

Piotr Hojnacki

ZANIECZYSZCZENIE POWIETRZA NA OBSZARACH ZURBANIZOWANYCH. PRÓBA ANALIZY PORÓWNAWCZEJ TRZECH POLSKICH MIAST

Piotr Hojnacki, mgr – Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Nauk Społecznych

adres korespondencyjny:
61-688 Poznań, Os. Przyjaźni 17/128

AIR POLLUTION IN URBAN AREAS. COMPARATIVE ANALYSIS OF THREE POLISH CITIES

SUMMARY: Air pollution is gas, liquid and solids that are present in the air but are not the air's natural components, as well as substances which are natural components of the air, but they are in a much bigger proportion there in comparison to their natural amount in the atmosphere. Air pollution has a very strong influence on the health and life of many people, especially in big cities, due to a high density of population and our intense economic activities. To perform a correct comparative analysis, we used data retrieved from GUS. Big cities with comparable areas and similar number of people were chosen for the research. The analysis included the following cities: Poznań, Wrocław and Gdańsk between 2005 and 2009. The analyzed cities received quality ratings for different areas of pollution. "A" was set as the best mark and it stands for two points, whereas "C" is the worst mark and it means zero points. Subsequently the points for specific areas of air pollution were added and the cities in question were evaluated according to their respective scores and in comparison with the other cities. Putting together the results of the analysis exposed the fact that the most profitable changes in the analyzed time period occurred in Wrocław (as compared to the other cities). The analysis of the dynamics of air pollution (with the initial values as of 2005) led to a conclusion that the emission of the majority of air pollution in each of the examined cities has been going down steadily. Moreover, the concentration of the dangerous substances over the cities has mostly decreased.

KEY WORDS: air pollution, emission, concentration, Poznan, Wrocław, Danzig

Wstęp

Środowisko ma możliwość absorpcji części spowodowanych przez człowieka obciążeń bez trwałych zmian w strukturze układu przyrodniczego, ale przekroczenie progu pojemności środowiska prowadzi do trwałych i nieodwracalnych jego zmian. Niestety, to właśnie społeczeństwo i jego działalność gospodarcza jest główną przyczyną postępującej degradacji środowiska naturalnego. Celem niniejszego artykułu jest próba przedstawienia i analizy zanieczyszczenia powietrza na terenie zurbanizowanym na przykładzie miasta Poznania oraz porównanie go z dwoma równorzędnymi ośrodkami miejskimi na obszarze Polski - Wrocławiem i Gdańskiem. Głównym kryterium wyboru miast była aktualna liczba ich mieszkańców oraz zajmowana przez te ośrodki powierzchnia. Przy analizie zanieczyszczenia posłużono się danymi dostępnymi w publikacjach Głównego Urzędu Statystycznego. Horyzont czasowy badań obejmuje lata 2005 – 2009.

1. Pojemność i potencjał środowiska na terenach zurbanizowanych

Pierwotnie w naukach biologicznych pojemność środowiska określano jako liczbę organizmów, które nie powodując jego degradacji, mogą przeżyć w danym środowisku. Współcześnie pojemność środowiska definiuje się jako wielkość poszczególnych zaburzeń, które mogą zostać zaabsorbowane bez znaczących i trwałych zmian w strukturze i funkcjonowaniu układu przyrodniczego. Przekroczenie określonego progu pojemności środowiska może być powodem nieodwracalnego ograniczenia możliwości jego użytkowania, a także spadku jego produktywności biologicznej oraz redukcji zdolności do podtrzymywania ludzkiego życia.¹ Badanie pojemności środowiska pozwala ocenić, na jaką skalę można prowadzić działalność gospodarczą w danym miejscu bez wywoływania negatywnych czy nieodwracalnych zmian w środowisku.

Szerszym pojęciem od pojemności środowiska jest potencjał środowiska. Jest on definiowany jako suma przyrodniczych możliwości zaspokajania potrzeb społeczeństwa oraz zdolności ekosystemów do ponoszenia antropogenicznych obciążeń. Potencjał środowiska zależy przede wszystkim od struktury i funkcjonowania układu przyrodniczego, a także od wpływu układów sąsiednich oraz wpływu człowieka, który może zwiększać lub zmniejszać ten potencjał.

Skutki oddziaływania człowieka na środowisko przyrodnicze są niezwykle rozległe i złożone. Stają się one jednocześnie przyczynami następnych, najczęściej negatywnych skutków w przyrodzie. Za przykład może posłużyć emisja do atmosfery dwutlenku siarki. Jej efektem są kwaśne deszcze, które niszczą bu-

¹ B. Dobrzańska, G. Dobrzański, D. Kiełczewski, *Ochrona środowiska przyrodniczego*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 2009, s. 31.

dowle, zakwaszają zbiorniki wodne, zabijając w nich życie. Niszczą także glebę, uruchamiając w niej toksyczne pierwiastki.²

Miasto jest obszarem, na którym jest dostrzegalna wysoka koncentracja ludności i działalności gospodarczej. Ze względu na nagromadzenie problemów natury gospodarczej, społecznej, kulturowej i przyrodniczej jest ono bardzo interesującym, ale i zarazem trudnym przedmiotem badań. Miasto jest także odrębnym i całościowym układem ekologicznym. Składa się ono z elementów biotycznych, takich jak: populacja ludzka, rośliny i zwierzęta, a także abiotycznych – beton, asfalt, infrastruktura nadziemna i podziemna. Duże miasta, ze względu na zajmowany obszar oraz wysoką gęstość zaludnienia, mają znaczny wpływ na klimat oraz stan chemiczny powietrza atmosferycznego. Ze względu na silną koncentrację aerozoli oraz wysokie zanieczyszczenie powietrza dopływ promieni słonecznych do miast może być w porównaniu z terenami nieurbanizowanymi słabszy od kilku do nawet 35%. Tworząca się nad miastem powłoka zanieczyszczonego powietrza osłabia dopływ promieni słonecznych do powierzchni ziemi, ale również utrudnia wypromieniowanie tego ciepła poza miasto. Zjawisko to nosi nazwę efektu szklarniowego. Duże miasta charakteryzują się wyższą w stosunku do terenów otaczających temperaturą. Obszary te nazywane są wyspami ciepła, a ich temperatura może być o kilka stopni wyższa niż terenów przyległych. Podwyższona temperatura zależna jest od zabudowy i zagospodarowania terenu, a także od rozkładu przestrzennego zanieczyszczeń powietrza.³

Procesy urbanizacyjne zachodzące na naszym kontynencie zmierzają do powstania sieci przestrzennie i funkcjonalnie powiązanych ze sobą regionów miejskich, nazywanych megalopolis. Za największe zespoły miejskie na naszym kontynencie uważa się aglomeracje Paryża, Londynu oraz zurbanizowane tereny krajów Beneluksu, a bardzo widocznym i odczuwalnym skutkiem zanieczyszczenia powietrza na tych obszarach jest zjawisko smogu. Jego głównym składnikiem stanowiącym substancję szkodliwą jest dwutlenek siarki, a także jego produkty pochodne, tlenek węgla i cząstki sadzy. Emisja do atmosfery znacznych ilości dwutlenku siarki i dwutlenku azotu skutkuje powstawaniem opadów zawierających kwas siarkowy. Opady te, zwane kwaśnymi deszczami, powodują degradację fauny i flory oraz przyspieszają procesy korozji metali.

W ostatnich dziesięcioleciach Europa Zachodnia poczyniła znaczne postępy w redukcji zanieczyszczenia powietrza, jednakże wysokie stężenie pyłu drobnego wciąż jest źródłem problemów zdrowotnych w wielu miastach i na terenach podmiejskich. Postęp technologiczny w transporcie ma istotny wpływ na zmniejszenie zanieczyszczenia. Ważną kwestią jest również planowanie urbanistyczne, które poprzez odpowiednie zintegrowane transportu miejskiego stanowi alternatywę dla transportu samochodowego.

² *Ibidem*, s. 34.

³ J. Strzałko, T. Moosor-Pietraszewska, *Kompendium wiedzy o ekologii*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005, s. 285-286.

2. Źródła zagrożeń i charakterystyka głównych zanieczyszczeń powietrza

Na stan środowiska przyrodniczego na danym obszarze składają się jego historyczne ukształtowanie, pojemność ekosystemów oraz siła oddziaływania czynników obciążających środowisko. Wyróżnia się trzy podstawowe źródła zagrożeń, do których w pierwszej kolejności zalicza się zagrożenia o charakterze geograficzno-demograficznym. Dotyczą one głównie koncentracji przestrzennej działalności gospodarczej człowieka i są ściśle związane z czynnikiem demograficznym. Wzrost liczby ludności na danym obszarze powoduje nasilenie procesów urbanizacyjnych, co wymusza wzrost produkcji przemysłowej, czego skutkiem jest negatywne oddziaływanie na środowisko. Następne w kolejności są zagrożenia techniczno-ekonomiczne. Wynikają one z produkcji wyrobów przemysłowych niespełniających wymagań w zakresie ochrony środowiska oraz niewłaściwej alokacji zasobów, która nie uwzględnia kosztów reprodukcji środowiska. Istotną rolę w zagrożeniu środowiska odgrywają także czynniki o charakterze kulturowo-społecznym, do których należą kierunki rozwoju i charakter potrzeb indywidualnych, poziom konsumpcji, normy kulturowe, obyczaje, a także stopień świadomości ekologicznej danego społeczeństwa.⁴

Powietrze jest mieszaniną gazów, a jego głównymi składnikami są: azot stanowiący około 78% i tlen – około 21%. Pozostałą część stanowią inne gazy, takie jak argon, dwutlenek węgla, a także w niewielkich ilościach: neon, hel, metan, krypton, wodór i ksenon. Ponadto powietrze zawiera różną, zależną od warunków otoczenia, ilość pary wodnej.⁵

Zanieczyszczeniami powietrza nazywane są gazy, ciecze, a także ciała stałe obecne w powietrzu, które nie są jego naturalnymi składnikami. Zanieczyszczenia stanowią także substancje będące naturalnymi składnikami powietrza, ale występujące w ilościach wyraźnie zwiększonych w porównaniu z naturalną ich ilością w atmosferze. Mogą one negatywnie wpływać na przyrodężywioną, klimat, glebę, wodę oraz na życie i zdrowie człowieka. Ujemny wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie człowieka jest zagadnieniem bardzo złożonym i zależy od wielu czynników. Są to między innymi indywidualna odporność organizmu, warunki klimatyczne, stężenie i czas oddziaływania zanieczyszczenia. Do głównych dolegliwości i chorób, które mają związek z zanieczyszczeniami powietrza atmosferycznego, należą choroby układu oddechowego (zapalenie gardła, oskrzeli, nowotwory płuc), zaburzenia centralnego układu nerwowego (bezsenność, bóle głowy), choroby oczu, reakcje alergiczne ustroju, zaburzenia w układzie krążenia oraz choroby serca.⁶

⁴ K. Górka, B. Poskrobko, *Ekonomika ochrony środowiska*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1987, s. 49.

⁵ J. Greszta, A. Gruszka, M. Kowalkowska, *Wpływ emisji na ekosystem*, Wydawnictwo Naukowe „Śląsk”, Katowice 2002, s. 26.

⁶ E. Pyłka-Gutowska, *Ekologia z ochroną środowiska*, Wydawnictwo Oświata, Warszawa 2001, s. 103.

Zanieczyszczenia powietrza łatwo się rozprzestrzeniają, gdyż atmosfera jest w ciągłym ruchu i wszystkie składniki powietrza stale ulegają procesowi mieszania. Ilość zanieczyszczeń atmosferycznych przyroda potrafi jednak zniwelować poprzez tak zwane samooczyszczanie się powietrza. Zachodzi ono w wyniku osadzania się poszczególnych zanieczyszczeń lub wymywania ich przez wody opadowe. Drobinki zanieczyszczeń niewielkich rozmiarów utrzymują się w powietrzu przez dłuższy czas w postaci aerozoli. Usuwane są one głównie na skutek procesów wymywania, a większe cząstki opadają na powierzchnię ziemi pod wpływem siły grawitacji.

Stopień zanieczyszczenia powietrza ocenia się, podając stężenie występujących w nim zanieczyszczeń i następnie porównując te wartości z przyjętymi normami, określonymi przez organa ochrony środowiska; ocenia się ewentualne przekroczenie wartości dopuszczalnych.

Ze względu na stan skupienia zanieczyszczenia powietrza można podzielić na gazy i pyły. Biorąc pod uwagę skalę emisji gazowych zanieczyszczeń powietrza, główną rolę odgrywają takie związki, jak: dwutlenek siarki (SO_2), tlenki azotu (NO , NO_2), a także tlenek (CO) i dwutlenek węgla (CO_2).⁷ Pyły natomiast definiowane są jako ciała stałe, których wielkość mieści się w zakresie od setnych milimetra do kilku milimetrów. Głównymi składnikami pyłów są związki metali ciężkich. Należą do nich przede wszystkim ołów, rtęć, kadm, arsen, chrom, cynk i nikiel. Jeżeli znajdują się one w wysokim stężeniu w glebie, to istnieje niebezpieczeństwo pobierania ich przez rośliny, a tym samym przez zwierzęta i w rezultacie także przez ludzi. Niemal wszystkie metale ciężkie są toksyczne, a część z nich jest nawet rakotwórcza. Największe zanieczyszczenie pyłami występuje na obszarach silnie uprzemysłowionych, a także na terenach dużych miast i gęsto zaludnionych osiedli, o dużym nasileniu ruchu samochodowego. Szacuje się, iż w ośrodku miejskim o silnie rozwiniętym przemyśle stężenie pyłów jest nawet piętnastokrotnie wyższe niż na terenach wiejskich.

3. Kryteria wyboru badanych obszarów zurbanizowanych

Miasto Wrocław położone jest w południowo-zachodniej części Polski. Rozwinęło się ono na brzegach Odry i na wyspach odrzańskich. Pierwsza wzmianka o mieście pojawia się w wydanej za panowania Bolesława Chrobrego około 1000 roku bulli papieskiej, która ustanawia w grodzie siedzibę biskupstwa wrocławskiego.⁸

Powierzchnia ogólna miasta to 293 km², z czego użytki rolne zajmują powierzchnię 132 km², lasy i zadrzewienia – 16,5 km², a tereny osiedlowe: 85 km². Największą liczbę mieszkańców Wrocławia odnotowano w 1991 roku i wynosi-

⁷ J. Skrzyczyńska, *Wybrane zagadnienia z ekologii*, Wydawnictwo Akademii Podlaskiej, Siedlce 2006, s. 37.

⁸ K. Popiński, *Historia Wrocławia* [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu: http://www.wroclaw.pl/historia_wroclawia,1.dhtml [Data wejścia: 20-05-2012].

ła ona ponad 643 tys. osób. W 2010 roku miasto liczyło 632 tys. mieszkańców. Największą rzeką znajdującą się w granicach miasta jest Odra, należy również wspomnieć o jej dopływach: Ślęży, Oławie, Bystrzycy i Widawie. Wrocław jest jednym z ważniejszych ośrodków miejskich w kraju, charakteryzującym się dość nowoczesnym przemysłem oraz jednym z najważniejszych węzłów komunikacyjnych kraju.⁹

Gdańsk jest jednym z najstarszych miast Polski. Położony jest na północy kraju nad Zatoką Gdańską. Z inicjatywy Mieszka I około 975 roku nad rzeką Motławą wybudowano gród z portem. Pierwsza wzmianka o Gdańsku pochodzi z zapisu w rzymskim „Żywocie Świętego Wojciecha”, który opisuje wizytę biskupa na tym terenie wiosną 997 roku. Prawa miejskie Gdańsk otrzymał w 1236 roku.¹⁰

Gdańsk jest obecnie ważnym ośrodkiem przemysłu maszynowego, elektronicznego i chemicznego. Miasto jest również handlowym i turystycznym centrum polskiego Wybrzeża, a także pełni rolę ważnego ośrodka biznesu z licznymi bankami, portem morskim i lotniskiem. Populacja miasta wynosi około 456 tys. mieszkańców, a łączna jego powierzchnia to blisko 262 tys. km². Miasto Gdańsk wraz z Gdynią i Sopotem tworzy Trójmiasto. Specyficzną dla tego obszaru dziedziną gospodarki jest działalność modernizowanych i unowocześnianych portów: Gdańska i Gdyni oraz stoczni. Porty oraz ich przeładunki o dużej masie determinują rozwój transportu, a także gospodarki magazynowej, przechowalnictwa i handlu.¹¹

Poznań znajduje się w środkowo-zachodniej części Polski i jest stolicą województwa wielkopolskiego. Powstanie miasta Poznań poprzedzone było długim okresem osadnictwa. Rozwijało się ono w rozszerzeniu doliny Warty, gdzie wpadały do niej rzeki Główna, Cybina, Różany Potok, Wierzbak i Strumień Junikowski. Pod koniec VIII wieku n.e. na Ostrowie Tumskim powstał gródek strażniczy strzegący przeprawy przez rzekę. W połowie X wieku, za panowania Mieszka I, gród ten został rozbudowany i otoczony wałami. W 968 roku stał się siedzibą pierwszego w Polsce biskupstwa. W 1253 roku Poznań otrzymał prawa miejskie, a w 1394 roku król Władysław Jagiełło nadał miastu prawo składu, dzięki czemu w XIV i XV wieku Poznań stał się kluczowym ośrodkiem leżącym na skrzyżowaniu wielkiego szlaku handlowego wschód-zachód z traktem łączącym Kraków i Bałtyk.¹²

Poznań zajmuje obecnie piąte miejsce pod względem liczby ludności wśród miast Polski (po Warszawie, Krakowie, Łodzi i Wrocławiu). W 2010 roku Poznań zamieszkiwało 556 tys. osób. Od roku 1990 utrzymuje się tendencja spad-

⁹ *Wrocław w liczbach* [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu:

http://www.wroclaw.pl/wroclaw_w_liczbach,1.dhtml [Data wejścia: 20-05-2012].

¹⁰ *Historia Gdańska* [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu: <http://historia.trojmiasto.pl/historia-gdanska.html> [Data wejścia: 19-05-2012].

¹¹ J. J. Parysek, *Aglomeracje miejskie w Polsce oraz problemy ich funkcjonowania i rozwoju*. [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu: http://www.rr.amu.edu.pl/files/RR_05_04.pdf [Data wejścia: 18-05-2012].

¹² Z. Szymanowski, *Poznań*, Wydawnictwo Pascal, Bielsko-Biała 1997, s. 3.

kowa liczby mieszkańców Poznania. W ciągu ostatnich 19 lat zmniejszyła się ona o blisko 34 tys. osób. Powierzchnia miasta wynosi 262 km², co daje mu siódmą pozycję wśród dużych polskich miast pod względem powierzchni. Najważniejszą rzeką miasta jest Warta, przepływająca w kierunku południkowym na odcinku około 19 km. Zajmuje ona czwarte miejsce pod względem długości i powierzchni dorzecza w Polsce.¹³

Na terenie miasta znajdują się duże zbiorniki wodne: Jezioro Kierskie o powierzchni 309 ha oraz Jezioro Strzeszyńskie o powierzchni 32 ha. Liczne są też sztuczne zbiorniki wodne, do których należy Zbiornik Maltański o powierzchni 70 ha oraz Rusałka, zajmująca 50 ha. Poznań należy także do miast o dużym udziale terenów zielonych. Zajmują one powierzchnię blisko 70 km².¹⁴

Poznań jest współcześnie jednym z większych i ważniejszych miast w kraju. Położony między Berlinem a Warszawą, jest ważnym węzłem drogowym i kolejowym, posiada też międzynarodowy port lotniczy, obsługujący ponad milion pasażerów rocznie. Poznań to dynamiczny ośrodek gospodarczy, akademicki, naukowy i kulturalny.¹⁵

Dane dotyczące zanieczyszczenia powietrza zawarte w niniejszym artykule pochodzą z corocznej sprawozdawczości Głównego Urzędu Statystycznego. W zakresie emisji zanieczyszczeń powietrza dane dotyczą zakładów szczególnie uciążliwych. Należy podkreślić, iż wyniki tego badania nie obejmują całkowitej emisji zanieczyszczeń powietrza, lecz dotyczą jedynie sektora energetyczno-przemysłowego, decydującego o skali i strukturze emisji w około 70%. Dla przeprowadzenia prawidłowej analizy porównawczej należało więc wybrać miasta o podobnych cechach.

Ze względu na miejsce zamieszkania autora niniejszego artykułu ujęcie w badaniu miasta Poznań było warunkiem niejako „naturalnym”. Natomiast głównymi kryteriami, jakimi kierowano się przy wyborze pozostałych ośrodków miejskich, które posłużą do dalszej analizy, były przede wszystkim porównywalna w stosunku do miasta Poznań powierzchnia oraz zbliżona liczba mieszkańców.

Gdańsk oraz Wrocław wybrano ze względu na zbliżoną powierzchnię zajmowaną przez te miasta. Wrocław jest o około 30 tys. km² większy od pozostałych wytypowanych do analizy miast. Nieco większe różnice dotyczą liczby mieszkańców. Wrocław ma o blisko 80 tys. mieszkańców więcej niż Poznań, a Gdańsk ma najmniejszą liczbę mieszkańców, która w 2010 roku wynosiła 456 tys. Wynik ten był mniejszy od liczby mieszkańców miasta Poznań o blisko 100 tys. i aż o 180 tys. mniejszy w stosunku do miasta Wrocław.

¹³ A. Kaniecki, *Poznań. Dzieje miasta wodą pisane*, Wydawnictwo Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk, Poznań 2004, s. 15.

¹⁴ M. Klimko, B. Bałuka, W. Klimko, *Przyroda miasta Poznania*, Wydział Ochrony Środowiska Urzędu Miasta Poznania, Poznań 2008, s. 7.

¹⁵ *Poznań 2008 – Raport o stanie miasta, Urząd Miasta Poznania Wydział Rozwoju Miasta*, Poznań 2009, s. 31.

Tabela 1
Porównanie badanych miast

Miasta	Ludność		Powierzchnia	
	[tys. osób]	pozycja w rankingu miast	[tys. km ²]	pozycja w rankingu miast
Poznań	556	5	262	7
Wrocław	632	4	293	5
Gdańsk	456	6	262	6

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS-u z 2010 roku.

4. Analiza porównawcza badanych ośrodków miejskich

4.1. Metoda analizy

Analizę zbiorczą dotyczącą Poznania, Wrocławia oraz Gdańska przedstawiono w postaci tabelarycznej. Po lewej stronie każdej z tabel przedstawiono wybrane obszary badań dotyczące zanieczyszczenia powietrza, które następnie poddano ocenie na zasadzie badania sytuacji w każdym z trzech porównywanych miast. Dane przedstawione w postaci liczbowej ukazują wartości dotyczące poszczególnych lat z przedziału czasowego 2005-2009 oraz wartości średnie dotyczące pięcioletniego badanego okresu. W zależności od wartości danego zanieczyszczenia miasta otrzymały odpowiednią rangę (ocenę jakościową) na zasadzie porównania z pozostałymi ośrodkami. Za najbardziej korzystną ocenę przyjęte zostało oznaczenie „A”, wyrażające w dalszej analizie 2 punkty dla danego miasta. Ocena „A” oznacza najmniejszą emisję, czy też najmniej niekorzystne stężenie danego zanieczyszczenia w atmosferze za dany okres w porównaniu z pozostałymi branymi pod uwagę w badaniu ośrodkami miejskimi. Ocena „B” wyraża wartość pośrednią między rangami „A” oraz „C” i oznacza 1 punkt dla danego miasta za dany obszar analizy. Z kolei ocena jakościowa „C” dotyczy sytuacji najmniej korzystnej w porównaniu z pozostałymi badanymi miastami i oznacza brak punktu za dany obszar badania. Jeżeli w którymś z badanych obszarów wartości dotyczące danych w dwóch miastach charakteryzowały się podobnym poziomem, wówczas obydwu miastom przyznana została taka sama ranga. Na dole tabeli przedstawiono ocenę końcową danego miasta, która jest wynikiem sumy zgromadzonych przez nie punktów za poszczególne badane obszary zanieczyszczenia powietrza w danym roku. W dalszej części artykułu zamieszczono rysunek, który prezentuje porównanie ocen za badany okres lat 2005-2009.

4.2. Analiza porównawcza z lat 2005-2009

Emisję oraz stężenia głównych zanieczyszczeń powietrza w poszczególnych latach analizowanego okresu 2005-2009 dotyczące badanych miast przedstawiono na podstawie sprawozdawczości Głównego Urzędu Statystycznego (tabele 2-6).

W analizie dany ośrodek miejski mógł uzyskać w zależności od oceny jakościowej od 0 do 2 punktów za każdy brany pod uwagę obszar zanieczyszczenia powietrza. Maksymalna ocena, jaką mogło otrzymać dane miasto za wszystkie 8 kategorii zanieczyszczenia powietrza za dany rok, wynosiła 16 punktów.

Tabela 2

Zanieczyszczenie powietrza w badanych miastach (dane za 2005 rok)

Badany obszar	Poznań		Wrocław		Gdańsk	
	Wartość	Ocena	Wartość	Ocena	Wartość	Ocena
Emisja dwutlenku siarki [tys. ton]	8	A	9,1	B	13,6	C
Emisja tlenków azotu [tys. ton]	4,4	C	3,2	A	4,2	B
Emisja dwutlenku węgla [tys. ton]	1966,4	B	1643,8	A	2451,5	C
Emisja zanieczyszczeń pyłowych [tys. ton]	0,9	A	0,9	A	1	B
Stężenie dwutlenku siarki [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	5,1	A	6,9	C	5,2	B
Stężenie dwutlenku azotu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	25,3	B	35,4	C	21,4	A
Stężenie tlenku węgla [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	402	B	651	C	373	A
Stężenie PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	29,6	B	35,6	C	29,4	A
Razem powietrze	A – 10 p		C – 7 p		B – 9 p	

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Ochrona Środowiska*, GUS, Warszawa 2006.

W 2005 roku wartości dotyczące emisji zanieczyszczeń powietrza w badanych miastach najmniej korzystnie przedstawiały się w Gdańsku. Poznań charakteryzował się najmniejszą emisją dwutlenku siarki oraz zanieczyszczeń pyłowych. Z kolei miasto Wrocław miało w badanym roku najmniejszą emisję tlenków azotu oraz dwutlenku węgla. Analizując wartości średniorocznych stężeń głównych zanieczyszczeń powietrza w roku 2005, należy zwrócić uwagę, iż mimo stosunkowo dużej emisji zanieczyszczeń, to właśnie miasto Gdańsk charakteryzuje się najmniej niekorzystnym stężeniem wymienionych wyżej zanieczyszczeń powietrza. Gdańsk we wszystkich czterech badanych kategoriach otrzymał ocenę „A”, a największym stężeniem średniorocznym charakteryzowało się miasto Wrocław. Podsumowując wartości głównych zanieczyszczeń powietrza w badanych miastach dla roku 2005, należy zaznaczyć, iż najwyższą ocenę „A” otrzymał Poznań, który zgromadził 10 punktów na 16 możliwych. Gdańsk otrzymał ocenę „B”, gdyż zgromadził 9 punktów, natomiast najgorzej wśród trzech badanych miast wypadł Wrocław, który otrzymał tylko 7 punktów i ocenę „C”.

W 2006 roku wartości dotyczące emisji zanieczyszczeń powietrza w badanych miastach w dalszym ciągu najmniej korzystnie przedstawiały się w Gdańsku. Wśród trzech badanych miast to właśnie Gdańsk emitował największą ilość dwutlenku siarki, tlenków azotu, dwutlenku węgla oraz zanieczyszczeń pyłowych. Poznań z kolei charakteryzował się najmniejszą emisją dwutlenku siarki i zanieczyszczeń pyłowych. Wrocław miał w badanym roku najmniejszą emisję

Tabela 3
Zanieczyszczenie powietrza w badanych miastach (dane za 2006 rok)

Badany obszar	Poznań		Wrocław		Gdańsk	
	Wartość	Ocena	Wartość	Ocena	Wartość	Ocena
Emisja dwutlenku siarki [tys. ton]	6,8	A	9,3	B	12,8	C
Emisja tlenków azotu [tys. ton]	4,3	B	3,1	A	4,4	C
Emisja dwutlenku węgla [tys. ton]	1854,3	B	1592,7	A	2557,4	C
Emisja zanieczyszczeń pyłowych [tys. ton]	0,8	A	0,8	A	1	B
Stężenie dwutlenku siarki [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	6,7	B	8,9	C	6,5	A
Stężenie dwutlenku azotu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	26,3	B	34,8	C	22,1	A
Stężenie tlenku węgla [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	443	B	656	C	396	A
Stężenie PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	33,4	B	35,5	C	32,6	A
Razem powietrze	A – 10 p		C – 7 p		B – 9 p	

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Ochrona Środowiska*, GUS, Warszawa 2007.

tlenków azotu oraz dwutlenku węgla. Wartości średniorocznych stężeń głównych zanieczyszczeń powietrza w 2006 roku najmniej niekorzystne przedstawiały się w Gdańsku, który w dalszym ciągu charakteryzował się najmniejszym stężeniem na tle pozostałych branych pod uwagę w badaniu miast. Z kolei najwyższym stężeniem w 2006 roku charakteryzowało się miasto Wrocław, które zanotowało najwyższe stężenie we wszystkich branych pod uwagę kategoriach. Podsumowując wartości głównych zanieczyszczeń powietrza w badanych miastach dla roku 2006, należy zwrócić uwagę, iż w dalszym ciągu Poznań był najwyższym ocenianym miastem, gromadząc w sumie 10 punktów. Gdańsk otrzymał ocenę „B”, gdyż zgromadził 9 punktów, a Wrocław ocenę „C” i 7 punktów.

Tabela 4
Zanieczyszczenie powietrza w badanych miastach (dane za 2007 rok)

Badany obszar	Poznań		Wrocław		Gdańsk	
	Wartość	Ocena	Wartość	Ocena	Wartość	Ocena
Emisja dwutlenku siarki [tys. ton]	5,2	A	7,9	B	12,6	C
Emisja tlenków azotu [tys. ton]	3,5	B	2,7	A	4,3	C
Emisja dwutlenku węgla [tys. ton]	1688,1	B	1508,3	A	2554,9	C
Emisja zanieczyszczeń pyłowych [tys. ton]	0,8	B	0,7	A	1,1	C
Stężenie dwutlenku siarki [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	5,1	A	7,2	B	5,1	A
Stężenie dwutlenku azotu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	24,5	B	34,4	C	19,8	A
Stężenie tlenku węgla [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	379	B	594	C	325	A
Stężenie PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	28,4	C	26,5	B	23,2	A
Razem powietrze	A – 9 p		A – 9 p		B – 8 p	

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Ochrona Środowiska*, GUS, Warszawa 2008.

W analizowanym 2007 roku wartości dotyczące emisji zanieczyszczeń powietrza wśród trzech badanych miast najkorzystniej przedstawiały się we Wrocławiu, który charakteryzował się najmniejszą emisją tlenków azotu, dwutlenku węgla oraz zanieczyszczeń pyłowych. Z kolei Poznań miał w badanym roku najmniejszą emisję dwutlenku siarki, porównywalną ze stężeniem w Gdańsku. Natomiast średnioroczne stężenie pyłów PM 10 (pył o wymiarach ziaren poniżej 10 mikrometrów) w Poznaniu w badanym roku okazało się największe. Miasto Wrocław w dalszym ciągu borykało się z najmniej korzystnym średniorocznym stężeniem dwutlenku azotu i tlenku węgla. Podsumowując wartości głównych zanieczyszczeń powietrza w badanych miastach dla roku 2007, należy zaznaczyć, iż najwyższą ocenę „A” otrzymały dwa miasta - Poznań oraz Wrocław, gromadząc po 9 punktów. Gdańsk natomiast, mimo najmniejszego wśród badanych miast średniorocznego stężenia głównych zanieczyszczeń powietrza okazał się ośrodkiem miejskim o największej emisji głównych zanieczyszczeń powietrza do atmosfery i otrzymał ocenę „B”, gromadząc 8 punktów.

Tabela 5

Zanieczyszczenie powietrza w badanych miastach (dane za 2008 rok)

Badany obszar	Poznań		Wrocław		Gdańsk	
	Wartość	Ocena	Wartość	Ocena	Wartość	Ocena
Emisja dwutlenku siarki [tys. ton]	4,2	A	4,2	A	10,6	B
Emisja tlenków azotu [tys. ton]	3,8	B	2,7	A	3,9	C
Emisja dwutlenku węgla [tys. ton]	1669,7	B	1302,3	A	2343,2	C
Emisja zanieczyszczeń pyłowych [tys. ton]	0,9	B	0,4	A	0,9	B
Stężenie dwutlenku siarki [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	4,5	B	10,7	C	3,3	A
Stężenie dwutlenku azotu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	25	C	21,4	A	22	B
Stężenie tlenku węgla [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	373	B	395	C	345	A
Stężenie PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	29,3	C	26	B	20,7	A
Razem powietrze	C - 7 p		A - 11 p		B - 9 p	

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Ochrona Środowiska*, GUS, Warszawa 2009.

W badanym 2008 roku dane dotyczące emisji zanieczyszczeń powietrza wskazywały na dużą poprawę jakości powietrza we Wrocławiu w porównaniu z dwoma pozostałymi miastami. Wrocław emitował do atmosfery najmniej głównych zanieczyszczeń powietrza, a także charakteryzował się najniższym stężeniem dwutlenku azotu w atmosferze. Niekorzystnym zjawiskiem było natomiast najwyższe wśród badanych miast stężenie dwutlenku siarki i tlenku węgla. Jednakże to właśnie powietrze we Wrocławiu w 2008 roku było najmniej zanieczyszczone. Miasto zdobyło aż 11 na 16 możliwych punktów. Z kolei najgorsza sytuacja w badanym roku wystąpiła w Poznaniu, który charakteryzował się najwyższym stężeniem dwutlenku azotu oraz pyłu PM10 (pył o wymiarach ziaren poniżej 10 mikrometrów, który może docierać do górnych dróg oddecho-

wych i płuc) w atmosferze oraz wyższą emisją większości głównych zanieczyszczeń powietrza w porównaniu z miastem Wrocław. Poznań uzyskał w 2008 roku jedynie 7 punktów. Warty odnotowania jest fakt, iż po raz pierwszy w badanym przedziale czasowym lat 2005-2009 wartość stężenia dwutlenku azotu w Gdańsku była nieznacznie gorsza niż we Wrocławiu. Jednakże wartości pozostałych średniorocznych stężeń głównych zanieczyszczeń powietrza nadal najkorzystniej przedstawiały się w Gdańsku, który w podsumowaniu za 2008 rok uzyskał 9 punktów.

Tabela 6
Zanieczyszczenie powietrza w badanych miastach (dane za 2009 rok)

Badany obszar	Poznań		Wrocław		Gdańsk	
	Wartość	Ocena	Wartość	Ocena	Wartość	Ocena
Emisja dwutlenku siarki [tys. ton]	4,2	B	4,1	A	9,2	C
Emisja tlenków azotu [tys. ton]	3,3	B	2,4	A	3,7	C
Emisja dwutlenku węgla [tys. ton]	1852,1	B	1261,3	A	2291,3	C
Emisja zanieczyszczeń pyłowych [tys. ton]	0,5	B	0,4	A	0,7	C
Stężenie dwutlenku siarki [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	5,9	B	7,6	C	3,9	A
Stężenie dwutlenku azotu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	25,8	C	22,8	A	23,9	B
Stężenie tlenku węgla [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	400	B	427	C	347	A
Stężenie PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	33	B	41,2	C	22,7	A
Razem powietrze	B – 7 p		A – 10 p		B – 7 p	

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Ochrona Środowiska*, GUS, Warszawa 2010.

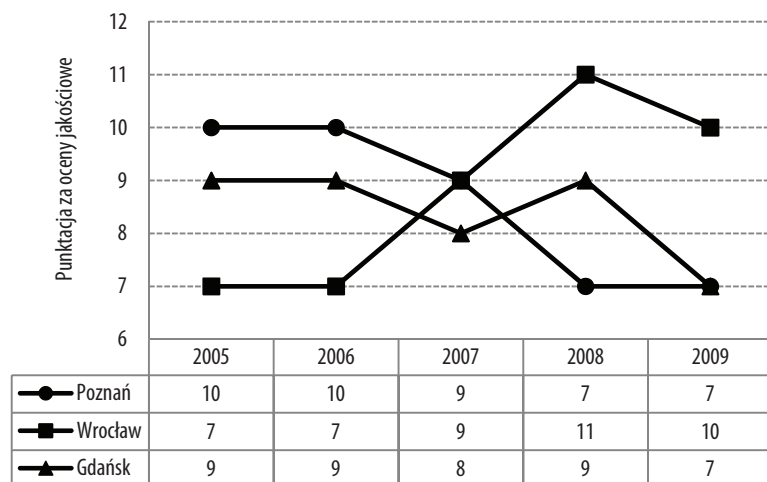
W 2009 roku dane dotyczące emisji głównych zanieczyszczeń powietrza w dalszym ciągu najkorzystniej przedstawiały się we Wrocławiu, który emitował do atmosfery najmniej zanieczyszczeń powietrza, a także charakteryzował się najniższym stężeniem dwutlenku azotu w atmosferze. Niekorzystnym zjawiskiem było natomiast najwyższe wśród badanych miast stężenie dwutlenku siarki, tlenku węgla oraz pyłu PM10 (o wymiarach ziaren poniżej 10 mikrometrów). Miasto w analizowanym roku zdobyło 10 na 16 możliwych punktów i był to najlepszy wynik wśród badanych miast. Pozostałe dwa miasta zdobyły po 7 punktów. Miasto Gdańsk charakteryzowało się najwyższą emisją oraz najmniejszym stężeniem w większości badanych głównych zanieczyszczeń powietrza. Jedynie stężenie dwutlenku azotu przedstawiało się gorzej niż w Poznaniu. Z kolei miasto Poznań w większości badanych obszarów uzyskało ocenę B. Warty odnotowania jest fakt, iż drugi raz z rzędu Poznań zdobywa jedynie 7 na 16 możliwych punktów.

Dokonując zestawienia ocen analizy porównawczej miast (rysunek 1), można stwierdzić, iż najkorzystniejsze zmiany miały miejsce we Wrocławiu. Oceny dotyczące emisji i stężenia zanieczyszczeń w powietrzu były dla tego miasta najbardziej niekorzystne w latach 2005 i 2006, w których Wrocław otrzymał jedy-

nie po 7 punktów. Jednakże następne lata przyniosły sporą poprawę w porównaniu z Poznaniem i Gdańskiem. W 2008 roku Wrocław otrzymał aż 11 punktów, natomiast rok później 10 punktów. Dla porównania, w latach 2008 i 2009 Poznań uzyskał jedynie po 7 punktów, a Gdańsk odpowiednio 9 i 7 punktów.

Rysunek 1

Zestawienie zbiorcze analizy porównawczej rocznej z lat 2005-2009



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS-u z lat 2005-2009.

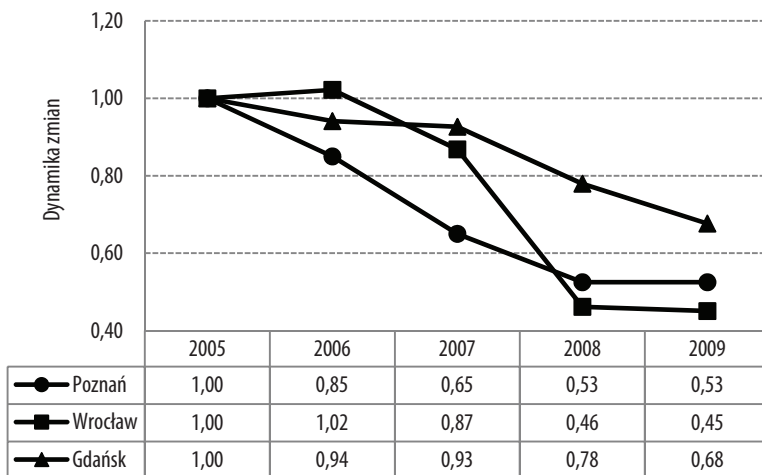
Analizując przedział czasowy z lat 2005-2009 jako całość, można stwierdzić, iż różnice pomiędzy badanymi ośrodkami miejskimi w zakresie zanieczyszczenia środowiska są znikome. Sumując oceny z poszczególnych lat, otrzymuje się bardzo zbliżone wartości. Pierwsze miejsce w zestawieniu z 44 punktami zajmuje Wrocław. Miasto Poznań uzyskało 43 punkty, a Gdańsk 42 punkty. Rozpiętość pomiędzy badanymi ośrodkami miejskimi wynosi zaledwie 2 punkty.

5. Dynamika zanieczyszczenia powietrza w badanych miastach

Dokonana analiza porównawcza miast klasyfikuje je ze względu na badane obszary, gdzie odniesieniem są pozostałe miasta. Jednakże badanie to nie ukazuje w pełni realnego przebiegu i wahań wartości liczbowych danych dotyczących emisji i stężeń głównych zanieczyszczeń powietrza w badanych miastach. Aby uzyskać obraz dynamiki głównych zanieczyszczeń powietrza i w przystępny sposób zobrazować kierunek zmian, niezbędne wydaje się przyjęcie danych z początku analizowanego przedziału czasowego za dane bazowe. W tym wypadku danymi, które posłużą do analizy lat następnych, będą wartości głównych zanieczyszczeń powietrza za 2005 rok. W ten sposób, przyjmując dane z 2005

roku jako wartość 1, będzie można określić kierunek (wzrost lub spadek) i skalę zmian badanych podstawowych zanieczyszczeń powietrza w analizowanych miastach (rysunki 2-9).

Rysunek 2
Dynamika emisji dwutlenku siarki w latach 2005-2009



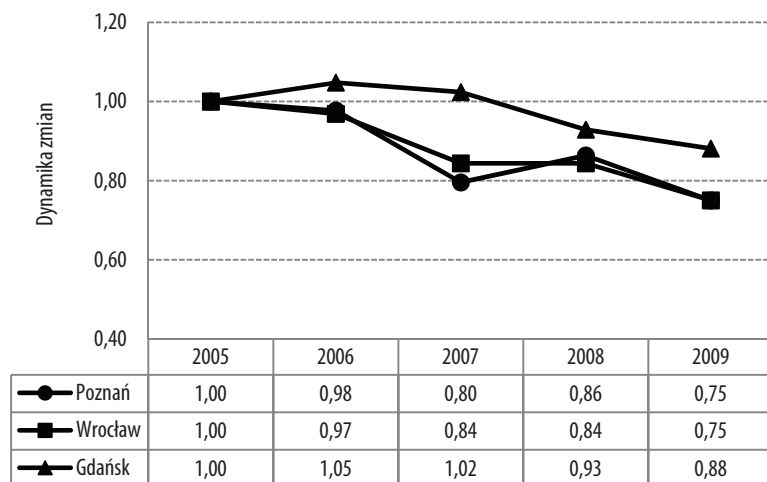
Źródło: *ibidem*.

Analizując dynamikę emisji dwutlenku siarki w badanych miastach, należy zwrócić uwagę, iż w ciągu badanego okresu we wszystkich trzech miastach dokonał się wyraźny postęp w ograniczaniu emisji. W tym zestawieniu najkorzystniej wypadają miasta Wrocław i Poznań, które w latach 2005-2009 zmniejszyły emisję dwutlenku siarki o blisko połowę. W Gdańsku natomiast w badanym okresie emisja dwutlenku siarki uległa zmniejszeniu o jedną trzecią. We wszystkich trzech analizowanych miastach można zauważyć stopniowy spadek emisji dwutlenku siarki, a najkorzystniej pod tym względem prezentują się dane z lat 2008 i 2009.

Badając dynamikę emisji tlenków azotu w analizowanych miastach, można także zauważyć, jak było to w przypadku dwutlenku siarki, iż w badanym przedziale czasowym nastąpił spadek emisji we wszystkich trzech analizowanych miastach. W tym zestawieniu również najkorzystniej wypadają miasta Wrocław i Poznań, które w latach 2005-2009 zmniejszyły emisję tlenków azotu o jedną czwartą. Z kolei miasto Gdańsk ograniczyło emisję o blisko 10 procent, jednakże warta odnotowania jest także sytuacja, że w latach 2006-2007 emisja tlenków azotu w tym mieście była o kilka procent wyższa niż w roku bazowym.

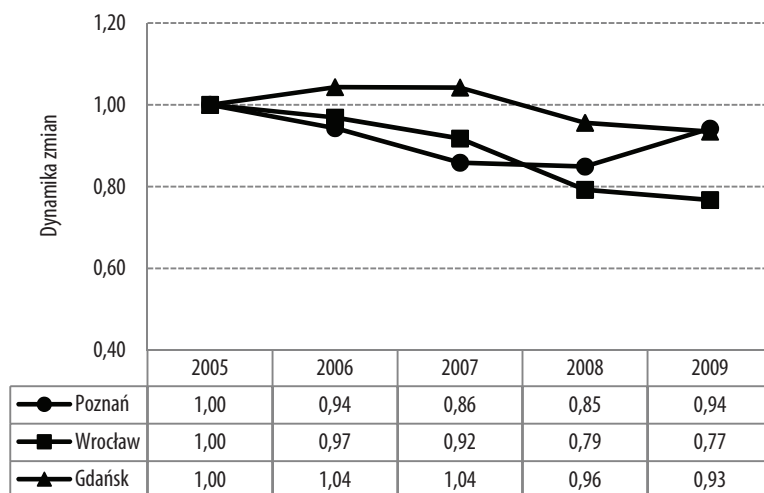
Poddając analizie dynamikę emisji dwutlenku węgla w latach 2005-2009, można zauważyć, iż najkorzystniejsze zmiany miały miejsce we Wrocławiu, w którym ograniczono emisję o ponad 20 procent. W pozostałych miastach emisja dwutlenku węgla także uległa ograniczeniu. Jednakże była to jedynie kilku-

Rysunek 3
Dynamika emisji tlenków azotu w latach 2005-2009



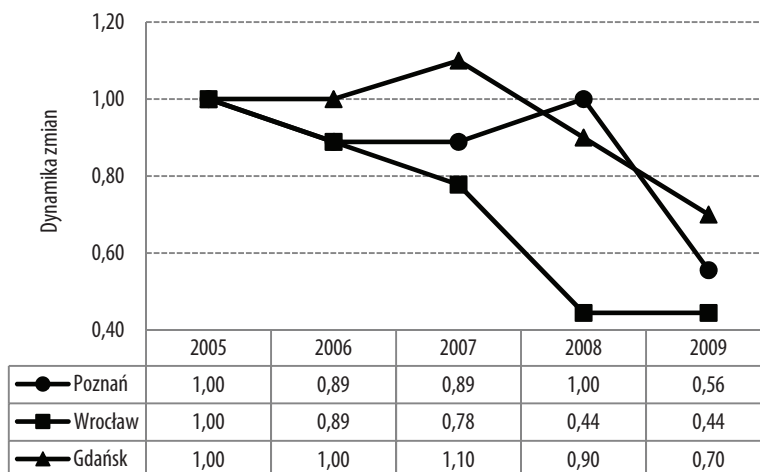
Źródło: *ibidem*.

Rysunek 4
Dynamika emisji dwutlenku węgla w latach 2005-2009



Źródło: *ibidem*.

Rysunek 5
Dynamika emisji zanieczyszczeń pyłowych w latach 2005-2009



Źródło: *ibidem*.

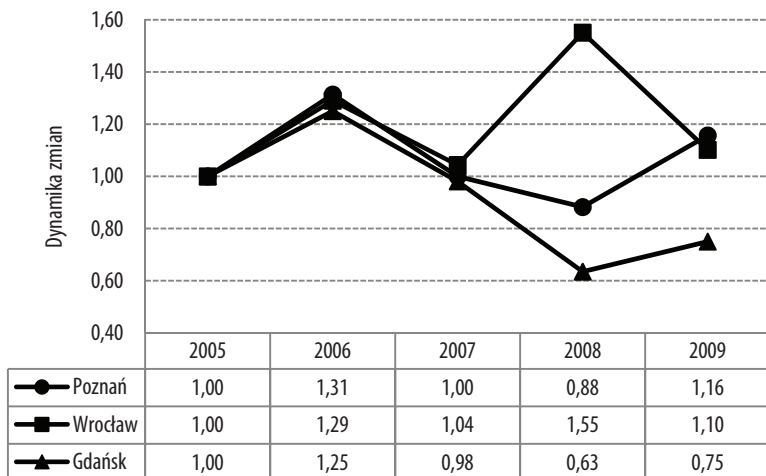
procentowa poprawa. Na uwagę zasługuje miasto Gdańsk, w którym w latach 2005-2006 emisja dwutlenku węgla o kilka procent przekraczała wartości z roku bazowego. Z kolei miasto Poznań w latach 2005-2008 również charakteryzowało się kilkunastoprocentowym ograniczeniem emisji dwutlenku węgla w porównaniu z rokiem bazowym. Jednakże dane za rok 2009 były już znacznie mniej korzystne.

Badając dynamikę emisji zanieczyszczeń pyłowych w analizowanych miastach, można stwierdzić wyraźne ograniczenie emisji o blisko połowę zarówno w Poznaniu, jak i we Wrocławiu. O ile w Poznaniu wartości emisji zanieczyszczeń pyłowych w 2008 roku były zbliżone do roku bazowego i dopiero rok 2009 przyniósł znaczące ograniczenie emisji, o tyle miasto Wrocław charakteryzowało się stopniowym ograniczaniem emisji zanieczyszczeń pyłowych. Miasto Gdańsk z kolei w latach 2006-2008 charakteryzowało się zbliżoną do roku bazowego emisją pyłów. Rok 2009 przyniósł wyraźne ograniczenie zanieczyszczeń pyłowych w porównaniu z rokiem bazowym o około 30 procent

Analizując dynamikę stężeń średniorocznych dwutlenku siarki w badanych miastach, można stwierdzić wzrost stężenia w dwóch z trzech badanych miast. We Wrocławiu w ciągu pięciu badanych lat stężenie wzrosło w porównaniu z rokiem bazowym o 10 procent, ale warty odnotowania jest fakt, iż rok wcześniej, czyli w 2008 roku był to wzrost o ponad 50 procent w porównaniu z rokiem bazowym. W Poznaniu w ciągu badanego okresu notowano kilkuprocentowe zmiany, a w 2009 roku nastąpił wzrost stężenia dwutlenku siarki o około 15 procent w porównaniu z 2005 rokiem. Jedyne miastem, które ograniczyło

Rysunek 6

Dynamika stężenia średniorocznego dwutlenku siarki w latach 2005-2009

Źródło: *ibidem*.

średnioroczne stężenie dwutlenku siarki, był Gdańsk. W analizowanym okresie lat 2005-2009 uległo ono zmniejszeniu o blisko jedną czwartą.

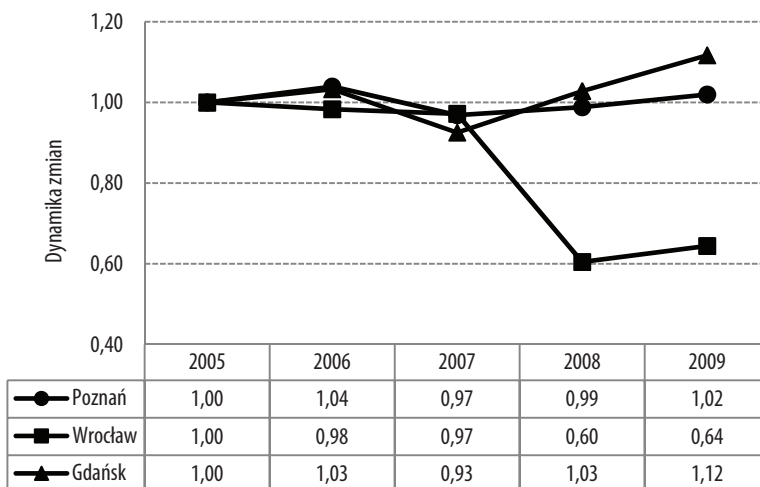
Poddając analizie dynamikę średniorocznych stężeń dwutlenku azotu w badanych ośrodkach miejskich, należy zwrócić uwagę, iż jedynie we Wrocławiu nastąpiło wyraźne zmniejszenie stężenia. Było ono o ponad 30 procent mniejsze w stosunku do roku bazowego i miało miejsce jedynie w latach 2008-2009. Natomiast w pozostałych latach średnioroczne stężenia dwutlenku azotu w Gdańsku były zbliżone do roku 2005.

Z kolei w Poznaniu i Wrocławiu stężenie średnioroczne dwutlenku azotu w badanym przedziale czasowym utrzymywało się na zbliżonym do roku bazowego poziomie, z co najwyżej kilkuprocentowymi odchyleniami. Wyjątkiem okazał się rok 2009, w którym wystąpił 10-procentowy wzrost stężenia dwutlenku azotu w Gdańsku oraz niewielki, kilkuprocentowy wzrost w Poznaniu.

Badając dynamikę średniorocznych stężeń tlenku węgla w analizowanych ośrodkach miejskich, należy zwrócić uwagę na znaczącą poprawę sytuacji we Wrocławiu. W badanym przedziale czasowym lat 2005-2009 stężenie tlenku węgla uległo zmniejszeniu o blisko jedną trzecią. W Gdańsku również nastąpiło zmniejszenie stężenia, ale był to jedynie kilkuprocentowy spadek. Z kolei w Poznaniu w latach 2007-2008 również wystąpił kilkuprocentowy spadek w porównaniu z rokiem bazowym, ale analizując cały pięcioletni okres, można stwierdzić, że średnioroczne stężenie tlenku węgla nie uległo zasadniczej zmianie.

Rysunek 7

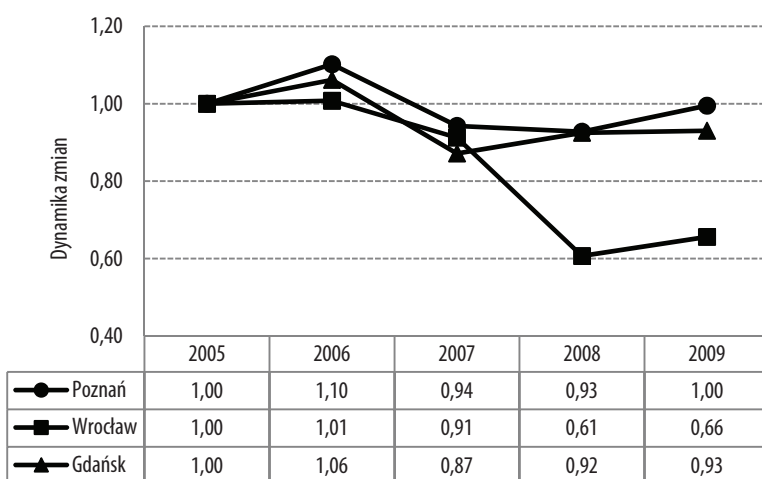
Dynamika stężenia średniorocznego dwutlenku azotu w latach 2005-2009



Źródło: *ibidem*.

Rysunek 8

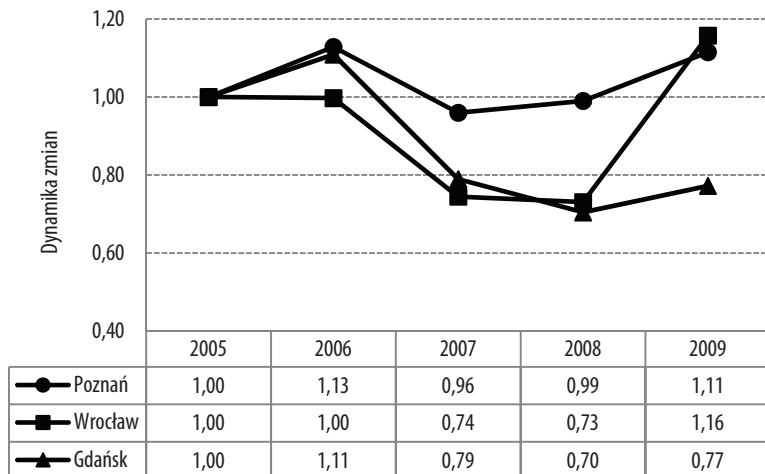
Dynamika stężenia średniorocznego tlenku węgla w latach 2005-2009



Źródło: *ibidem*.

Rysunek 9

Dynamika stężenia średniorocznego pyłu zawieszonego PM10 w latach 2005-2009

Źródło: *ibidem*.

Dokonując analizy dynamiki średniorocznych stężeń pyłu zawieszonego PM10 z lat 2005-2009, można stwierdzić, iż jedynie w Gdańsku sytuacja uległa poprawie. W porównaniu z rokiem bazowym stężenie uległo tam ograniczeniu o blisko 20 procent. We Wrocławiu w latach 2006-2008 nastąpił spadek stężenia średniorocznego pyłu PM10, ale w 2009 roku nastąpił gwałtowny jego wzrost, przyjmując wartość o kilkanaście procent wyższą niż w roku bazowym. Z kolei w Poznaniu w latach 2007-2008 stężenie pyłu zawieszonego PM 10 utrzymywało się na zbliżonym do roku bazowego poziomie, a w 2009 roku nastąpił wzrost stężenia w stosunku do roku bazowego o kilkanaście procent.

6. Omówienie wyników badań dynamiki zanieczyszczeń powietrza w latach 2005-2009

Jak wynika z przedstawionych przeze mnie wyników badań, niezmiernie trudne okazuje się prawidłowe przeanalizowanie danych i trudna całościowa ocena zanieczyszczenia powietrza dla poszczególnych ośrodków miejskich. Każde miasto jest odrębnym i na swój sposób specyficznym obszarem, który różni się pod względem rozmieszczenia przestrzennego czynników zanieczyszczających. Uzyskane wyniki badań potwierdziły, iż specyfika położenia danego miasta i oddziaływanie czynników przyrodniczych ma również ogromny wpływ na występowanie zanieczyszczeń w powietrzu. Za przykład może posłużyć miasto Gdańsk, które w przeważającej większości badanych lat charakteryzowało się

największą emisją do atmosfery dwutlenku siarki, tlenku azotu i dwutlenku węgla, a mimo wszystko mierzone stężenia średnioroczne wspomnianych wcześniej zanieczyszczeń były w tym mieście mniejsze niż w pozostałych analizowanych ośrodkach. Najprawdopodobniej jest to spowodowane bliskim sąsiedztwem Gdańska z Morzem Bałtyckim. Pomiędzy lądem a morzem następuje naturalny ruch powietrza (wiatr) spowodowany różnicą temperatur, nazywany bryzą. W dzień nagrzewające się szybciej powietrze unosi się do góry, a różnica ciśnień powoduje, iż na jego miejsce napływa powietrze znad morza. Z kolei nocą sytuacja ulega odwróceniu, i to nad morzem masy powietrza są cieplejsze, gdyż to ląd traci ciepło szybciej. Woda dłużej magazynuje ciepło, a wytworzona różnica ciśnień powoduje, że na miejsce unoszącego się cieplejszego powietrza znad morza napływa powietrze z lądu. W ten oto sposób następuje ciągła i naturalna wymiana powietrza między lądem i morzem, a miasto Gdańsk, mimo większej niż Poznań i Wrocław emisji zanieczyszczeń do atmosfery, posiada powietrze o mniejszym stężeniu zanieczyszczeń niż pozostałe badane miasta.

Wyniki przeprowadzonej analizy dynamiki zanieczyszczeń powietrza w wybranych miastach za okres 2005-2009 oparte na danych GUS-u wskazują, iż w przeważającej większości emisja zanieczyszczeń w poszczególnych miastach w porównaniu z rokiem 2005 uległa ograniczeniu. Ciekawy wniosek uzyskano przy analizie danych dotyczących średniorocznych stężeń głównych zanieczyszczeń powietrza w wybranych miastach. Sugerują one, iż jakość powietrza w analizowanych ośrodkach miejskich nie uległa pogorszeniu. Natomiast w niektórych przypadkach nastąpiła nieznaczna poprawa. W latach 2008-2009 zdecydowanie mniej niekorzystny wskaźnik stężenia dwutlenku azotu oraz tlenku węgla w porównaniu z rokiem 2005 zanotowano we Wrocławiu. Z kolei w Gdańsku ograniczeniu uległy średnioroczne stężenia pyłu zawieszonego PM10 oraz dwutlenku siarki. Jedynie w Poznaniu przez cały analizowany okres średnioroczne stężenia wszystkich branych pod uwagę w badaniu zanieczyszczeń powietrza utrzymywały się na zbliżonym do 2005 roku poziomie. Wyniki badania wskazały, iż w okresie 5-letnim zauważalna jest nieznaczna poprawa, dotycząca zarówno emisji podstawowych zanieczyszczeń powietrza, jak i ich średniorocznych stężeń w wybranych ośrodkach miejskich.

Podsumowanie

Ochrona środowiska i przeciwdziałanie zanieczyszczeniom na obszarach dużych miast pozostaje niezwykle istotnym zagadnieniem. Duża gęstość zaludnienia oraz wzmożona działalność gospodarcza charakterystyczna dla dużych ośrodków miejskich determinuje ogromną ilość czynników wpływających negatywnie na czystość powietrza. Zanieczyszczenia wywierają negatywny wpływ na zdrowie i jakość życia człowieka, zwłaszcza na terenach zurbanizowanych, gdzie są one o wiele bardziej intensywne i odczuwalne niż na obszarach typowo rolniczych i niezurbanizowanych.

Stan środowiska naturalnego miast o zbliżonej powierzchni i liczbie mieszkańców, jakimi są Poznań, Wrocław i Gdańsk, w zakresie zanieczyszczeń powietrza pozostaje na podobnym poziomie. Każde z miast emituje do atmosfery znaczne ilości zanieczyszczeń, jednakże z roku na rok emisja ta ulega zmniejszeniu. Stężenia szkodliwych substancji utrzymujące się nad miastami nie przekraczają z reguły dopuszczalnych norm i w większości przypadków następuje również ich ograniczenie.