

Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Warszawie

Mirosław Sałata
Emilia Trębińska

Aktualny stan jakości powietrza w Warszawie

Powiat warszawski obejmuje obszar m.st. Warszawy o powierzchni prawie 495 km², zamieszkałej przez ponad 1,6 mln ludzi. W jego skład wchodzi 11 gmin. Największa z nich Centrum ma około 918 tys. mieszkańców, najmniejsza Wilanów niecałe 12,5 tysiąca.

1. Uwarunkowania jakości powietrza w Warszawie

Powietrze atmosferyczne, ze względu na powszechność występowania i niezbędną obecność w procesach życiowych organizmów, jest jednym z elementów środowiska decydującym o jakości życia człowieka i jego otoczenia.

Nadmierne zanieczyszczenie powietrza, oprócz bezpośredniego szkodliwego oddziaływania na zdrowie ludności, powoduje także niekorzystne zmiany w jakości wód, gleby, szaty roślinnej oraz budowli. Konsekwencją nadmiernego zanieczyszczenia powietrza mogą być straty gospodarcze związane z obniżeniem jakości upraw i wielkości plonów, korozją instalacji przemysłowych, niszczeniem obiektów zabytkowych i elewacji budynków mieszkalnych oraz zmniejszaniem się powierzchni terenów zielonych. W aglomeracjach najbardziej istotne są jednak koszty związane z pogorszeniem zdrowia mieszkańców.

Stopień zanieczyszczenia powietrza wiąże się bezpośrednio z wielkością wprowadzanych do atmosfery strumieni poszczególnych rodzajów substancji. Na terenie aglomeracji warszawskiej decydujące znaczenie mają źródła emisji związane z działalnością i bytowaniem człowieka, takie jak spalanie paliw, komunikacja, gospodarka komunalna czy procesy technologiczne. Z poszczególnymi rodzajami źródeł wiąże się też sposób emisji. W uproszczeniu można przyjąć, że emisja punktowa to emisja emitowana ze źródeł energetycznych i technologicznych, emisja liniowa związana jest z komunikacją a emisja powierzchniowa wynika z działalności sektora komunalno-bytowego oraz niektórych obiektów przemysłowych (składowiska popiołów, hale przemysłowe, stacje paliw). Oczywiście na jakość powietrza w Warszawie ma pewne znaczenie emisja napływowa z terenów sąsiednich, jednak dla tego terenu decydujący jest wpływ emisji ze źródeł miejscowych. Dlatego też bardzo ważna jest skala stosowania technologii niskoemisyjnych, hermetyczności prowadzonych procesów oraz powszechność pracy urządzeń do redukcji zanieczyszczeń – instalacji oczyszczających i redukujących w energetyce i przemyśle oraz katalizatorów spalin w pojazdach.

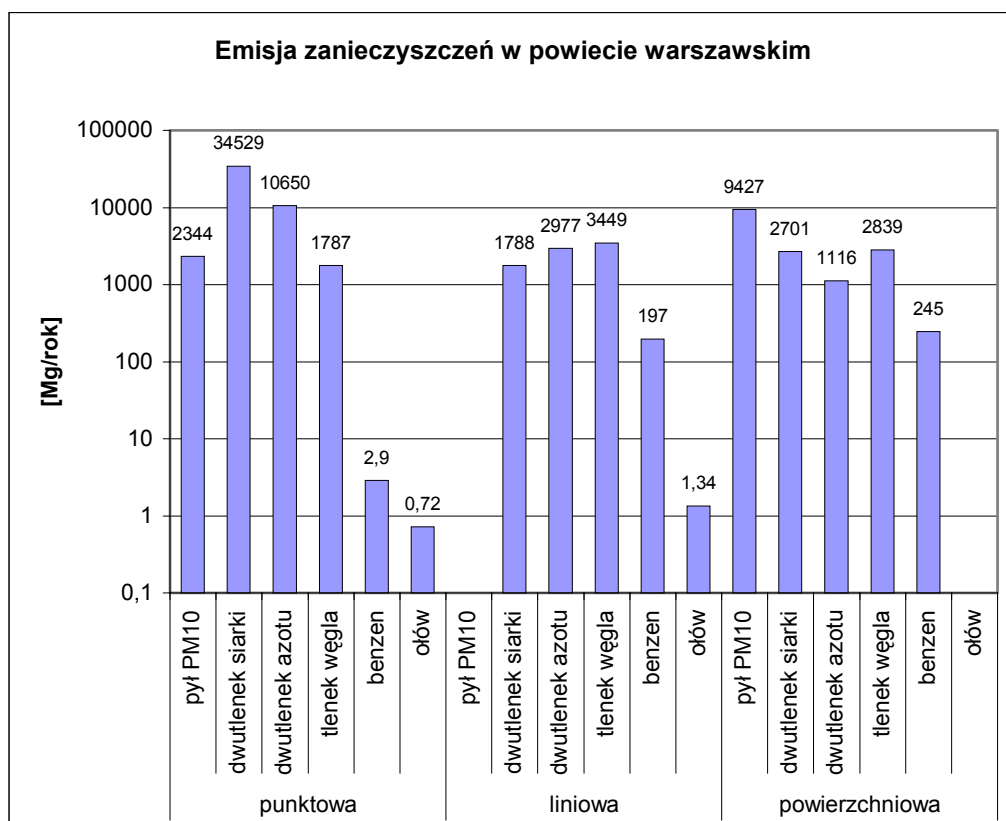
Na podstawie danych WIOŚ i GUS dokonano na potrzeby opracowania „Wstępna ocena jakości powietrza w województwie mazowieckim” zbilansowania emisji w wymienionych rodzajach emisji. Wielkości emisji w powiecie warszawskim i województwie mazowieckim ze względu na rodzaj emisji i poszczególne zanieczyszczenia podaje tabela nr 1. Wykres nr 1 ilustruje natomiast emisję zanieczyszczeń w powiecie warszawskim. Skala logarytmiczna wykresu podkreśla przynależność poszczególnych rodzajów emisji do przedziałów wielkości wprowadzanych zanieczyszczeń.

Podkreślić należy jednak, że oprócz wielkości emisji o jakości powietrza na danym obszarze decyduje sposób wprowadzania tych zanieczyszczeń. Emisja z niskich źródeł stanowiących źródła powierzchniowe oraz emisja z pojazdów reprezentujących emisję liniową może decydować o jakości powietrza w bezpośrednim ich otoczeniu.

Tabela nr 1
Emisja zanieczyszczeń z powiatu warszawskiego i województwa mazowieckiego
w 2000 roku .

Rodzaj emisji	Zanieczyszczenie	Emisja [Mg/rok]	
		Powiat warszawski	Województwo mazowieckie
punktowa	pył PM10	2344	12350
	dwutlenek siarki	34529	131891
	dwutlenek azotu	10650	41823
	tlenek węgla	1787	17976
	benzen	2,9	26,7
	ołów	0,72	1,74
liniowa	dwutlenek siarki	1788	9028
	dwutlenek azotu	2977	20939
	tlenek węgla	3449	13809
	benzen	197	1398
	ołów	1,34	7,30
powierzchniowa	pył PM10	9427	60190
	dwutlenek siarki	2701	17846
	dwutlenek azotu	1116	7353
	tlenek węgla	2839	18917
	benzen	245	335

Wykres nr 1
Emisja zanieczyszczeń w powiecie warszawskim



Z powyższej tabeli oraz wykresu wynika, że o bilansie emisji w powiecie warszawskim jak i w województwie decyduje emisja ze źródeł punktowych – głównie dużych źródeł energetycznych. Zauważa się jednak, że w zakresie pyłu zawieszzonego emisja ze źródeł powierzchniowych prawie 4-krotnie przewyższa emisję punktową. Także w przypadku tlenku węgla emisja ze źródeł liniowych jak i powierzchniowych jest wyższa odpowiednio o 93% i 59% od emisji ze źródeł punktowych. Emisja tlenków azotu z emisji liniowej stanowi natomiast 28% emisji punktowej. Konieczność uwzględnienia wszystkich rodzajów źródeł szczególnie jaskrawo uwidacznia się w przypadku emisji benzenu. Emisja ze źródeł punktowych nie przekracza bowiem nawet 1% emisji całkowitej. 44% emisji benzenu przyporządkowano emisji ze źródeł komunikacyjnych, pozostałą ilość stanowi emisja ze stacji benzynowych.

2. Organizacja monitoringu powietrza

Występowanie i znaczący udział na terenie Warszawy różnorodnych źródeł emisji zanieczyszczeń wraz ze zmiennymi wielkościami i parametrami emisji powoduje, że dla oceny jakości powietrza niezbędne jest prowadzenie bezpośrednich pomiarów stężeń wybranych zanieczyszczeń powietrza zwanych pomiarami imisji.

Monitoring powietrza w Warszawie realizowany jest za pomocą stacji pomiarowych traktowanych w zależności od trybu prowadzenia pomiarów jako stacje automatyczne lub stacje manualne. Wykaz i charakterystykę pracujących w 2000 roku stacji podaje tabela nr 2. Rozmieszczenie stacji obrazuje natomiast rys nr 1.

Tabela nr 2

Wykaz stacji pomiarowych w powiecie warszawskim w 2000 roku

L.p.	Wykonawca pomiarów	Lokalizacja stacji pomiarowej		Zakres pomiarowy	Rodzaj pomiarów
		Gmina	Ulica		
1	Instytut Ochrony Środowiska	Centrum stacja sieci podstawowej	ul. Krucza	SO ₂ , NO _x , ozon, pył PM ₁₀ , meteo	30-minutowe, automatyczne
2	Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska	Centrum, Stacja zanieczyszczeń komunikacyjnych	Al. Jerozolimskie	SO ₂ , NO ₂ , ozon, benzen, toluen, formaldehyd, meteo, tlenek węgla, pył PM ₁₀ , ołów, kadm,	30 minutowe automatyczne system OPSIS, analizator CO, SAMPLER pomiary dobowe
3	Elektrociepłownia „Żerań”	Białoleka stacja sieci podstawowej	ul. Antala/Porajów	SO ₂ , NO _x	30 minutowe, automatyczne
4	Elektrociepłownia „Siekierki”	Centrum stacja sieci podstawowej	ul. Przy Bernardyńskiej Wodzie	SO ₂ , NO _x pył PM ₁₀ pomiary WIOŚ	30-minutowe, automatyczne pomiary dobowe,
5	Ciepłownia „Wola”	Bemowo	ul. Lazurowa	SO ₂	30-minutowe automatyczne
6	Ciepłownia „Wola”	Bemowo, stacja sieci podstawowej	ul. Puszczy Solskiej	SO ₂ , NO _x pył PM ₁₀	30-minutowe, automatyczne pomiary dobowe
7	Huta „Lucchini-Warszawa”	Bielany	ul. Szegedyńska	SO ₂ , NO ₂	pomiary dobowe manualne
8	Huta „Lucchini-Warszawa”	Bielany	ul. Andersena	SO ₂ , NO ₂	pomiary dobowe manualne
9	Urząd Gminy Bielany	Bielany	ul. Tołstoja	SO ₂ , NO _x , meteo	30-minutowe automatyczne

cd. tabeli nr 2

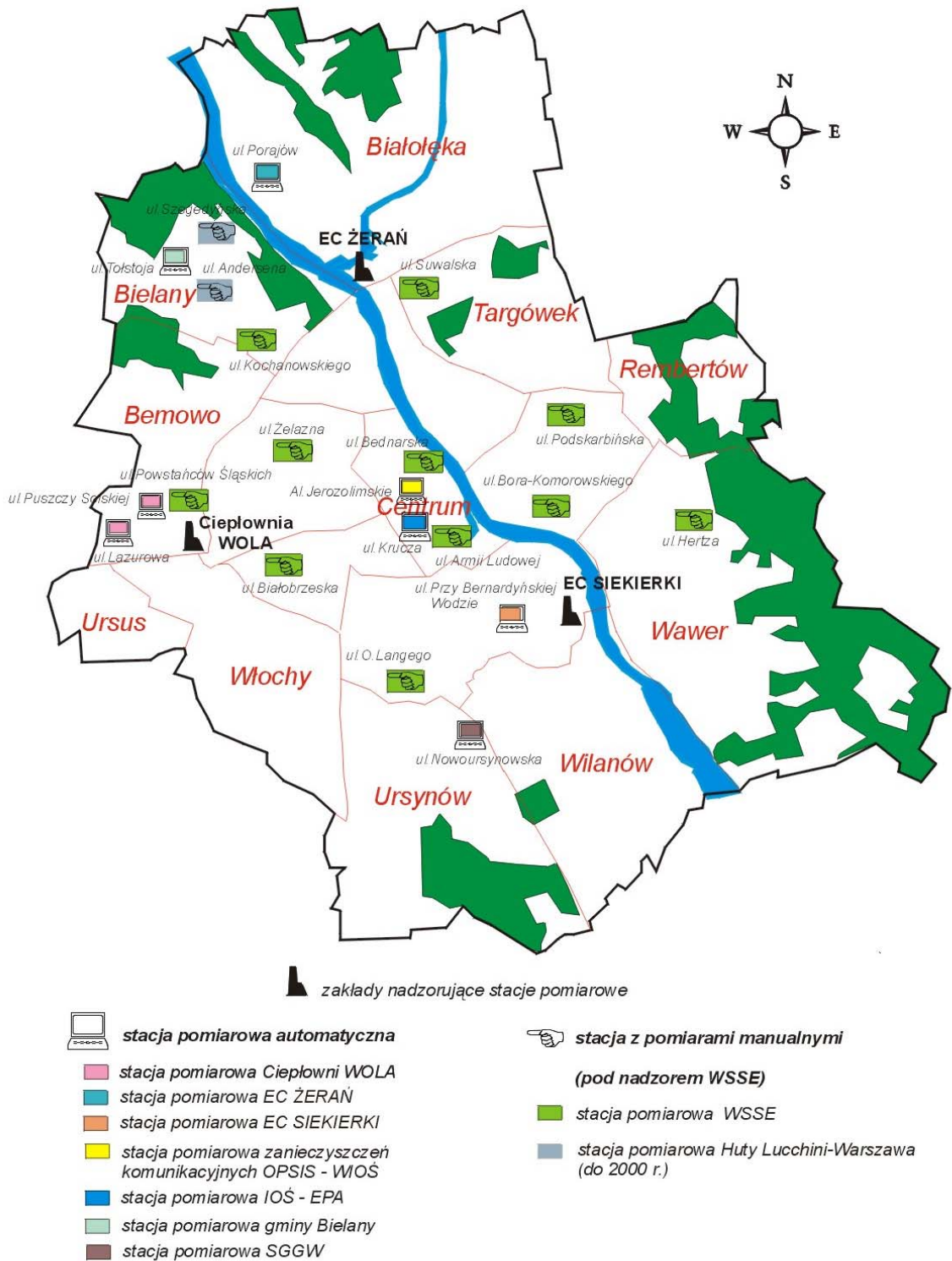
L.p.	Wykonawca pomiarów	Lokalizacja stacji pomiarowej		Zakres pomiarowy	Rodzaj pomiarów
		Gmina	Ulica		
10	SGGW	Ursynów	ul. Nowoursynowska	SO ₂ , planowane: NO _x , CO, PM ₁₀	30-minutowe, automatyczne
11	Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna	Targówek stacja sieci podstawowej	ul. Suwalska	SO ₂ , NO ₂ , pył BS, formaldehyd	pomiary dobowe, manualne
12	Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna	Centrum	ul. Oskara Langego	SO ₂ , NO ₂ , pył BS, formaldehyd	pomiary dobowe, manualne
13	Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna	Centrum stacja sieci podstawowej	ul. Bora Komorowskiego	SO ₂ , NO ₂ , pył BS, pył PM ₁₀ pomiary WIOŚ	pomiary dobowe, manualne pomiary dobowe
14	Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna	Centrum	ul. Białobrzeska	SO ₂ , NO ₂ , pył BS, formaldehyd	pomiary dobowe, manualne
15	Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna	Centrum	ul. Podskarbińska	SO ₂ , NO ₂ , pył BS, formaldehyd	pomiary dobowe, manualne
16	Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna	Centrum	ul. Bednarska (Stare Miasto)	SO ₂ , NO ₂ , pył BS, formaldehyd	pomiary dobowe, manualne
17	Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna	Centrum	ul. Żelazna	SO ₂ , NO ₂ , pył BS, formaldehyd	pomiary dobowe, manualne
18	Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna	Centrum	ul. Armii Ludowej	SO ₂ , NO ₂ , pył BS, formaldehyd	pomiary dobowe, manualne
19	Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna	Wawer	ul. Hertza	SO ₂ , NO ₂ , pył BS	pomiary dobowe, manualne
20	Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna	Bemowo	ul. Powstańców Śląskich	SO ₂ , NO ₂ , pył BS, formaldehyd	pomiary dobowe, manualne
21	Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna	Bielany	ul. Kochanowskiego	SO ₂ , NO ₂ , pył BS, formaldehyd	pomiary dobowe, manualne

Przedstawione stacje należą do kilku sieci pomiarowych. Do krajowej sieci należą stacje wyszczególnione w poz. 1, 3, 4, 6, 11, 13. Sieć lokalną tworzą stacje zakładów przemysłowych (poz. 5, 7, 8) oraz samorządu (poz. 9) i uczelni (poz. 10). Pozostałe stacje pracują w sieci regionalnej, wojewódzkiej.

Stacje pomiarowe wypełniają różne cele związane z monitoringiem powietrza. W ramach sieci krajowej oceniany jest poziom narażenia ludności na zanieczyszczenia powietrza oraz tendencja zmian jakości powietrza w wieloleciu. Sieć wojewódzka funkcjonuje w oparciu o programy uzgadniane z wojewodą i wynika z wypełniania statutowych zadań inspekcji ochrony środowiska oraz inspekcji sanitarnej. Celem jest diagnozowanie stanu zanieczyszczenia powietrza na poziomie województwa i wspomaganie działań na rzecz ochrony powietrza. Sieci lokalne tworzone przez zakłady przemysłowe na podstawie decyzji administracyjnych, mają za zadanie ocenę wpływu tych źródeł emisji na jakość powietrza w rejonie ich oddziaływania. Stacje uczelniane realizują dodatkowo swoje programy badawcze.

Nadzór merytoryczny nad stacjami sprawuje Mazowiecki Wojewódzki Inspektor Ochrony Środowiska. Dane stacji i wyniki pomiarów gromadzone są w bazie danych WIOŚ w Warszawie.

Stacje monitoringu powietrza w Warszawie w 2000 roku



Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska Warszawa 2001 r.

Rys. nr 1. Stacje monitoringu powietrza w Warszawie w 2000 roku

3. Stan zanieczyszczenia powietrza

3.1. Kryteria jakości powietrza

O stanie czystości powietrza decyduje zawartość w nim różnorodnych substancji, których koncentracja jest wyższa w stosunku do warunków naturalnych. Stężenie zanieczyszczeń w powietrzu (emisja) stanowi ilość danej substancji w stosunku do objętości powietrza.

Obowiązujące w 2000 r. stężenia dopuszczalne zanieczyszczeń wprowadzone zostały Rozporządzeniem Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 28 kwietnia 1998 r. w sprawie dopuszczalnych stężeń substancji zanieczyszczających w powietrzu. Obowiązuje zachowanie jednocześnie trzech dopuszczalnych wartości stężeń substancji zanieczyszczających w powietrzu (DS-y):

Da – dopuszczalne stężenie średnioroczne,

D₂₄ – dopuszczalne stężenie średniodobowe (24-godzinne),

D₃₀ – dopuszczalne stężenie chwilowe (30-minutowe),

przy czym ustalono je odrębnie dla różnych obszarów, w tym: objętych ochroną przyrodniczą (parki narodowe, leśne kompleksy promocyjne), uzdrowską (obszary ochrony uzdrowskiej) i zabytkową (obszary, na których znajdują się pomniki historii wpisane na „Listę dziedzictwa światowego”).

Wartości dopuszczalne zanieczyszczeń powietrza, monitorowanych w Warszawie podano w tabelach nr 3 i nr 4.

Tabela nr 3.

Dopuszczalne wartości stężeń zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego na obszarach nie objętych żadną formą ochrony szczególnej

Lp.	Substancja	Dopuszczalne wartości stężeń [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		
		D ₃₀	D ₂₄	Da
1	Dwutlenek siarki	500	150	40
2	Dwutlenek azotu	500	150	40
3	Tlenek węgla	20000	5000	2000*
4	Ozon	110**		
5	Toluen	100	50	10
6	Formaldehyd	50	20	4
7	Pył zaw. ogółem	350*	150	75
8	Pył zaw. PM10	280*	125	50
9	Benzen	20*	10	2,5
10	Ołów	5*	2	0,5
11	Kadm	0,52*	0,22	0,01

* - wielkości normowane do celów obliczeniowych

** - jako średnia z 8 godzin (10 do 18)

Tabela nr 4

Dopuszczalne wartości stężeń zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego na obszarach, na których znajdują się pomniki historii wpisane na „Listę dziedzictwa światowego”

Lp.	Substancja	Dopuszczalne wartości stężeń [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		
		D ₃₀	D ₂₄	Da
1	Dwutlenek siarki			35 30 od 2005

Podane wyżej dopuszczalne wartości stężeń są dotrzymane, jeżeli:

- dopuszczalna wartość stężenia substancji zanieczyszczającej odniesiona do 30 minut nie jest przekraczana przez 99,8 percentyl obliczony ze stężeń tej substancji odniesionych do 30 minut, występujących w roku kalendarzowym;
- dopuszczalna wartość stężenia substancji zanieczyszczającej odniesiona do 24 godzin nie jest przekraczana przez 98 percentyl obliczony ze stężeń tej substancji odniesionych do 24 godzin, występujących w roku kalendarzowym.

3.2. Ocena stanu jakości powietrza

Ocena jakości powietrza dokonana została na podstawie poziomów stężeń średniorocznych mierzonych zanieczyszczeń określonych z serii wyników, które zostały poddane procesowi weryfikacji pod kątem kompletności serii pomiarowych w celu odrzucenia serii nie spełniających odpowiednich wymagań. Ze względu na operowanie głównie stężeniami średniodobowymi posługiwano się też wartością 98-percentyla $S_{98(24)}$.

Dwutlenek siarki

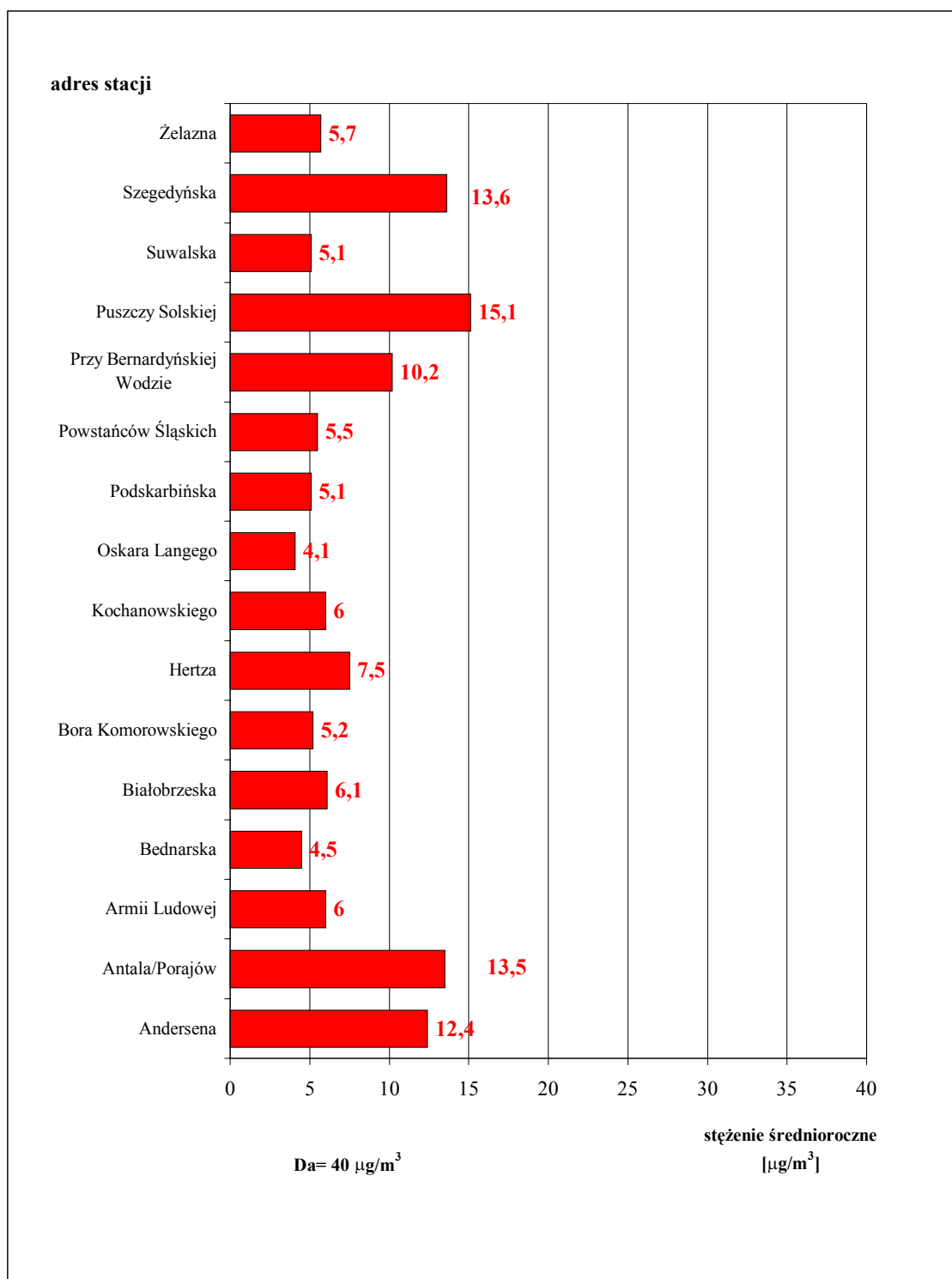
Zestawienie wyników pomiarów imisji dwutlenku siarki zawiera tabela nr 5 a obrazuje wykres nr 2.

Tabela nr 5

Wyniki pomiarów stężeń SO_2 na stacjach pomiarowych w 2000 r.

Lp.	Stacja pomiarowa ulica	Gmina	Stężenie średnioroczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Stęż. max $S_{m(24)}$ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	98percentyl $S_{98(24)}$ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
1.	Andersena	Bielany	12,4	45	35,1
2.	Antala/Porajów	Białoleka	13,5	89	55,1
3.	Armii Ludowej	Centrum	6,0	83	43,2
4.	Bednarska	Centrum	4,5	51	29,9
5.	Białobrzaska	Centrum	6,1	56	59,8
6.	Bora-Komorowskiego	Centrum	5,2	48	46,6
7.	Hertza	Wawer	7,5	57	58,4
8.	Kochanowskiego	Bielany	6,0	44	41,9
9.	Oskara Langego	Centrum	4,1	30	24,3
10.	Podskarbińska	Centrum	5,1	49	56,9
11.	Powstańców Śląskich	Bemowo	5,5	72	36,5
12.	Przy Bernardyńskiej Wodzie	Centrum	10,2	68	33,2
13.	Puszczy Solskiej	Bemowo	15,1	177	82,3
14.	Suwalska	Targówek	5,1	44	39,8
15.	Szegedyńska	Bielany	13,6	47	38,0
16.	Żelazna	Centrum	5,7	39	38,7

Wykres nr 2
Średnioroczne stężenia SO₂ na terenie Warszawy w 2000 roku

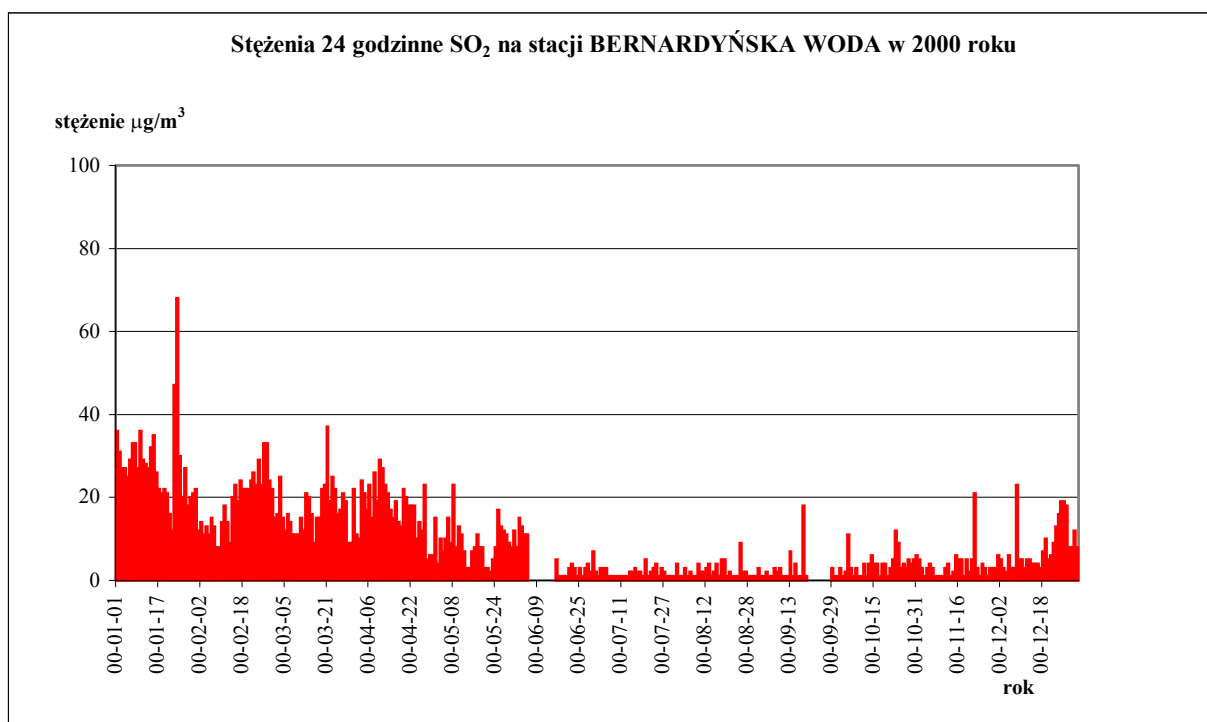


Zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem siarki w Warszawie nie przekracza dopuszczalnych stężeń. Wartości stężeń średniorocznych mieszczą się w granicach norm dopuszczalnych - 10% Da do 38% Da. Wartość natomiast 98percentyla stanowi od 16% do 55% D₂₄. Najwyższe wartości SO₂ zanotowano na stacjach: Puszczy Solskiej, Antala/Porajów, Andersena, Szegedyńska a więc w północnych rejonach miasta.

Dwutlenek siarki jest zanieczyszczeniem, które charakteryzuje się sezonową zmiennością związaną z sezonem grzewczym – stężenia w okresie zimowym sięgają 20 µg/m³. Przykładowy przebieg stężeń SO₂ w ciągu roku podano niżej na wykresie nr 3.

Wykres nr 3

Przebieg stężeń dwutlenku siarki na wybranej stacji pomiarowej w 2000 roku



Dwutlenek azotu

Zestawienie wyników pomiarów imisji dwutlenku azotu zawiera tabela nr 6 a obrazuje wykres nr 4.

Tabela nr 6

Wyniki pomiarów stężeń NO₂ na stacjach pomiarowych w 2000 r.

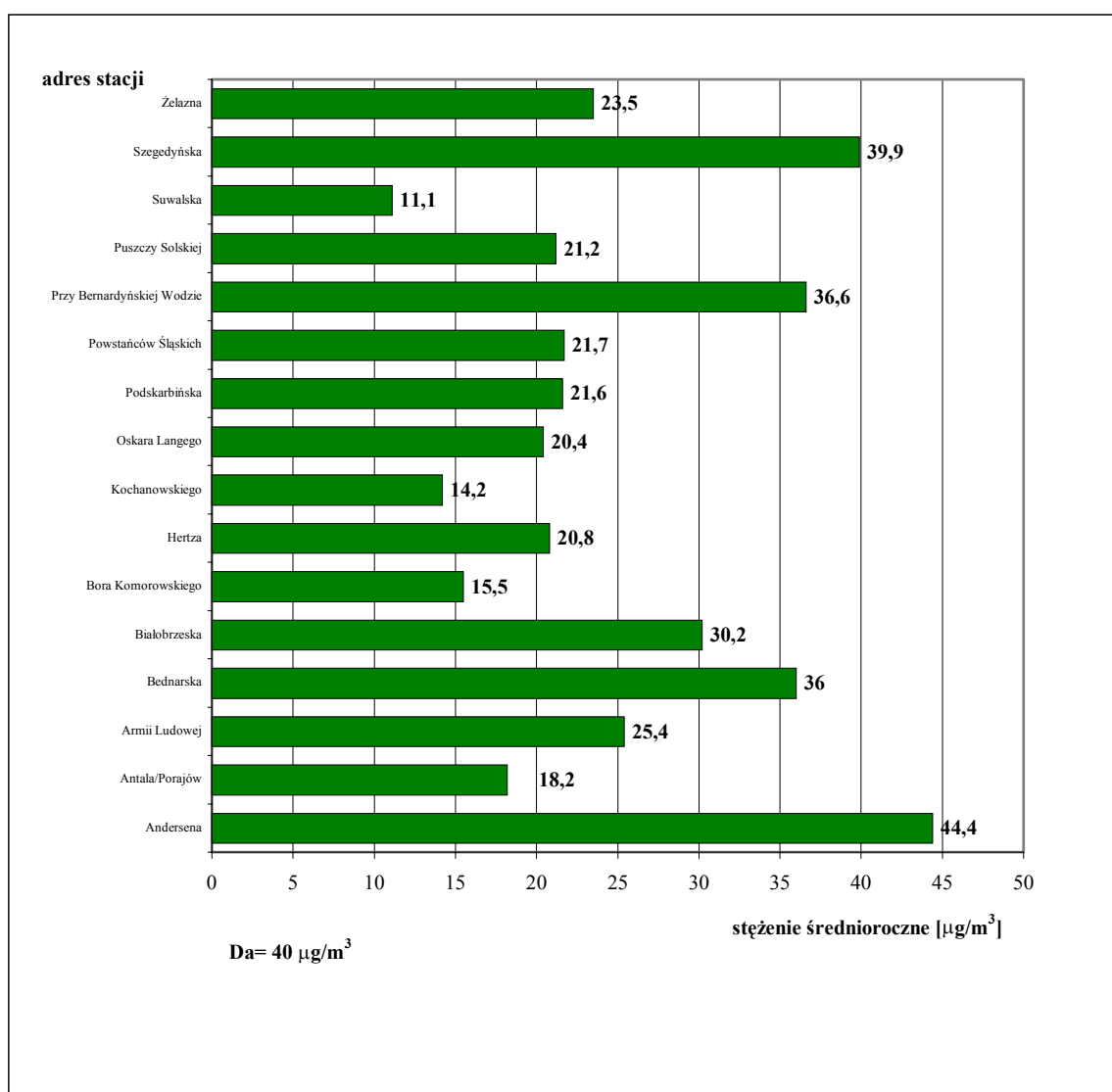
Lp.	Stacja pomiarowa ulica	Gmina	Stężenie średnioroczne [µg/m ³]	Stęż. max Sm(24) [µg/m ³]	98percentyl S ₉₈₍₂₄₎ [µg/m ³]
1.	Andersena	Bielany	44,4	100	87,1
2.	Antala/Porajów	Białołęka	18,2	53	37,0
3.	Armii Ludowej	Centrum	25,4	58	55,4
4.	Bednarska	Centrum	36,0	83	86,8
5.	Białobrzeska	Centrum	30,2	108	74,2
6.	Bora-Komorowskiego	Centrum	15,5	49	41,5
7.	Hertza	Wawer	20,8	57	49,3
8.	Kochanowskiego	Bielany	14,2	57	43,2
9.	Oskara Langego	Centrum	20,4	57	39,6

cd. tabeli nr 6

Lp.	Stacja pomiarowa ulica	Gmina	Stężenie średnioroczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Stęż. max Sm(24) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	98percentyl S ₉₈₍₂₄₎ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
10.	Podskarbińska	Centrum	21,6	46	43,1
11.	Powstańców Śląskich	Bemowo	21,7	56	52,2
12.	Przy Bernardyńskiej Wodzie	Centrum	36,6	243	118
13.	Puszczy Solskiej	Bemowo	21,2	58	45,2
14.	Suwalska	Targówek	11,1	47	38,6
15.	Szegedyńska	Bielany	39,9	102	76,1
16.	Żelazna	Centrum	23,5	60	48,4

Wykres nr 4

Średnioroczne stężenia NO₂ na terenie Warszawy w 2000 roku

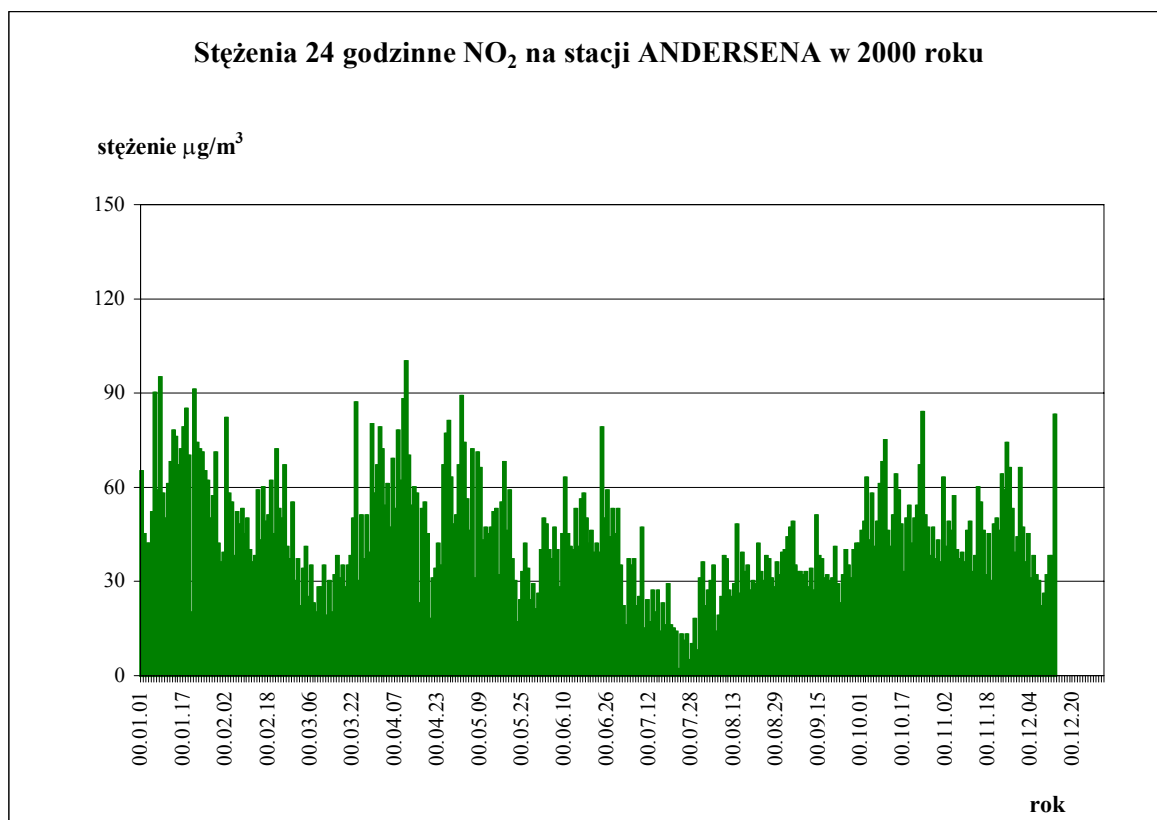


Zakres stężeń średniorocznych dla **dwutlenku azotu** w powiecie warszawskim był stosunkowo szeroki i wynosił od 28% do 111% Da. Przekroczenie dopuszczalnej normy Da zanotowano na stacji przy ul. Andersena. Wartość stężenia średniorocznego została praktycznie osiągnięta na stacji przy ul. Szegedyńskiej. Na kilku stacjach zanotowano też wartości Sa przekraczające 75% Da - Przy Bernardyńskiej Wodzie, Białobrzieszka, Bednarska. Stężenia średniodobowe charakteryzowane 98percentylem nie zostały przekroczone i zawierały się w przedziale 26-79% D₂₄.

Głównym czynnikiem determinującym poziom stężeń NO₂ w Warszawie jest komunikacja. Wartości stężeń w ciągu dnia związane są z natężeniem ruchu samochodowego na drogach. Przykładowy przebieg stężeń NO₂ w ciągu roku podano niżej na wykresie nr 5. Widać na nim zależność stężeń m.in. od natężenia ruchu – mniejsze wartości w soboty i niedziele oraz zauważalny spadek stężeń w okresie wakacyjnym.

Wykres nr 5

Przebieg stężeń dwutlenku azotu na wybranej stacji pomiarowej w 2000 roku



Pył zawieszony

Oprócz SO₂ i NO₂ podstawowym parametrem charakteryzującym stan czystości powietrza jest **pył zawieszony**. Na terenie powiatu warszawskiego prowadzone są pomiary pyłu zawieszonego PM10 (metoda wagowa) oraz pomiary pyłu zawieszonego ogółem (metoda reflektometryczna) określanego jako pył BS.

Parametry stężeń pyłu zawieszonego przedstawiają tabele nr 7 i nr 8 a ilustrują wykresy nr 6 i nr 7.

Tabela nr 7

Wyniki pomiarów stężeń pyłu PM10 na stacjach pomiarowych w 2000 r.

Lp.	Stacja pomiarowa ulica	Gmina	Stężenie średnioroczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Stęż. max Sm(24) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	98percentyl S ₉₈₍₂₄₎ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
1	Al. Jerozolimskie	Centrum	96,0	247	186,0
2	Przy Bernardyńskiej Wodzie	Centrum	27,3	108	61,6
3	Krucza	Centrum	38,0	121	79,0
4	Bora Komorowskiego	Centrum	28,6	94	75,7

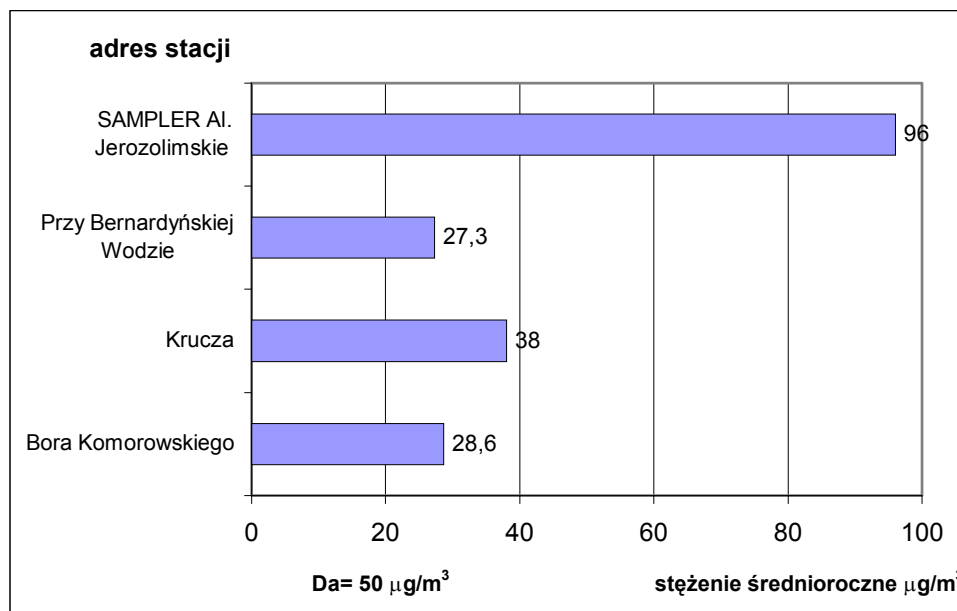
Tabela nr 8

Wyniki pomiarów stężeń pyłu BS na stacjach pomiarowych w 2000 r.

Lp.	Stacja pomiarowa ulica	Gmina	Stężenie średnioroczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Stęż. max Sm(24) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	98percentyl S ₉₈₍₂₄₎ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
1.	Armii Ludowej	Centrum	31,7	174	111,4
2.	Bednarska	Centrum	27,7	141	94,9
3.	Białobrzaska	Centrum	29,9	117	104,6
4.	Bora Komorowskiego	Centrum	22,0	120	95,0
5.	Hertza	Wawer	27,3	178	116,8
6.	Kochanowskiego	Bielany	22,6	128	93,2
7.	Oskara Langego	Centrum	20,6	100	91,8
8.	Podskarbińska	Centrum	31,8	148	116,3
9.	Powstańców Śląskich	Bemowo	32,0	171	119,5
10.	Suwalska	Targówek	25,8	149	102,4
11.	Żelazna	Centrum	26,7	102	91,2

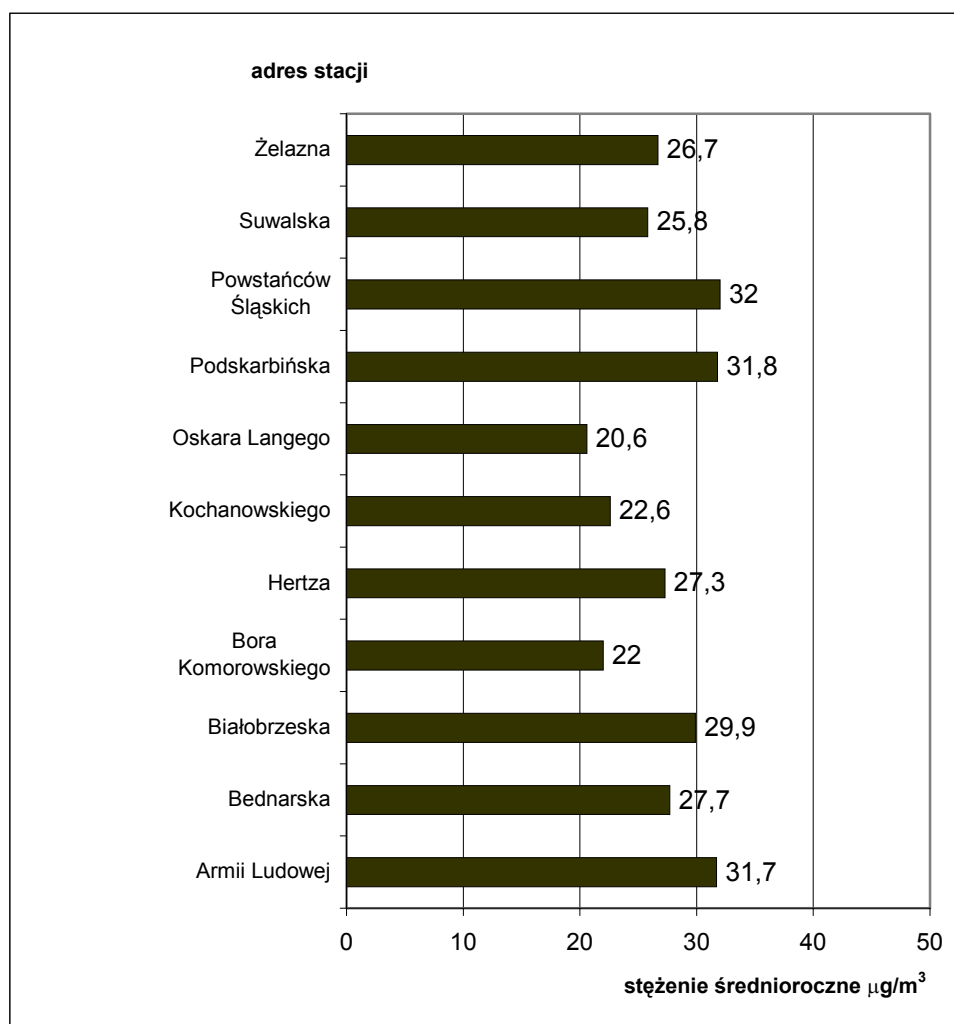
Wykres nr 6

Średnioroczne stężenia pyłu PM10 na terenie Warszawy w 2000 roku



Wykres nr 7

Średnioroczne stężenia pyłu BS na terenie Warszawy w 2000 roku



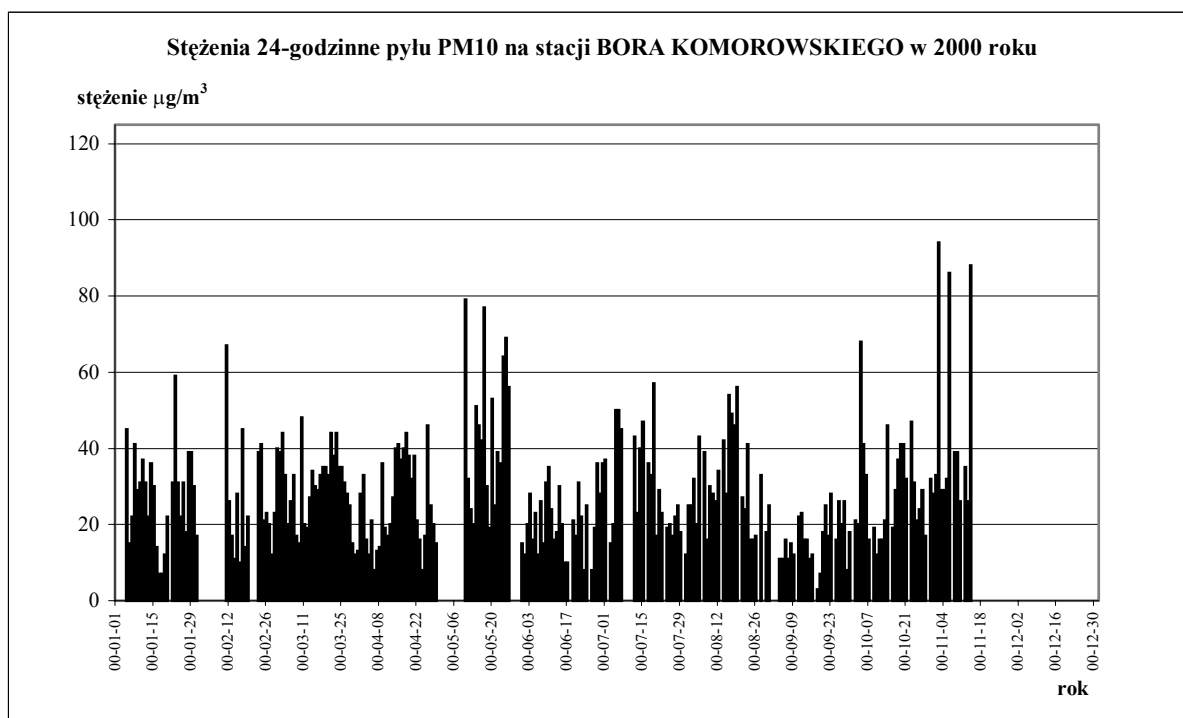
Najwyższe stężenia pyłu zawieszonego PM10 zanotowano w 2000 roku na stacji zanieczyszczeń komunikacyjnych, gdzie stężenie średnioroczne przekroczyło normę dopuszczalną (192% Da). Na pozostałych stacjach wartości stężeń średniorocznych PM10 stanowiły od 55% do 76% rocznej normy. Stężenia średniodobowe charakteryzowane 98percentylem zawierały się w przedziale 49-79% D_{24} , jedynie na stacji przy al. Jerozolimskich wartość $S_{98(24)}$ stanowiła 186% D_{24} .

Najwyższe wartości stężeń na terenie Warszawy, od kilku lat notowane są na stacji OPSIS-SAMPLER, gdzie na wartości stężeń pyłu zawieszonego ma wpływ duży ruch komunikacyjny.

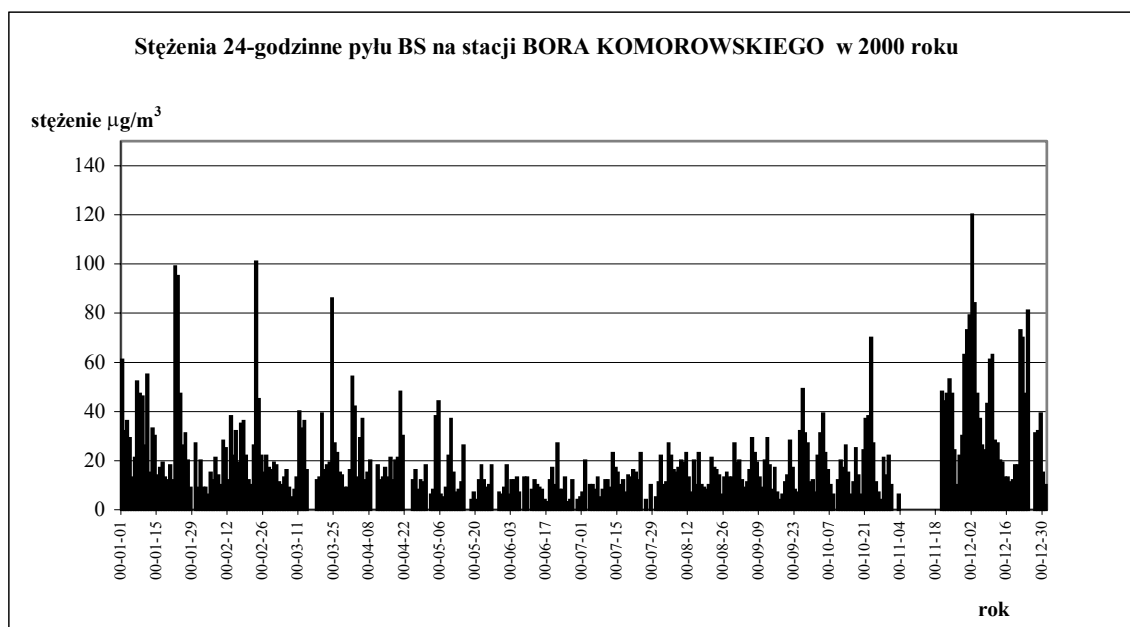
Wartości stężeń pyłu BS mieszczą się w przedziałach stężeń od $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Zwracają jednak uwagę dość wysokie wartości maksymalne pyłu notowane w okresie grzewczym – na wszystkich stanowiskach ujętych w tabeli nr 8 stężenia $S_{m(24)}$ przekraczają wartość $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Wykresy nr 8 i nr 9 ilustrują przebieg stężeń pyłu PM10 i BS w ciągu roku. Różnice w przebiegu stężeń wynikają ze stosowanych metod pomiarowych.

Wykres nr 8
Przebieg stężeń pyłu PM10 na wybranej stacji pomiarowej w 2000 roku



Wykres nr 9
Przebieg stężeń pyłu BS na wybranej stacji pomiarowej w 2000 roku



Pozostałe zanieczyszczenia

Wartości stężeń **ołowiu** notowane na podanych w tabeli nr 9 stacjach pomiarowych są bardzo niskie i już od kilku lat zaznacza się wyraźna tendencja spadkowa stężeń tego groźnego zanieczyszczenia. Wartości stężeń stanowią około 7 % Da.

Tabela nr 9

Wyniki pomiarów stężeń ołowiu na stacjach pomiarowych w 2000 r.

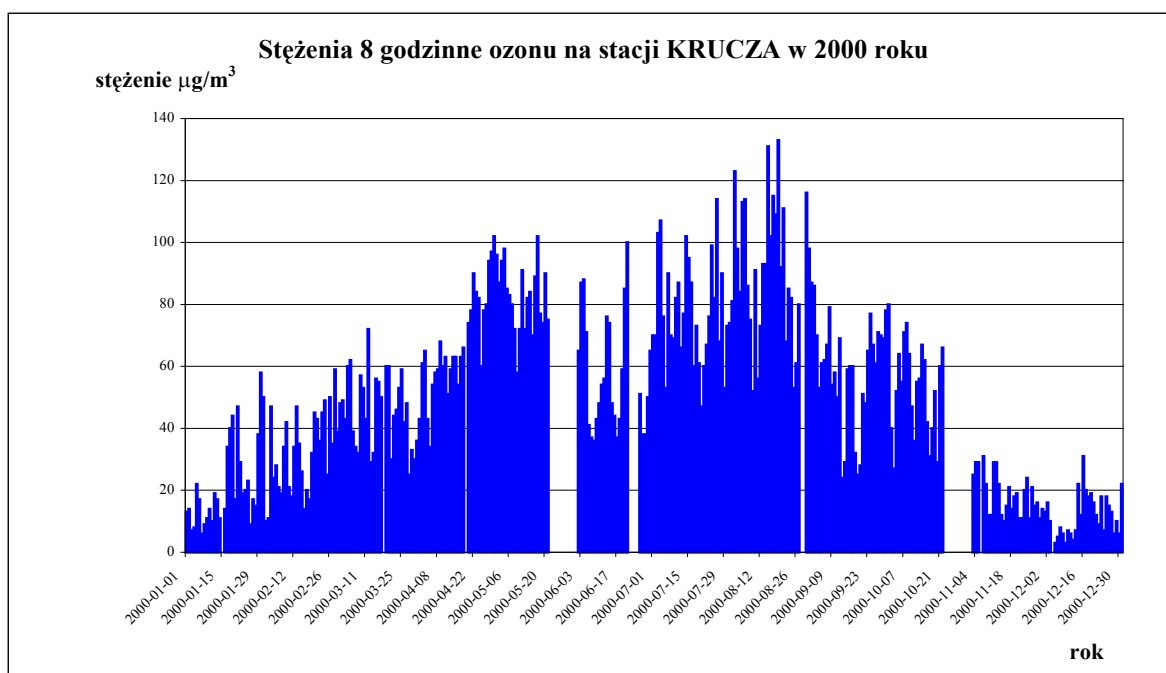
Stacja	Stężenie średnioroczne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% Da	Stężenie max 24-h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Al. Jerozolimskie	0,033	6,6	0,058
Przy Bernardyńskiej Wodzie	0,0097	1,9	0,048
Bora Komorowskiego	0,011	2,1	0,050

Ważnym parametrem charakteryzującym zanieczyszczenie powietrza w przyziemnej warstwie atmosfery (troposferze) jest **ozon**. Powstaje w wyniku skomplikowanych reakcji fotochemicznych. Tworzeniu się ozonu w warstwie przyziemnej atmosfery sprzyja wysoka temperatura powietrza i duże natężenie promieniowania słonecznego. W odróżnieniu od ozonu stratosferycznego, który pełni rolę filtra chroniącego powierzchnię ziemi przed szkodliwym promieniowaniem ultrafioletowym, ozon troposferyczny ze względu na silne cechy utleniające oddziałuje ujemnie na rośliny, zwierzęta i ludzi. Ozon jest zanieczyszczeniem wtórnym, powstającym przy sprzyjających warunkach w wyniku reakcji fotochemicznych przy udziale innych zanieczyszczeń w atmosferze. Zauważalna jest zależność pomiędzy stężeniami ozonu i NO_x nie tylko w cyklu dobowym, ale i tygodniowym.

Ozon na terenie powiatu warszawskiego mierzony jest na stacji Krucza (IOŚ) oraz na stacji OPSIS w Alejach Jerozolimskich. Na stacji OPSIS nie notowano przekraczania norm dopuszczalnych dla ozonu, natomiast na stacji przy ulicy Kruczej w 2000 roku zanotowano 9 razy stężenia ośmiogodzinne przewyższające wartość dopuszczalną $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Wykres nr 10 obrazuje poziom i przebieg stężeń 8-godzinnych ozonu na stacji Krucza..

Wykres nr 10

Przebieg stężeń ozonu na wybranej stacji pomiarowej w 2000 roku



W powiecie warszawskim monitorowane są również zanieczyszczenia specyficzne: **tlenek węgla, toluen i formaldehyd.**

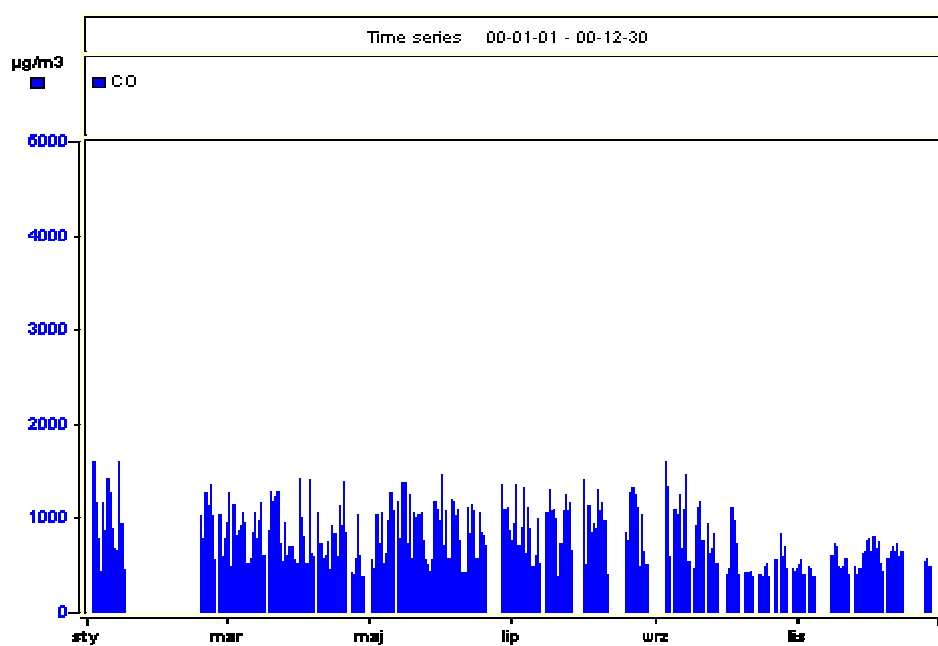
Badania **tlenku węgla** prowadzone na stacjach mieszczą się w granicach norm dopuszczalnych i nie przekraczają 45% D_{a} , 11% D_{24} oraz 35% D_{30} . Tlenek węgla jest jednym z typowych wskaźników zanieczyszczenia powietrza przez samochody. Stężenia CO związane są z emisją komunikacyjną i natężeniem ruchu pojazdów samochodowych. Parametry stężeń tlenku węgla podaje tabela nr 10, a przebieg stężeń tego zanieczyszczenia na stacji komunikacyjnej przedstawiają wykresy nr 11 i nr 12.

Tabela nr 10

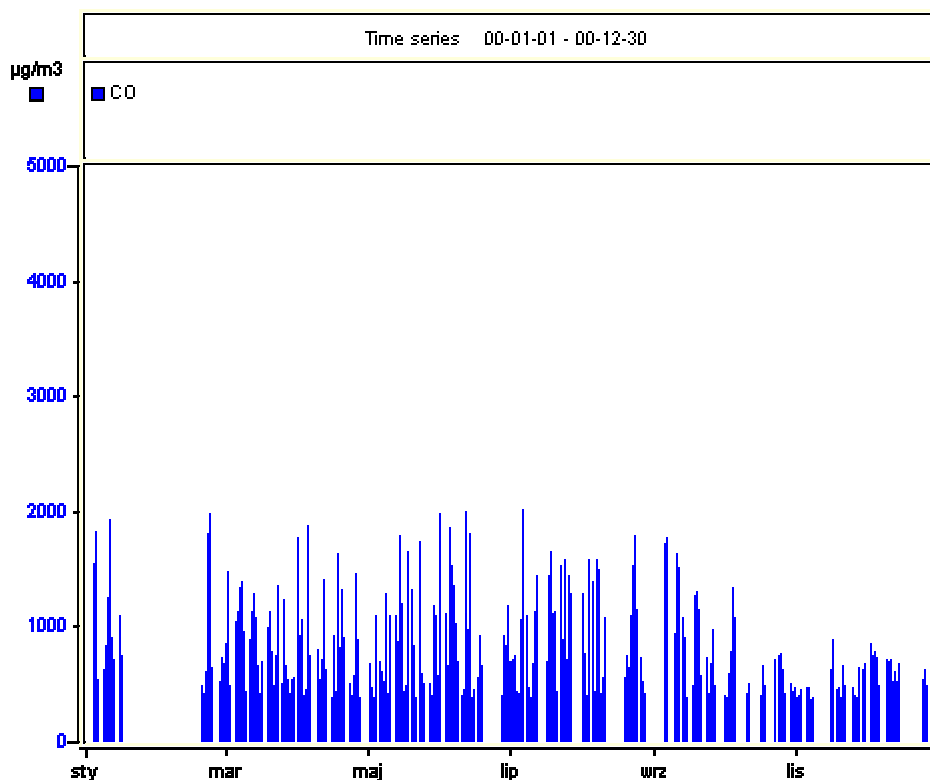
Wyniki pomiarów stężeń tlenku węgla na stacjach pomiarowych w 2000 r.

Lp.	Stacja pomiarowa ulica	Gmina	Stężenie średnioroczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Stęż. max $S_{m(24)}$ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	98percentyl $S_{98(24)}$ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
1	Al. Jerozolimskie	Centrum	861	1605	1430
2	Krucza	Centrum	576	1750	1250

Wykres nr 11
Średniodobowe stężenia tlenku węgla na stacji OPSIS w 2000 roku



Wykres nr 12
30-minutowe stężenia tlenku węgla na stacji OPSIS w 2000 roku



Koncentracje **toluenu i formaldehydu** mierzone są na stacji OPSIS, WSSE prowadzi natomiast pomiary stężeń formaldehydu na 9 stacjach pomiarowych.

W przypadku toluenu nie notuje się przekroczeń norm dopuszczalnych, natomiast wyższe wyniki zanotowano w przypadku formaldehydu. Prowadzone pomiary wykazały przekroczenia normy średniorocznej na wszystkich stanowiskach w zakresie od 37% do 80%.

Tabela nr 11

Wyniki pomiarów stężeń formaldehydu na stacjach pomiarowych w 2000 r.

Lp.	Stacja	Stężenie średnioroczne $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Stęż. max Sm(24) $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$
1	ul. Oskara Langego	5,5	32
2	ul. Białobrzaska	6,1	26
3	ul. Podskarbińska	5,7	19
4	ul. Suwalska	5,3	21
5	ul. Bednarska	6,5	26
6	ul. Armii Ludowej	6,7	27
7	ul. Powstańców Śląskich	5,5	19
8	ul. Żelazna	7,2	39
9	ul. Kochanowskiego	6,3	41

Na stacji OPSIS prowadzone są też pomiary stężeń benzenu. Uzyskiwane wyniki są wysokie i przekraczają dopuszczalne wartości. Ze względu jednak na specyfikę metody pomiarowej wyniki muszą zostać potwierdzone przez inne źródła.

4. Podsumowanie

Na podstawie prowadzonych w ramach monitoringu powietrza badań można stwierdzić, że na terenie aglomeracji warszawskiej w dalszym ciągu jakość powietrza nie jest zadowalająca. Pozytywnym zjawiskiem jest obserwowana od kilku lat tendencja zmniejszania się poziomów zanieczyszczeń, szczególnie dwutlenku siarki, tlenku węgla i ołowiu, jednak w dalszym ciągu notuje się przekroczenia dopuszczalnych norm takich zanieczyszczeń jak dwutlenek azotu, pył zawieszony oraz ozon. Odrębnym i coraz bardziej narastającym problemem wymagającym dobrego rozpoznania, tak w zakresie uzyskiwanych stężeń jak i ich przyczyn, są stężenia związków organicznych – formaldehyd, benzen.

Należy też zauważyć, że obecna organizacja monitoringu powietrza, szczególnie w zakresie zbierania i przetwarzania danych oraz ich raportowania, nie jest wystarczająca do wypełniania zadań stawianych organom administracji w nowym prawie ochrony środowiska. Dlatego też Inspekcja Ochrony Środowiska w ramach programu PHARE2000 prowadzi prace nad modernizacją i rozwinięciem systemu monitoringu powietrza prowadzącym w konsekwencji do uruchomienia w województwie mazowieckim kompleksowego systemu bieżącej oceny jakości powietrza.

Modernizacja systemu monitoringu powietrza nie spowoduje oczywiście zlikwidowania przekroczeń norm zanieczyszczeń. Poprawa w tym zakresie musi się wiązać przede wszystkim z rozwiązaniem w aglomeracji warszawskiej problemu komunikacji. Dynamicznie rozwijająca się komunikacja, ciągle wzrastająca liczba samochodów powoduje, że w godzinach szczytów wartości stężeń zanieczyszczeń są kilkakrotnie wyższe niż w dni świąteczne lub poza godzinami szczytowymi. Wzrost liczby samochodów powinien wymuszać budowę nowych bezkolizyjnych tras komunikacyjnych, obwodnic, tworzenie „zielonych fal” itp., które zwiększyłyby płynność ruchu. Aby poprawić sytuację należałoby przede wszystkim dokończyć budowę metra, a jednocześnie zainwestować w transport publiczny i ograniczyć ilość starych samochodów bez katalizatorów. Przesłanie transportu

publicznego na gaz płynny lub gaz ziemny poprawiłby stan powietrza atmosferycznego. Zmiana tradycyjnych paliw powinna objąć cały transport miejski. Niektóre z podanych tu propozycji wymagają uregulowania na poziomie kraju, inne jedynie decyzji władz samorządowych lub wojewódzkich.