne stężenie F w poszczególnych dzielnicach Wrocławia w latach 1990–1999

Norma: $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

The average annual concentration of F on the particular district of Wrocław in the period 1990–1999

Norm: $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

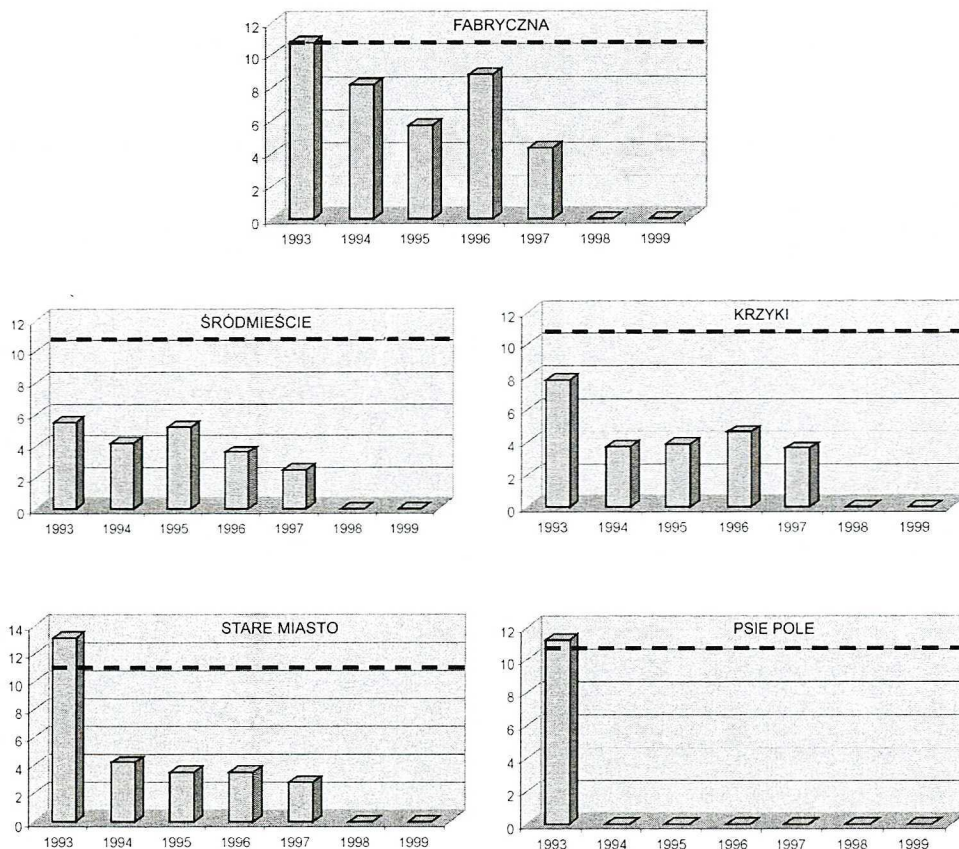


Rys. 6. Średnie roczne stężenie Pb w poszczególnych dzielnicach Wrocławia w latach 1993–1999

Norma: $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

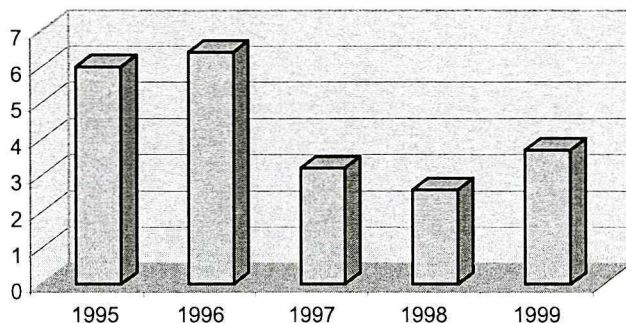
The average annual concentration of Pb on the particular district of Wrocław in the period 1993–1999

Norm: $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Rys. 7. Średnie roczne stężenie Cd w poszczególnych dzielnicach Wrocławia w latach 1993–1999
Norma: 10 ng/m³

The average annual concentration of Cd on the particular district of Wrocław in the period 1993–1999
Norm: 10 ng/m³



Rys. 8. Średnie roczne stężenie B(a)P dzielnica Stare Miasto w latach 1995–1999
The average annual concentration of B(a)P on district Stare Miasto in the period 1995–1999

W stosunku do pozostałych zanieczyszczeń nie stwierdza się tak wyraźnego spadku. Poziom NO_2 od 1990 r. Utrzymuje się na względnie stałym, wysokim poziomie, jednak poniżej $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wyjątek stanowi poziom NO_2 w 1993 r. W dzielnicy Psie Pole ($45 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Obserwowany wzrost poziomu NO_2 spowodowany jest znaczącym wpływem komunikacji samochodowej na jakość powietrza w mieście. Potwierdzają to obserwacje wahań stężeń w cyklu tygodniowym; wyższe stężenia w dni powszednie, niższe w dni wolne od pracy [10].

Stężenie fluoru w ostatnich latach wzrosło pomimo likwidacji w 1997 r. Wrocławskich Zakładów Przemysłu Nieorganicznego, które były głównym źródłem emisji fluoru na teren Wrocławia. Być może, nowe podmioty gospodarcze, które powstały w latach dziewięćdziesiątych są przyczyną obserwowanego, wysokiego poziomu fluoru.

Wyniki dotyczące stężeń Pb i Cd jak i redukcja stanowisk pomiarowych tych zanieczyszczeń sugeruje, że problem już nie istnieje. Tymczasem znaczący wzrost liczby środków transportu, utrudnienia komunikacyjne o których wcześniej była mowa a także istniejące depozyty Pb i Cd w glebie, aktualizują problem i wymuszają konieczność weryfikacji dotychczasowego systemu kontroli ich stężeń [12].

Nie należy spodziewać się powtórzenia sytuacji z lat osiemdziesiątych, kiedy stężenia wielokrotnie przekraczały wartości dopuszczalne np. stężenia Pb w 1975; 4,5–8,0-krotnie, stężenia Cd w 1978; 10,0–40,0-krotnie, wręcz odwrotnie, stężenia tych metali powinny utrzymywać się poniżej NDS [15, 14].

Z uwagi na środowiskowe a więc przewlekłe narażenie organizmu na Pb i Cd, właściwości toksyczne tych metali – w tym subkliniczne uszkodzenia zdrowia przy stężeniach dużo niższych od dopuszczalnych – monitoringowi tych zanieczyszczeń należy poświęcić szczególną uwagę [3, 6, 5, 13].

Podobny problem dotyczy B(a)P, jednej z najgroźniejszych toksyn środowiskowych [2, 13]. W sytuacji, gdy dodatkowo przekraczana jest dopuszczalna wartość stężenia należy jak najszybciej wprowadzić nowe metody kontroli i nadzoru tego zanieczyszczenia.

WNIOSKI

1. W rejonach Wrocławia objętych monitoringiem powietrza rejestruje się spadek stężeń takich zanieczyszczeń jak: pyłu zawieszonego, SO_2 . Wzrasta, nie przekra-

- czając normy zawartość NO₂ w powietrzu atmosferycznym. Od wielu lat utrzymuje się wysoki poziom fluoru, którego źródła emisji nie są wystarczająco zidentyfikowane. Stężenie B(a)P utrzymuje się w całym analizowanym okresie powyżej NDS.
2. Zanieczyszczenia szczególnie niebezpieczne dla organizmu: Pb, Cd, B(a)P nie są w wystarczającym stopniu monitorowane.
 3. Należy dokonać modernizacji istniejącego systemu monitoringu powietrza. Punktem wyjścia powinny być rzeczywiste poziomy stężenia występujące w danym rejonie miasta. Stężenia te pozwolą określić: potrzeby lub obowiązek prowadzenia pomiarów na danym obszarze, a także metody prowadzenia pomiaru (automatyczne, manualne). Lokalizacja stanowisk pomiarowych poszczególnych zanieczyszczeń powinna uwzględnić przede wszystkim obszary zamieszkałe, potencjalnie najbardziej narażone na oddziaływanie danego zanieczyszczenia.

LITERATURA

- [1] Biuletyn Służby Sanitarnej-Epidemiologicznej woj. katowickiego, 3 (84), 1976.
- [2] Gaylor D. W., S. J. Culp, L. S. Goldstein, F. A. Beland: *Cancer risk estimation for mixtures of coal and benzo(a)pyrene*, Risk. Anal. **20**(1), 81–85 (2000).
- [3] Hayes R. B.: *The carcinogenicity of metals in humans*, Cancer causes control, **8** (3), 371–385 (1997).
- [4] Jakubowski J.: *Motoryzacja i Ochrona Środowiska*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1976.
- [5] Kreis I. A.: *Cadmium contamination of the countryside, a case study on health effects*, Toxicol. Ind. Health, **6** (5), 180–188 (1990).
- [6] Mahaffey K. R.: *Predicting blood lead concentrations from lead in environmental media*, Environmental Health Perspectives, **106**, Supp. **6**, 1485–1492 (1998).
- [7] *Metody sanitarnego badania powietrza atmosferycznego*, zeszyt nr 10/1968.
- [8] *Ochrona atmosfery*, zeszyt nr 7/83/84, wyd. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników.
- [9] PN – Dz.U. nr. 55 poz. 353 z 06.05.1998.
- [10] Prądziak J.: *Ocena stanu zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego we Wrocławiu w latach 1998–1999*, maszynopis, WSSE Wrocław 2000.
- [11] Raport o stanie powietrza w województwie wrocławskim w 1994 roku, WIOŚ, Wrocław 1995.
- [12] Raport o stanie środowiska w województwie wrocławskim w 1995 roku, WIOŚ, Wrocław 1996.
- [13] Senczuk W.: *Toksykologia*, PZWL, Warszawa 1999.
- [14] Tracz J.: *Zasowa zmienność kształtowania się stanu zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego na terenie miasta Wrocławia w latach 1990–1999*, Badania Operacyjne i Decyzje, Wyd. Politechniki Wrocławskiej, **3–4**, 117–126 (2000).
- [15] Tracz J., Prądziak, K. Pałłasz: *The environmental exposure of the inhabitants of Wrocław to lead and cadmium*, [w:] Proc. International Symposium; Metals in Environmental and Medicine, Wrocław, 18–21 October 2000, s.78.