

Tabela 14. Wykaz punktów pomiarowych benzenu metodą pasywną

Nr punktu, miasto, ulica	Charakterystyka punktu pomiarowego
1. Częstochowa ul. Armii Krajowej	Punkt pomiarowy ukierunkowany na monitoring zanieczyszczeń komunikacyjnych, zlokalizowany w sąsiedztwie ciągu komunikacyjnego o dużym natężeniu ruchu
2. Dąbrowa Górnicza ul. Cieplaka	Punkt pomiarowy zlokalizowany w centralnej części miasta, oddalony ok. 200 m od głównych ciągów drogowych, w obszarze niskiej zabudowy mieszkaniowej, tło miejskie
3. Czechowice Dziedzice ul. Lompy	Punkt zlokalizowany w obrębie niskiej zabudowy mieszkaniowej, w odległości ok. 1 km od terenów przemysłowych i 400 m od drogi Bielsko Biała Katowice, tło miejskie
4. Wodzisław Śląski ul. Gałczyńskiego, teren ZSZ	Punkt położony w sąsiedztwie dzielnic mieszkaniowych, w znacznej odległości od głównych ciągów komunikacyjnych, charakteryzuje tło miejskie
5. Katowice Załęże ul. Kossutha, teren IETU	Punkt położony w sąsiedztwie stacji monitoringu włączonej do sieci krajowej, rejon dużej dzielnicy mieszkaniowej i strefy usługowo-handlowej, tło miejskie
6. Zabrze, ul. Skłodowskiej-Curie teren IPIŚ PAN	Punkt zlokalizowany w centrum obszaru o dużej gęstości zaludnienia w odległości 100 - 200 m od ciągów ulicznych, charakteryzuje tło miejskie
7. Ruda Śląska, ul. 1 Maja	Punkt zlokalizowany w centralnej części Rudy Śląskiej w sąsiedztwie wysokich budynków mieszkalnych i centrum handlowo-usługowego, dzielnica Wirek
8. Bytom, ul. Rostka	Punkt położony w centrum miasta w rejonie starej zabudowy, sąsiadujący z głównym ciągiem komunikacyjnym w kierunku Katowic
9. Chorzów, ul. Farna	Punkt zlokalizowany w pobliżu szkoły przy jezdni, tereny starej zabudowy mieszkaniowej w rejonie zakładów chemicznych
10. Bielsko Biała, ul. 3 Maja	Punkt zlokalizowany w centrum miasta, w rejonie głównego ciągu komunikacyjnego, charakterystyczny dla badań zanieczyszczeń komunikacyjnych
11. Częstochowa, ul. Baczyńskiego	Punkt położony na terenie stacji pomiarowej WIOŚ, w obrębie dużego skupiska budynków wielorodzinnych, w peryferyjnej dzielnicy miasta
12. Sosnowiec, ul. Narutowicza	Punkt położony na terenie stacji pomiarowej Regionalnego Systemu Monitoringu Zanieczyszczeń Powietrza, stacjakomunikacyjna
13. Tychy, ul. Grota Roweckiego	Punkt zlokalizowany przy biurcu Urzędu Skarbowego, w centrum miasta w pobliżu skrzyżowania drogowego, w rejonie zabudowy mieszkaniowej i usługowej
14. Gliwice, ul. Konstytucji	Punkt zlokalizowany na skwerze za Urzędem Miasta, w centrum miasta, w rejonie zabudowy mieszkaniowej i usługowej, w odległości ok. 20 m od ruchliwej ulicy o dużym obciążeniu ruchem tranzytowym
15. Czerwionka Leszczyny, ul. Parkowa	Punkt sąsiadujący z parkingiem Urzędu Miejskiego, rejon zabudowy mieszkaniowej i usługowej, tło miejskie.
16. Rybnik, ul. Przemysłowa	Punkt reprezentatywny dla przemysłowej części miasta, bezpośrednie sąsiedztwo starej zabudowy wielorodzinnej opalanej paleniskami indywidualnymi
17. Racibórz, ul. Poczтова	Punkt zlokalizowany w sąsiedztwie dworca PKS, tło miejskie
18. Jastrzębie Zdrój, ul. Piłsudskiego	Punkt zlokalizowany za Urzędem Miejskim, w sąsiedztwie punktu WSSE, w rejonie dzielnicy z zabudową wielorodzinną, o największej gęstości zaludnienia
19. Cieszyn, ul. Mickiewicza	Punkt położony na terenie Domu Spokojnej Starości, tło miejskie, punkt reprezentatywny do oceny napływu zanieczyszczeń z terenu Czech

od $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dopuszczalne stężenie średnioroczne D_a) występowały we wszystkich punktach pomiarowych za wyjątkiem stanowiska w Katowicach - Załężu. W żadnym punkcie pomiarowym nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnego stężenia średniorocznego wraz ze 100% marginesem tolerancji $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($D_a + \text{MT}$). Tak określona wartość stężenia dopuszczalnego powiększonego o margines tolerancji, stanowi podstawę oceny jakości powietrza prowadzonej w ramach ocen bieżących do roku 2005.

Największy zakres zmienności stężeń stwierdzono w punkcie pomiarowym w Zabrze, od $2,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $18,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, przy czym zdecydowanie wyższe stężenia odnotowano w chłodnej porze roku.

Podwyższone stężenia benzenu w stosunku do wartości obserwowanych w pozostałych punktach pomiarowych występowały również w Częstochowie (Armii Krajowej) i są związane z oddziaływaniem emisji komunikacyjnej - punkt zlokalizowany jest w sąsiedztwie skrzyżowania o dużym natężeniu ruchu.

Analiza wyników pozwala wydzielić lokalizacje o poziomie emisji średniorocznej poniżej dopuszczalnego stężenia średniorocznego, takie jak: Częstochowa (Baczyńskiego) - $4,38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (peryferyjna dzielnica mieszkaniowa), Jastrzębie Zdrój - $4,20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, czy Cieszyn - $4,50 \mu\text{g}/\text{m}^3$; oraz obszary o podwyższonym poziomie emisji, w których średnie stężenie benzenu przekraczało normę roczną $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ o mniej niż 20%: Ruda Śląska - $5,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Sosnowiec - $5,87 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Czerwionka Leszczyny - $5,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i Racibórz - $5,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Wśród miast, w których badania rozpoczęto w drugiej połowie 2002 roku, wysokie stężenia benzenu wystąpiły w Bielsku Białej, Bytomiu i Tychach.

Najwyższe wartości średniego stężenia benzenu odnotowano w Bielsku Białej - $10,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tj. powyżej wartości dopuszczalnej wraz z marginesem tolerancji. W Bytomiu stwierdzono stężenia średnioroczne na poziomie $8,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a w Tychach - $7,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$, szczegółowe dane ilustruje tab. 15.

Średnie stężenia toluenu S_a w badanym obszarze wynosiły od $3,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Wodzisław Śląski) do $18,71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Bielsko

Biała); przy czym stężenia średnie wyższe od $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (wartość odniesienia WO_2) występowały w Bielsku Białej, Bytomiu ($13,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i w Częstochowie, przy ul. Armii Krajowej ($11,34 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Stężenia średnie zbliżone do wartości odniesienia odnotowano w Chorzowie ($9,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Sosnowcu ($9,91 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Tychach ($9,98 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i Gliwicach ($9,41 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Z analizy stosunku benzenu do toluenu wynika, że typowy profil BTX związany z emisją komunikacyjną występował w:

- Częstochowie (Armii Krajowej) - punkt pomiarowy w pobliżu ciągu komunikacyjnego o dużym natężeniu ruchu;
- Bielsku Białej - kanion uliczny i główny ciąg komunikacyjny w centrum miasta,
- Bytomiu - kanion uliczny w rejonie głównego ciągu komunikacyjnego w centrum miasta,
- Sosnowcu - punkt traktowany jako stacja komunikacyjna, ale w pewnej odległości od pasa jezdni,
- Gliwicach - punkt pomiarowy w centrum miasta, w pobliżu ruchliwej ulicy o dużym obciążeniu ruchem transportowym,
- Chorzowie - punkt pomiarowy w pobliżu jezdni,
- Tychach - zabudowa wysoka, sąsiedztwo skrzyżowania w centrum miasta.

W ww. miastach decydującym czynnikiem wpływającym na poziom stężeń benzenu i toluenu jest natężenie ruchu drogowego.

Natomiast w Zabrze, Wodzisławiu Śląskim, Czerwionce Leszczynach, Rybniku, Raciborzu i Cieszynie odnotowano wyższe stężenia benzenu niż toluenu, co wskazywać może na obecność innych niż komunikacja źródeł benzenu (przemysł chemiczny, koksochemiczny).

Badania wykazały, że jedynie w 4 z 19 punktów pomiarowych nie zostało przekroczone dopuszczalne stężenie średnioroczne benzenu $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

W Bielsku-Białej odnotowano średnie stężenie benzenu nieznacznie przekraczające dopuszczalne stężenie średnioroczne powiększone o margines tolerancji $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a w Zabrze odnotowano stężenie zbliżone do tej wartości.

Na rycinie 27 przedstawiono porównanie wyników badań stężeń BTX prowadzonych w latach 2001-2002 w 6 miastach województwa.

Wyniki automatycznych pomiarów BTX

W Zabrze, w punkcie zlokalizowanym przy ul. M. Skłodowskiej-Curie (teren IPIŚ PAN) prowadzone są automatyczne pomiary BTX z wykorzystaniem analizatora AirmoBTX firmy Chromato-Sud. Pomiary te, z uwagi na brak technicznych możliwości zapewnienia ciągłości serii, dostarczają informacji nt. chwilowej i dobowej zmienności stężenia BTX w kilkutygodniowych okresach pomiarowych.

Badania mają charakter uzupełniający w stosunku do prowadzonych w tym samym punkcie pomiarów pasywnych (ekspozycja przez ok. 50% czasu w roku) i pozwalają m.in. kontrolować poprawność wskazań próbników pasywnych. Na rycinie 28 przedstawiono przykładowy przebieg chwilowej zmienności stężenia benzenu i towarzyszących pomiarów temperatury, pokrywający okres jednej z 2-tygodniowych ekspozycji próbniaka pasywnego (od 20.05 do 3.06.2002 r.). Poziomą linią zaznaczono na wykresie średnie arytmetyczne stężenie benzenu $7,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Stężenie uzyskane w tym samym czasie w trakcie pomiarów pasywnych, charakteryzujących się niższą czułością, wyniosło $5,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Błąd pomiaru 24% mieści się w granicach 30% niepewności dla okresowych pomiarów stężenia benzenu wg rozporządzenia Ministra Środowiska z dn. 6.06.2002 r. w sprawie oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. Nr 87, poz. 798).

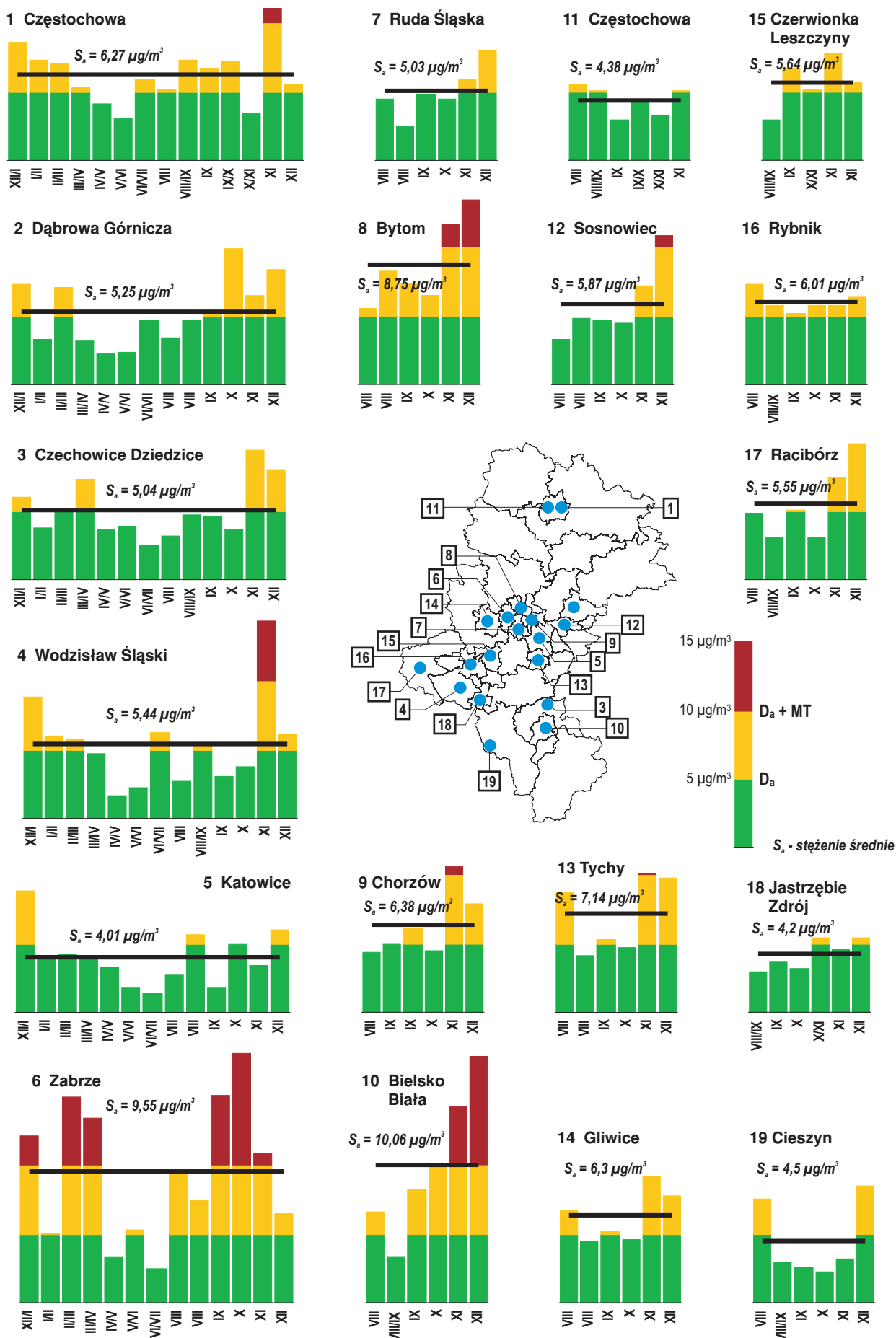
Dobowa zmienność stężenia BTX pokrywa się z cyklicznością zmian stężenia podstawowych zanieczyszczeń powietrza i wynika ze zmian termodynamicznych własności warstwy mieszania. Występuje poranny i wieczorny pik stężenia, przy czym godziny ich występowania zmieniają się w ciągu roku (w sezonie zimowym okresy podwyższonego stężenia występują w późniejszych godzinach). Na rycinie 29 pokazano dobowy rozkład stężenia benzenu i toluenu w analizowanym okresie: 20.05 - 3.06.2002 rok. Rozkład stężenia obu zanieczyszczeń wykazuje zgodność sugerującą podobne pochodzenie. W godzinach przedpołudniowych silnie zaznacza się wpływ wzmożonego ruchu samochodowego na położonej w odległości ok. 170 m trasie dojazdowej z centrum miasta do drogi krajowej nr 4. Najniższe wartości stężenia benzenu i toluenu, z niewielkim wzrostem około 16^{oo} - 17^{oo} , występują w godzinach popołudniowych, przypadających na maksimum temperatury (m.in. efekt fotochemicznej degradacji).

Rycina 30 ilustruje dobowy rozkład stężenia benzenu w przykładowym okresie od 20.05 do 3.06.2002 r., w zakresie od minimum do maksimum przypisanych danej godzinie. Poziomą kreską zaznaczono stężenie średnie arytmetyczne. Największy zakres zmienności i najczęstsze epizody wysokiego stężenia benzenu przypadały na godz. 10^{oo} i 23^{oo} .

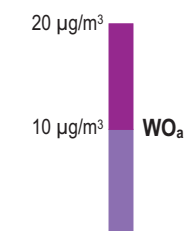
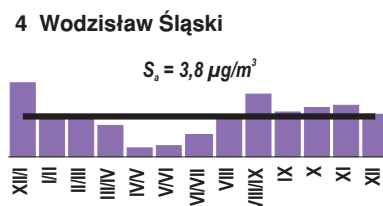
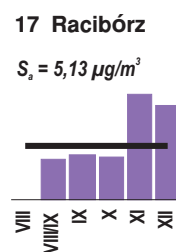
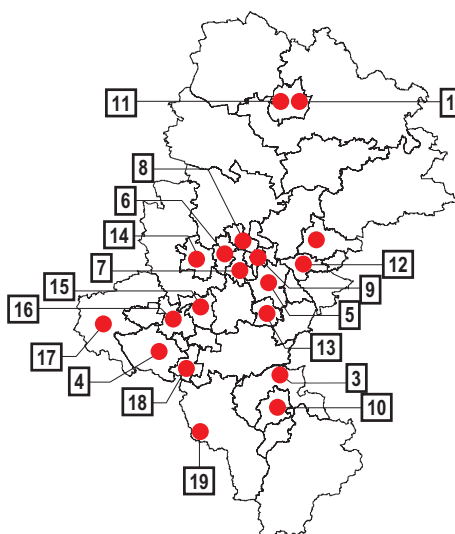
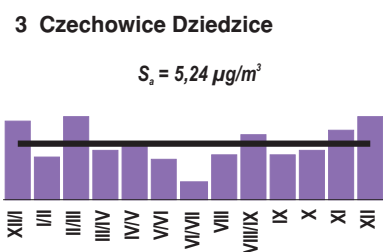
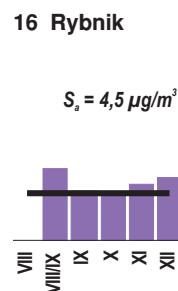
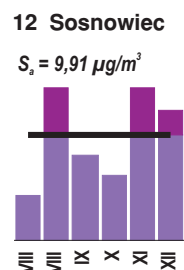
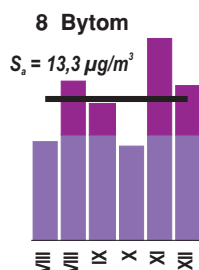
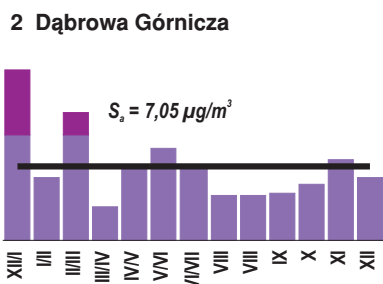
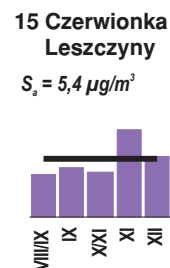
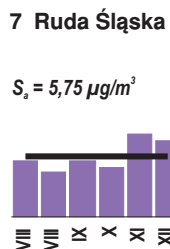
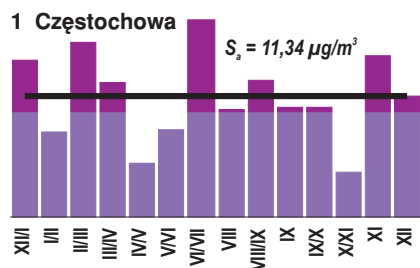
Różnice pomiędzy chwilowym, a dobowym rozkładem stężenia benzenu i toluenu można prześledzić na rycinie 31. W trakcie 2-tygodniowej kampanii pomiarowej maksymalne średniodobowe stężenie benzenu i toluenu przyjmowało wartości odpowiednio $18,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oraz $10,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (31.05.2002; niska średniodobowa prędkość wiatru około 0,3 m/s). Dla porównania maksymalne 30 min. stężenie benzenu i toluenu wynosiło w analizowanym okresie odpowiednio $29,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oraz $53,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W ostatnich 6 dniach cyklu pomiarowego odnotowano wyraźnie niższe stężenia BTX, co było spowodowane opadami deszczu i wyższą niż przeciętna prędkością wiatru, za wyjątkiem 31 maja 2002 roku, kiedy nastąpiła przerwa w opadach, a przez większą część dnia panowały warunki bezwietrzne.



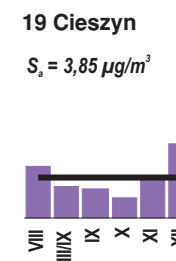
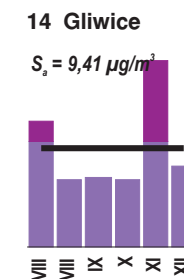
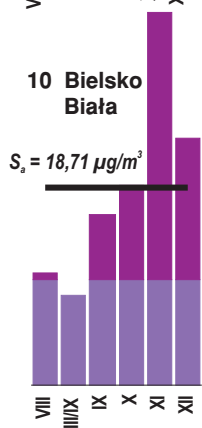
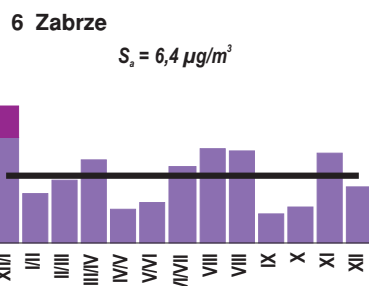
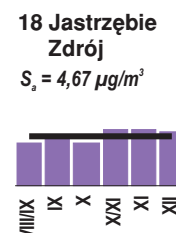
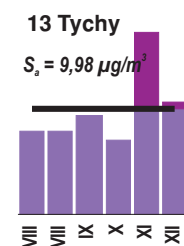
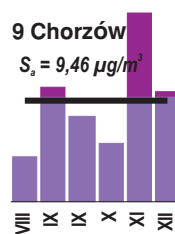
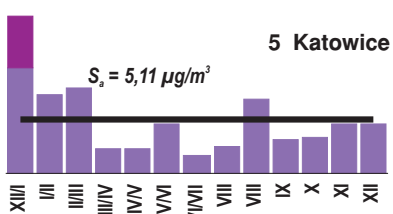
Fot. 6. Punkt pomiarowy nr 14 - Gliwice, ul. Konstytucji



Ryc. 25. Stężenia benzenu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] w województwie śląskim w 2002 roku



S_s - stężenie średnie

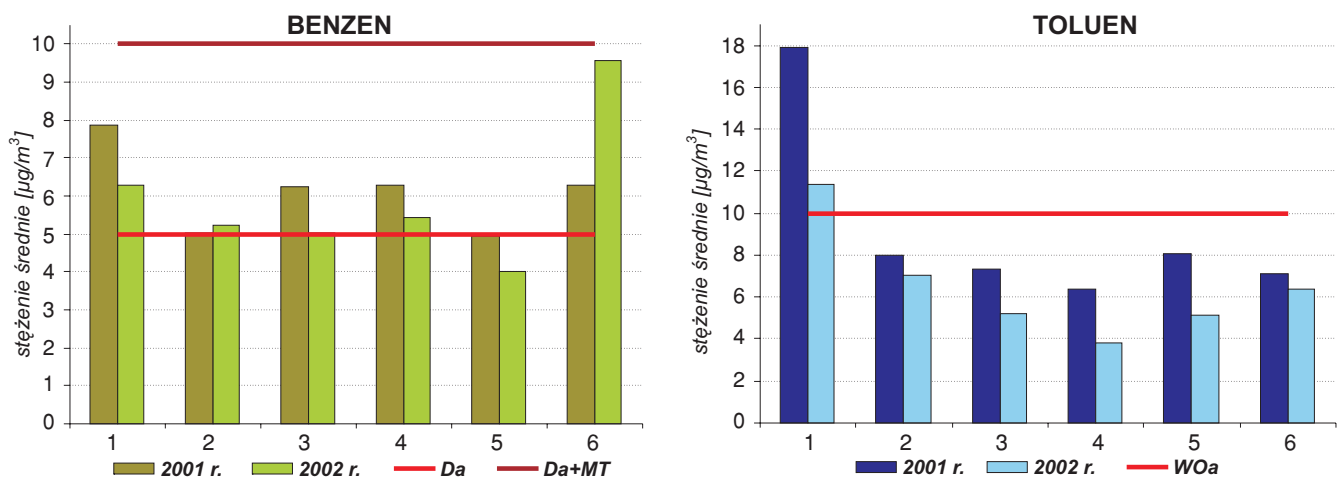


Ryc. 26. Stężenia toluenu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] w województwie śląskim w 2002 roku

Tabela 15. Wyniki badań stężeń BTX w poszczególnych punktach pomiarowych w 2002 roku

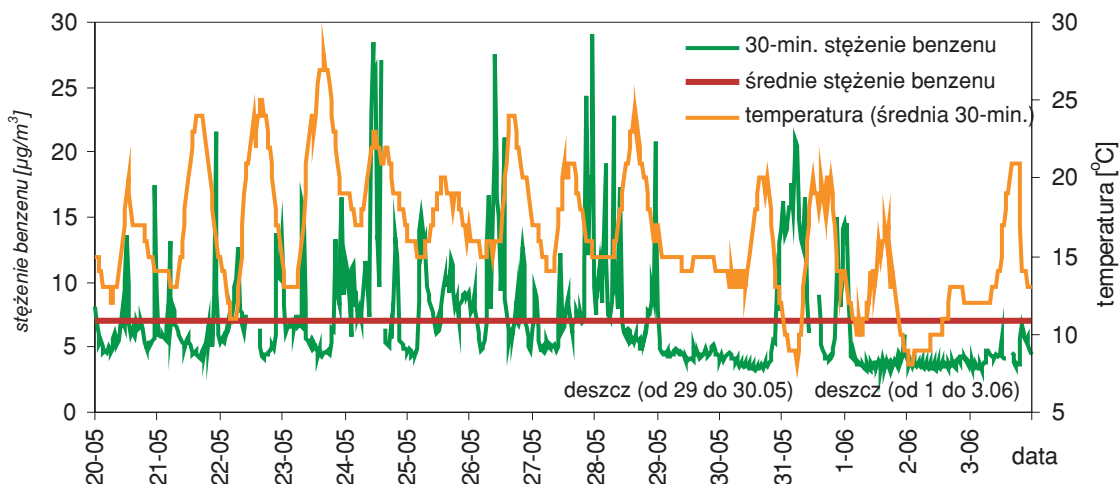
Nr punktu - miasto	Benzen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			Toluen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			Ksylen ⁺ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		
	średnia	min.	max.	średnia	min.	max.	średnia	min.	max.
1 - Częstochowa	6,27	3,09	11,06	11,34	4,14	18,8	1,73	0,0	12,12
2 - Dąbrowa Górnicza	5,25	2,19	9,85	7,05	3,28	16,2	0,0	0,0	0,0
3 - Czechowice Dziedzice	5,04	2,49	9,42	5,24	1,8	7,77	0,0	0,0	0,0
4 - Wodzisław Śląski	5,44	1,67	14,35	3,8	0,93	7,04	0,0	0,0	0,0
5 - Katowice Załęże	4,01	1,44	8,87	5,11	1,6	14,77	0,0	0,0	0,0
6 - Zabrze	9,55	2,46	18,15	6,4	2,76	12,99	0,0	0,0	0,0
7 - Ruda Śląska	5,03	2,45	8,01	5,75	4,21	7,76	1,78	0,0	6,6
8 - Bytom	8,75	5,5	13,36	13,3	8,89	19,0	20,46	5,12	87,46
9 - Chorzów	6,38	4,35	10,55	9,46	4,3	17,79	4,51	0,0	12,4
10 - Bielsko Biała	10,06	3,29	17,9	18,71	8,55	35,09	17,52	5,56	27,2
11 - Częstochowa	4,38	2,9	5,5	6,16	3,21	11,0	0,89	0,0	4,15
12 - Sosnowiec	5,87	3,25	10,8	9,91	4,28	14,48	3,96	0,0	7,79
13 - Tychy	7,14	4,16	10,14	9,98	7,03	17,12	7,44	0,0	22,2
14 - Gliwice	6,3	4,42	9,19	9,41	6,31	17,66	3,91	0,0	9,06
15 - Czerwionka Leszczyny	5,64	2,92	7,73	5,4	4,05	8,29	0,86	0,0	4,3
16 - Rybnik	6,01	5,19	7,32	4,5	0,0	6,72	0,66	0,0	3,96
17 - Racibórz	5,55	3,04	9,9	5,13	0,0	10,0	2,96	0,0	6,45
18 - Jastrzębie Zdrój	4,2	2,93	5,45	4,67	3,92	5,32	0,0	0,0	0,0
19 - Cieszyn	4,5	2,24	8,51	3,85	1,87	6,91	0,74	0,0	4,42

*jako suma izomerów

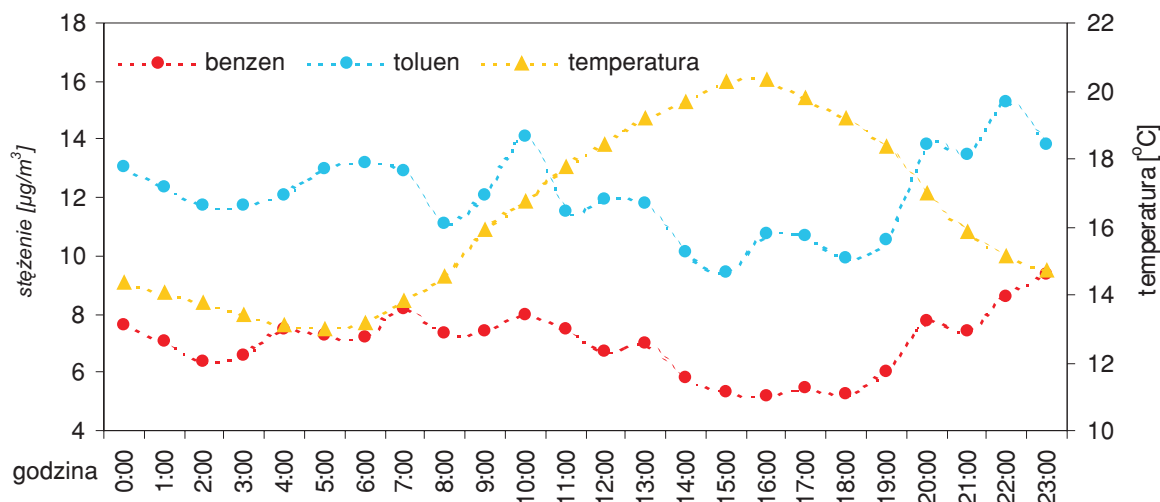


Ryc. 27. Średnie stężenia benzenu i toluenu w 2001 i 2002 roku w wybranych miastach województwa śląskiego

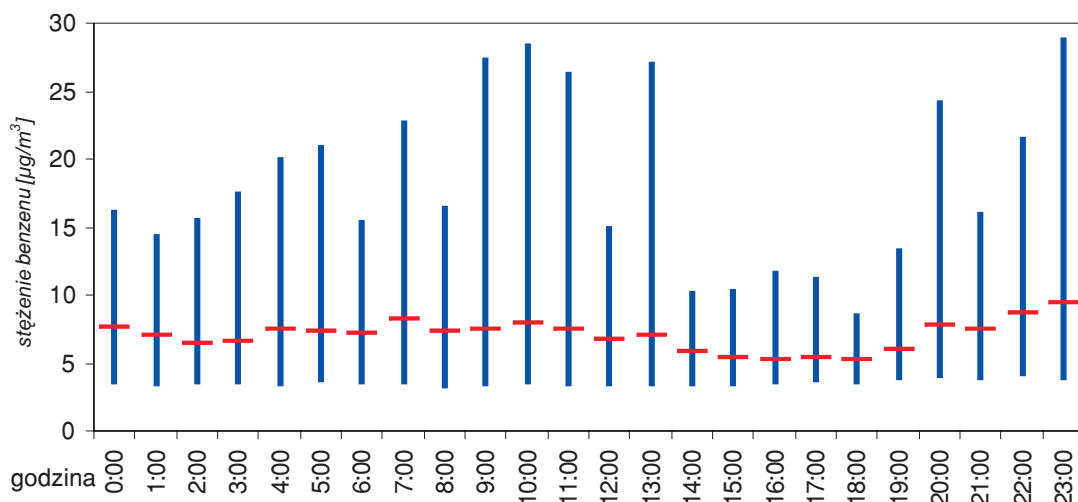
Stanowiska pomiarowe: 1 - Częstochowa, 2 - Dąbrowa Górnicza, 3 - Czechowice Dziedzice, 4 - Wodzisław Śląski, 5 - Katowice, 6 - Zabrze



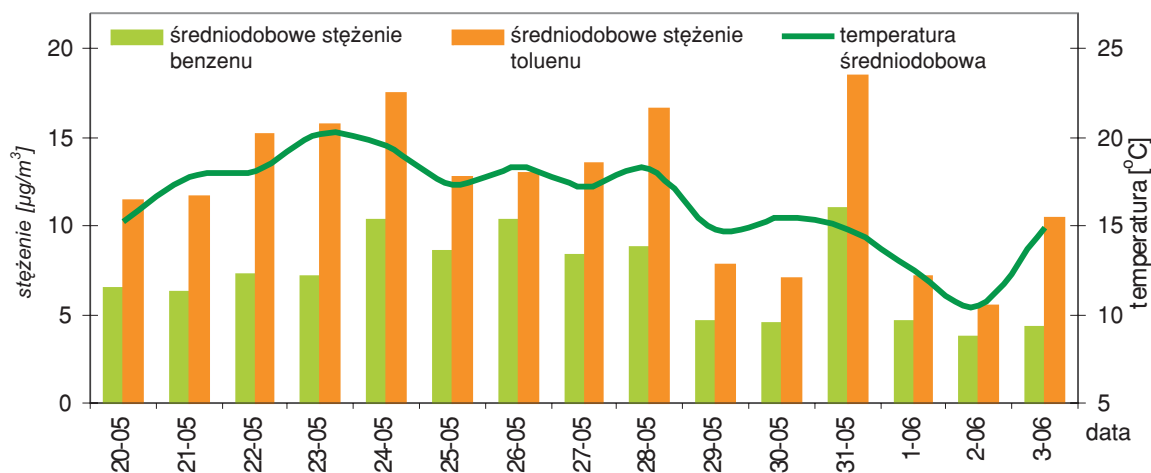
Ryc. 28. Rozkład 30-min. wartości stężenia benzenu i temperatury powietrza w okresie od 20.05.2002 godz. 20:00 do 3.06.2002 godz. 23:30



Ryc. 29. Dobowy rozkład stężenia benzenu, toluenu i temperatury w okresie od 20.05 do 3.06.2002 roku



Ryc. 30. Dobowy rozkład zakresu zmienności stężenia benzenu w okresie od 20.05 do 3.06.2002 roku (pionową linią zaznaczono zakres zmienności minimum - maksimum, poziomą kreską stężenie średnie)



Ryc. 31. Rozkład średniodobowego stężenia benzenu i toluenu oraz średniodobowej temperatury w okresie od 20.05 do 3.06.2002 roku

5. Badanie stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} w Aglomeracji Górnośląskiej

Krzysztof Klejnowski, Jadwiga Błaszczuk, - Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrze

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 6 czerwca 2002 r. w sprawie oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. Nr 87/2002, poz. 798), pomiary poziomu pyłu PM_{2,5} w powietrzu atmosferycznym prowadzi się w co najmniej w jednym punkcie pomiarowym w aglomeracji [7]. Od marca 2001 roku badania takie prowadzone są przez Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrze [8]. W roku 2002 punkt pomiarowy został włączony do programu monitoringu prowadzonego przez WIOŚ. Rozwiązanie takie wyczerpuje wymogi w zakresie prowadzenia badań pyłu PM_{2,5} dla aglomeracji górnośląskiej (tabela 16).

Badania prowadzone są w punkcie pomiarowym zlokalizowanym w Zabrze przy ulicy M. Skłodowskiej-Curie 34 na terenie IPIŚ PAN. Zakres badań obejmuje ciągłe pomiary stężeń pyłu PM_{2,5} i okresowy pobór rozseparowanego na frakcje 0-2,5 µm i 2,5-10 µm pyłu zawieszonego. Punkt pomiarowy jest reprezentatywny dla tła ogólniejszego i dobrze charakteryzuje imisję pyłów w obszarach dzielnic



Fot. 7. Punkt pomiarowy pyłu PM_{2,5} w Zabrze przy ul. M. Skłodowskiej Curie 34

Tabela 16. Parametry statystyczne serii pomiarów stężenia pyłu PM_{2,5} w automatycznej stacji monitoringu IPIŚ PAN w Zabrze w 2002 roku

Parametr	2002 rok	Sezon zimowy	Sezon letni
Stężenia 30 minutowe			
Liczba pomiarów 30 minutowych	16802	8646	8156
Liczba stężeń wyższych od 15 µg/m ³	12981	7118	5863
Minimum [µg/m ³]	0,1	0,1	0,1
Maksimum [µg/m ³]	676,6	676,6	325,2
Data wystąpienia maksimum	4-01 0:30	4-01 0:30	2-10 9:30
Średnia [µg/m ³]	43,8	57,0	29,7
Odchylenie standardowe [µg/m ³]	50,5	62,1	28,0
Percentyl 25 [µg/m ³]	16,1	19,6	14,0
Mediana [µg/m ³]	28,4	37,4	22,7
Percentyl 75 [µg/m ³]	50,6	69,5	34,9
Percentyl 99,8 [µg/m ³]	413,1	451,6	232,1
Stężenia dobowe			
Liczba stężeń dobowych	356	182	174
Liczba stężeń wyższych od 65 µg/m ³	66	56	10
Minimum [µg/m ³]	4,9	6,8	4,9
Data wystąpienia minimum	14-08	22-03	14-08
Maksimum [µg/m ³]	323,7	323,7	160,7
Data wystąpienia maksimum	4-01	4-01	2-10
Średnia [µg/m ³]	43,8	57,4	29,5
Odchylenie standardowe [µg/m ³]	38,9	46,9	20,1
Percentyl 25 [µg/m ³]	20,3	28,6	17,8
Mediana [µg/m ³]	31,2	45,9	24,5
Percentyl 75 [µg/m ³]	54,5	70,6	34,8
Percentyl 98 [µg/m ³]	173,2	203,4	80,7
Liczba dni z dobrą jakością powietrza	46	14	32
Liczba dni ze średnią jakością powietrza	178	67	111
Liczba dni z warunkami niezdrowymi dla grup o zwiększonej wrażliwości na zanieczyszczenie powietrza	67	46	21
Liczba dni z warunkami niezdrowymi	56	47	9
Liczba dni z warunkami bardzo niezdrowymi	7	6	1
Liczba dni z warunkami niebezpiecznymi dla zdrowia	2	2	0

mieszkańców narażonych na oddziaływanie emisji komunalnej i przemysłowej. Lokalizację stacji i jej wyposażenie ilustruje fotografia 7.

Dotychczas w kraju i w UE nie zostały sprecyzowane kryteria oceny dopuszczalnych stężeń pyłu PM_{2,5}. Dyrektywa 1999/30/EC w art. 5.2 jedynie zobowiązuje kraje stowarzyszone do instalacji i eksploatacji stacji pomiarowych oraz przesyłania komisji średnich arytmetycznych, mediany i wartości percentyla 98 oraz wartości maksymalnych ze stężeń dobowych [9].

Z tego powodu ocena uzyskanych wyników możliwa jest jedynie w oparciu o zalecane przez US EPA poziomy imisji pyłu PM_{2,5} z zastrzeżeniem, że pełna ocena w kontekście tych norm wymaga analizy statystycznej serii trzyletnich obserwacji [10]. Dla celów oceny bieżącej można posługiwać się wartością dopuszczalną 24 h wynoszącą 65 µg/m³ i wartością średniej rocznej - 15 µg/m³. W tzw. ocenach parametrycznych narażenia zdrowia ludzi - indeks AQI - stężenia 24 godzinne pyłu PM_{2,5} na poziomie 0 -15,4 µg/m³ oznaczają dobrą jakość powietrza, na poziomie 15,5 -40,4 µg/m³ - średnią jakość, na poziomie 40,5 - 65,4 µg/m³ - niezdrową dla grup wrażliwych, na poziomie 65,5 -150,4 µg/m³ - niezdrową, na poziomie 150,5 - 250,4 µg/m³ - bardzo niezdrową, powyżej 250,4 µg/m³ niebezpieczną.

W 2002 roku w serii liczącej 16802 pomiarów 30 minutowych zaobserwowano zmienność stężenia chwilowego pyłu PM_{2,5} w zakresie od 0,1 do 676,6 µg/m³ (4 stycznia) - tabela 16

Stężenie średnie w sezonie letnim (od 16 kwietnia do 15 października) wynosiło 29 µg/m³, natomiast w sezonie grzewczym - 57,0 µg/m³. Wartość średniej rocznej wynosiła 43,8 µg/m³ przy zalecanej wartości normatywnej dla roku wynoszącej 15 µg/m³.

Różnice w stężeniach sezonowych powodowane są większą w sezonie zimowym emisją aerozoli ze spalania paliw w niskich źródłach komunalnych, przy relatywnie gorszych warunkach przewietrzania i samooczyszczania powietrza, jakie mają miejsce w chłodnej porze roku.

Analiza średnich stężeń chwilowych (ryc. 32) wskazuje na występowanie wyraźnego cyklu dobowej zmienności stężeń pyłu PM_{2,5} z dwoma lokalnymi szczytami w porze porannej i wieczornej ok. godziny 9 i 21, przy czym godziny ich występowania zmieniają się w ciągu roku - w sezonie zimowym okresy podwyższonego stężenia występują później rano i wcześniej wieczorem w stosunku do sezonu letniego. Zdecydowany spadek stężeń obserwowany jest w porze dziennej, po godzinie 13 oraz w porze nocnej ok. godziny 5. Występowanie tych zależności jest wypadkową oddziaływań związanych z dobowym cyklem zmian wysokości warstwy mieszania oraz ogólnymi procesami dynamicznymi występującymi w atmosferze, rozwojem i zanikiem procesów konwekcyjnych, cyrkulacją ogólną i lokalną

Stężenia dobowe pyłu PM_{2,5} w 2002 roku (tabela 16), przyjmowały wartości z przedziału 4,9 - 323,7 µg/m³. Średnie stężenie dobowe dla serii liczącej 356 wyników pomiarów wynosiło 43,8 µg/m³, a wartość percentyla 98 - 173,2 µg/m³. Przez 66 dni w okresie badań, w tym przez 56 dni sezonu grzewczego, występowało przekroczenie zalecanej normy dobowej (65 µg/m³); stanowi to 18% czasu pomiarowego. Skalę zmienności stężeń dobowych ilustruje rycina 33.

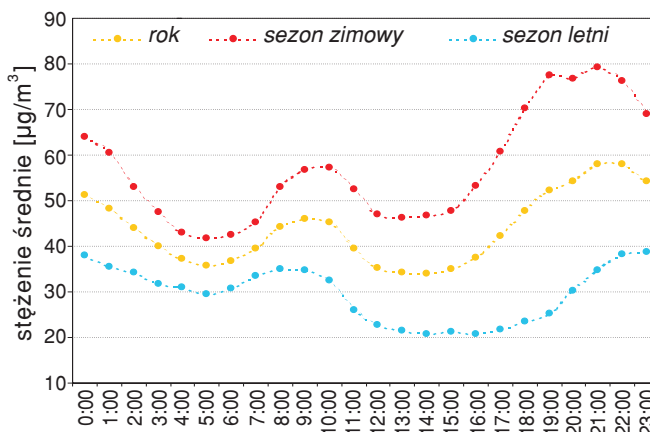
Na rycinie 34 przedstawiono zakres zmienności stężeń dobowych pyłu PM_{2,5} w poszczególnych miesiącach 2002 r. (słupkami zaznaczono zakres zmienności minimum

- maksimum, poziomą kreską stężenie średnie). Wykres dobrze ilustruje efekty wynikające z dużej zmienności stężeń w sezonie grzewczym, zdeterminowanej oddziaływaniem lokalnych emitorów oraz ze skutków kumulacji zanieczyszczeń w okresie, występujących w sezonie zimowym, długotrwałych inwersji temperatur.

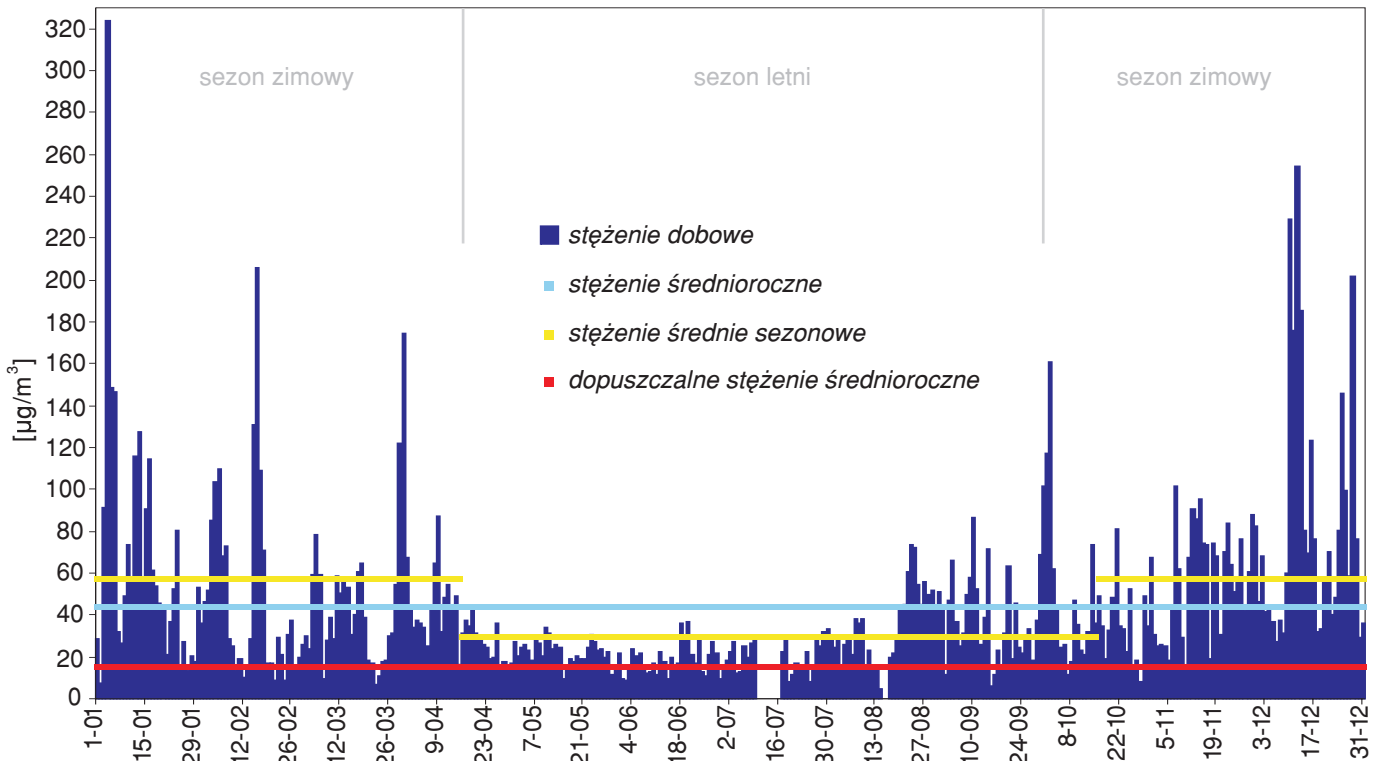
W czasie 12 miesięcy 2002 roku, przez okres 1,3 tygodnia (7 dni w lipcu i 2 dni w sierpniu) ze względów technicznych nie prowadzono pomiarów. Przerwa ta nie narusza ciągłości danych w aspekcie metodologii oceny jakości powietrza.

W odniesieniu do klasyfikacji indeksu jakości powietrza AQI (ryc. 35) stwierdzono, że:

- przez 12,9% czasu, stan zanieczyszczenia powietrza zaliczany był do warunków dobrych, największa liczba dni o tej kwalifikacji występowała w czerwcu, lipcu i lutym,
- przez 50,0% czasu, stan zanieczyszczenia powietrza klasyfikowano jako warunki średnie, warunki takie dominowały w miesiącach: maju, kwietniu, czerwcu i lipcu,
- przez 18,8% czasu (67 dni) występowały warunki klasyfikowane jako niezdrowe dla grup o zwiększonej wrażliwości na zanieczyszczenie pyłowe (osoby chore na serce i choroby układu oddechowego, dzieci, osoby w podeszłym wieku); warunki takie występowały w styczniu przez 9 dni, w lutym przez 2 dni, w marcu przez 9 dni, w kwietniu przez 8 dni, w sierpniu przez 10 dni, we wrześniu, październiku i listopadzie przez 7 dni, w grudniu przez 8 dni; natomiast w maju, czerwcu i w lipcu nie stwierdzono przypadków w tej grupie,
- przez 15,7% czasu (56 dni) występowały warunki klasyfikowane jako niezdrowe, warunki takie występowały w styczniu przez 9 dni, w lutym przez 8 dni, w marcu przez 3 dni, w kwietniu przez 1 dzień, w sierpniu przez 2 dni, we wrześniu przez 5 dni, w październiku przez 4 dni, w listopadzie przez 14 dni, w grudniu przez 10 dni; w maju, czerwcu i w lipcu nie odnotowano przypadków w tej grupie,
- przez 2% czasu (7 dni) wystąpiły sytuacje klasyfikowane jako bardzo niezdrowe (warunki stwarzające bezpośrednie zagrożenie zdrowia dla wszystkich mieszkańców). Sytuacje takie miały miejsce w miesiącach lutym, marcu i październiku przez 1 dzień oraz w grudniu przez 4 dni,
- w styczniu (4 stycznia) odnotowano jeden przypadek klasyfikowany jako warunki niebezpieczne dla zdrowia - stężenie dobowe wyniosło 323,7 µg/m³, drugi przypadek takiej sytuacji odnotowano w miesiącu grudniu stężenie dobowe wyniosło 254,3 µg/m³ (12 grudnia).



Ryc. 32. Średnie godzinowe stężenia pyłu PM_{2,5} w ciągu doby w punkcie w Zabrzcu



Ryc. 33. Stężenia dobowe pyłu PM_{2,5} w 2002 roku w punkcie w Zabrze

Na rycinie 36 przedstawiono porównanie stężeń średniorocznych i sezonowych pyłu PM_{2,5} w latach 2001-2002. W stosunku do roku poprzedniego, w 2002 roku nastąpił wzrost stężeń pyłu PM_{2,5} w punkcie w Zabrze.

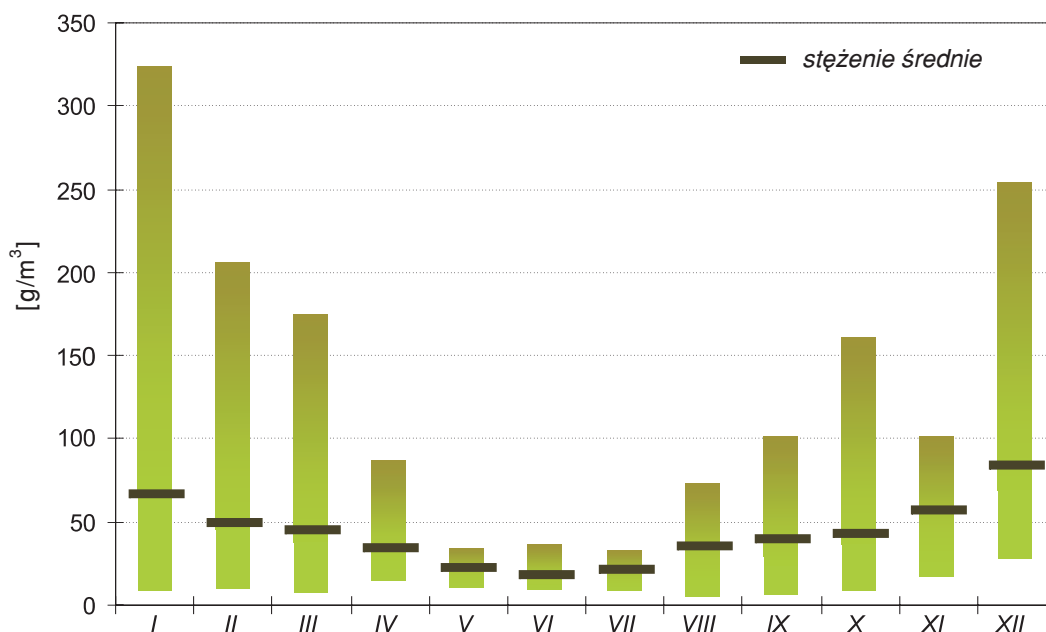
Uzyskane dane pozwalają ocenić skalę zanieczyszczenia powietrza pyłem PM_{2,5} jakiego można się spodziewać w obszarach zurbanizowanych o strukturze emisji zbliżonej do występującej w Zabrze (miasta Aglomeracji Górnośląskiej).

Dotychczasowe wyniki pomiarów wykazały wysokie narażenie mieszkańców aglomeracji na oddziaływanie toksycznych składników zawartych w pyłe PM_{2,5}. W okresie od stycznia do grudnia 2002 roku 12,9% czasu stanowiły dni z dobrą

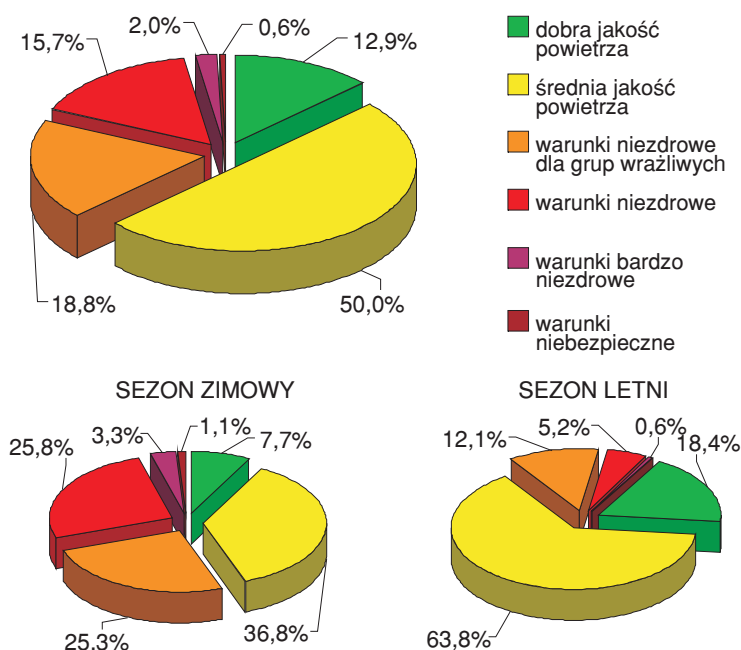
jakością powietrza, przez 50% czasu występowały warunki klasyfikowane jako średnie, przez 18,8% czasu występowały warunki określone jako niezdrowe dla grup zwiększonego ryzyka, przez 15,7% czasu warunki niezdrowe, przez 2% czasu bardzo niezdrowe, przez 2 dni - w styczniu i w grudniu - występowały warunki niebezpieczne dla zdrowia.

Dobra i średnia jakość powietrza w kategorii indeksu jakości powietrza AQI wg US EPA występowała przez 62,9% czasu pomiarowego.

Duża ilość dni o wysokich stężeniach pyłu PM_{2,5} występowała w tzw. sezonie grzewczym (101 dni) stwarzając realne zagrożenie zdrowia ludzi, a w szczególności grup najbardziej wrażliwych - osoby z chorobami układu krążenia i układu oddechowego, dzieci i ludzie w podeszłym wieku.



Ryc. 34. Zakres zmienności stężeń dobowych pyłu PM_{2,5} w poszczególnych miesiącach 2002 roku



Ryc. 35. Jakość powietrza ze względu na zanieczyszczenia pyłem PM_{2,5} w punkcie w Zabrze w 2002 roku



Ryc. 36. Średnie stężenia pyłu PM_{2,5} w 2001 i 2002 roku w Zabrze

6. Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża

Ryszard Twarowski, Ewa Liana, Tomasz Gendolla, Katarzyna Wostek - Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Oddział we Wrocławiu

W ramach programu Państwowego Monitoringu Środowiska funkcjonuje monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża, finansowany ze środków NFOŚiGW. Koordynatorem tego monitoringu jest Departament Monitoringu Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, a nadzór merytoryczny nad jego realizacją prowadzi Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej we Wrocławiu. Monitoring pozwala na określenie w skali kraju rozkładu ładunków substancji wprowadzanych z mokrym opadem do podłoża w ujęciu przestrzennym i czasowym. Sieć stacji składa się z 25 stacji pomiarowych che-

mizmu opadów. Oparta jest na bazie istniejących na obszarze całej Polski sieci stacji synoptycznych IMGW, na których prowadzone są obserwacje i pomiary parametrów meteorologicznych mające istotny wpływ na chemizm opadów atmosferycznych w danym miejscu i czasie. Stacje zostały wytypowane na podstawie danych klimatycznych, które kwalifikują je jako charakterystyczne dla oceny obszarowego rozkładu zanieczyszczeń, a tym samym dostarczają danych pozwalających na wnioskowanie o zagrożeniu wnoszonymi zanieczyszczeniami nie tylko w skali lokalnej, ale również dla większych obszarów.

Na wszystkich stacjach zbierany jest w sposób ciągły opad atmosferyczny mokry (wet-only) i analizowany w cyklach miesięcznych. Równoległe z poborem próbek opadu prowadzone są pomiary i obserwacje wysokości i rodzaju opadu, kierunku i prędkości wiatru oraz temperatury powietrza.

Ponadto na każdej stacji monitoringowej zbierane są próbki dobowe opadów i na bieżąco, po upływie doby opadowej, bezpośrednio na stacji wykonywany jest pomiar ich odczynu pH.

Miesięczne próbki opadów analizowane są na zawartość związków kwasotwórczych, biogennych i metali (w tym metali ciężkich), tj. na zawartość chlorków, siarczanów, azotynów i azotanów, azotu amonowego, azotu ogólnego, fosforu ogólnego, potasu, sodu, wapnia, magnezu, cynku, miedzi, żelaza, ołowiu, kadmu, niklu, chromu i manganu. Kontrolowany jest też odczyn (pH) opadów oraz przewodność elektryczna właściwa.

Analizy składu fizyko-chemicznego opadów wykonywane są przez akredytowane laboratoria Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska. Poszczególne wojewódzkie Laboratoria analizują opady ze stacji położonych w danym województwie. W województwie śląskim analizy wykonuje laboratorium WIOŚ w Częstochowie.

Na podstawie danych pomiarowych i analitycznych opadów z 25 stacji monitoringowych oraz danych pomiarowych ze 162 punktów pomiaru wysokości opadów charakteryzujących średnie pole sum opadów dla obszaru Polski opracowywane są mapy rozkładu przestrzennego wysokości opadów i stężeń substancji zawartych w opadach oraz wielkości ich depozycji na obszar Polski i jej poszczególne tereny.

Prezentowane w niniejszym raporcie dane obrazują stan jakości wód deszczowych w województwie śląskim w 2002 roku oraz ilości deponowanych substancji wraz z opadami z podziałem na tereny poszczególnych powiatów.

Obciążenie powierzchniowe obszaru województwa śląskiego porównano z depozycją dla całego obszaru Polski i pozostałych województw, a także przedstawiono porównanie wielkości mokrej depozycji w latach 1999-2002.

W ramach krajowego monitoringu chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża na obszarze województwa śląskiego w 2002 roku analizowano wody opadowe przed kontaktem z podłożem na stacjach położonych w Katowicach i Raciborzu. Skład fizykochemiczny miesięcznych próbek opadów z tych stacji monitoringowych przedstawiono w tabeli 17.

W zależności od koncentracji danej substancji w opadzie atmosferycznym oraz ilości opadu wprowadzana jest odpowiednia wielkość depozytu. W Katowicach i Raciborzu depozycja ta kształtowała się w poszczególnych miesiącach 2002 roku odpowiednio jak podano w tabeli 18.

Wyraźnie zróżnicowanie pomiędzy najwyższymi i najniższymi miesięcznymi ładunkami substancji wynika z decydującego wpływu ilości wody opadowej na wielkość ładunku docierającego do powierzchni terenu. W miesiącach o małej ilości opadów wnoszone ładunki były znacząco mniejsze niż w miesiącach o dużej sumie opadów.

Wyniki pomiarów ilości wody opadowej w 2002 roku zarejestrowanej na 162 punktach pomiaru wysokości opadu reprezentujących średnie pole opadowe dla obszaru Polski, w tym na obszarze województwa śląskiego oraz wyniki ana-

Tabela 17. Skład fizyko-chemiczny średniomiesięcznych próbek opadów atmosferycznych (wet-only) na stacjach monitoringowych z okresu styczeń - grudzień 2002 roku

Wskaźnik	Jednostka	Stężenia min - max	
		Katowice - Muchowiec	Racibórz
Odczyn	pH	4,60 - 6,00	4,80 - 6,30
Przewodność	mS/cm	18,2 - 42,0	20,0 - 70,3
Chlorki	mg Cl/dm ³	0,58 - 3,26	0,34 - 2,81
Siarczany	mg SO ₄ ⁻² /dm ³	2,98 - 6,94	2,64 - 13,60
Azotyny+azotany	mg N/dm ³	0,36 - 1,04	0,38 - 2,43
Azot amonowy	mg N/dm ³	0,39 - 1,22	0,50 - 2,77
Sód	mg Na/dm ³	0,13 - 0,88	0,16 - 0,86
Potas	mg K/dm ³	0,13 - 0,74	0,16 - 1,64
Wapń	mg Ca/dm ³	1,02 - 2,83	1,08 - 7,61
Magnez	mg Mg/dm ³	0,07 - 1,12	0,08 - 0,55
Cynk	mg Zn/dm ³	0,025 - 0,195	0,021 - 0,117
Miedź	mg Cu/dm ³	0,0049 - 0,0218	0,0020 - 0,0263
Żelazo	mg Fe/dm ³	0,020 - 0,175	0,015 - 0,135
Ołów	mg Pb/dm ³	0,004 - 0,034	0,0016 - 0,0079
Kadm	mg Cd/dm ³	0,00040 - 0,00406	0,0001 - 0,0048
Nikiel	mg Ni/dm ³	0,001 - 0,004	0,001 - 0,004
Chrom og.	mg Cr/dm ³	0,0003 - 0,0014	0,0003 - 0,0014
Mangan	mg Mn/dm ³	0,0065 - 0,0390	0,0044 - 0,0390
Azot ogólny	mg N/dm ³	1,15 - 3,54	1,26 - 5,51
Fosfor ogólny	mg P/dm ³	0,005 - 0,055	0,027 - 0,150
Jon wodorowy	mg H ⁺ /dm ³	0,0010 - 0,0251	0,0005 - 0,0158

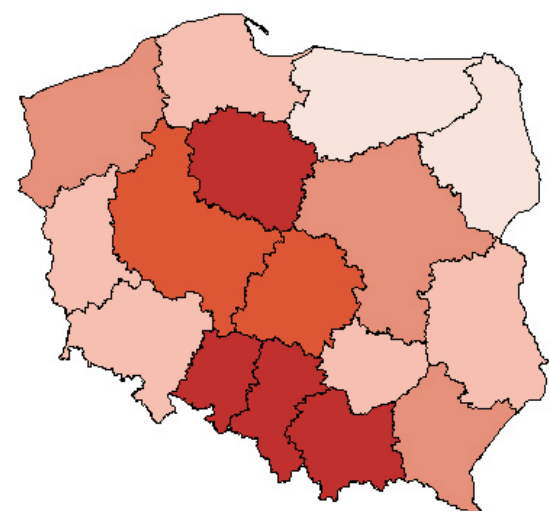
Tabela 18. Miesięczne wielkości ładunków zanieczyszczeń wnoszonych z opadami w 2002 roku ze stacji w Katowicach (A) i Raciborzu (B)

Wskaźnik	Jednostka	Stacje	Styczeń	Luty	Marzec	Kwiecień	Maj	Czerwiec	Lipiec	Sierpień	Wrzesień	Październik	Listopad	Grudzień	
Chlorki	kg Cl/ha	A	1,00	0,74	0,71	0,45	0,86	0,78	0,60	0,48	0,54	0,99	0,55	0,71	
		B	0,38	0,25	0,30	0,30	0,44	0,55	0,26	1,04	0,51	0,78	0,44	0,44	0,90
Siarczany	kg SO ₄ ²⁻ /ha	A	1,81	1,57	1,44	1,56	5,18	4,85	3,36	3,33	2,26	2,48	1,60	0,80	
		B	0,74	0,71	0,93	2,37	2,67	3,56	2,37	2,37	1,78	2,28	2,66	1,45	0,90
Azotyny+azotany	kg N/ha	A	0,25	0,22	0,23	0,22	0,63	0,48	0,37	0,39	0,30	0,35	0,21	0,10	
		B	0,17	0,13	0,10	0,42	0,35	0,46	0,34	0,34	0,21	0,33	0,37	0,22	0,14
Azot amonowy	kg N/ha	A	0,35	0,27	0,27	0,25	0,78	0,71	0,51	0,51	0,40	0,42	0,42	0,22	0,10
		B	0,28	0,20	0,21	0,48	0,67	0,86	0,72	0,72	0,49	0,72	0,48	0,27	0,17
Sód	kg Na/ha	A	0,31	0,28	0,18	0,11	0,20	0,17	0,27	0,27	0,12	0,17	0,30	0,17	0,22
		B	0,14	0,11	0,08	0,14	0,31	0,25	0,16	0,16	0,09	0,14	0,28	0,20	0,27
Potas	kg K/ha	A	0,13	0,13	0,16	0,09	0,17	0,22	0,16	0,16	0,11	0,14	0,18	0,09	0,07
		B	0,10	0,08	0,03	0,10	0,18	0,16	0,16	0,16	0,89	0,25	0,28	0,22	0,19
Wapń	kg Ca/ha	A	0,52	0,52	0,52	0,64	1,36	1,47	1,55	1,55	1,10	0,69	1,02	1,01	0,40
		B	0,22	0,27	0,35	1,32	0,97	1,70	1,70	0,84	0,68	0,73	1,29	0,83	0,67
Magnez	kg Mg/ha	A	0,07	0,54	0,06	0,06	0,09	0,12	0,15	0,15	0,09	0,06	0,09	0,06	0,04
		B	0,03	0,02	0,06	0,07	0,06	0,08	0,08	0,08	0,05	0,05	0,09	0,07	0,05
Cynk	kg Zn/ha	A	0,066	0,068	0,026	0,044	0,123	0,095	0,086	0,086	0,072	0,14	0,106	0,030	0,024
		B	0,016	0,010	0,012	0,015	0,021	0,024	0,024	0,016	0,012	0,014	0,029	0,015	0,030
Miedź	kg Cu/ha	A	0,0067	0,0043	0,0023	0,0028	0,0118	0,0065	0,0047	0,0047	0,0055	0,0049	0,0098	0,0024	0,0055
		B	0,0018	0,0011	0,0011	0,0046	0,0056	0,0043	0,0023	0,0023	0,0017	0,0010	0,0043	0,0024	0,0083
Żelazo	kg Fe/ha	A	0,069	0,035	0,029	0,035	0,074	0,052	0,027	0,027	0,017	0,030	0,057	0,027	0,019
		B	0,018	0,011	0,002	0,023	0,033	0,057	0,057	0,036	0,017	0,010	0,044	0,019	0,015
Ołów	kg Pb/ha	A	0,0047	0,0031	0,0028	0,0076	0,0080	0,0058	0,0080	0,0080	0,0097	0,0057	0,0066	0,0044	0,0057
		B	0,0010	0,0010	0,0008	0,0013	0,0027	0,0019	0,0019	0,0015	0,0009	0,0016	0,0033	0,0013	0,0023
Kadm	kg Cd/ha	A	0,00028	0,00035	0,00089	0,00051	0,00066	0,00053	0,00048	0,00048	0,00055	0,00045	0,00049	0,00024	0,00042
		B	0,00006	0,00007	0,00007	0,00009	0,00013	0,00028	0,00028	0,00017	0,00005	0,00018	0,00027	0,00010	0,00164
Nikiel	kg Ni/ha	A	0,0008	0,0005	0,0009	0,0002	0,0013	0,0013	0,0009	0,0009	0,0008	0,0006	0,0008	0,0004	0,0003
		B	0,0003	0,0002	0,0004	0,0002	0,0007	0,0010	0,0010	0,0008	0,0005	0,0005	0,0007	0,0015	0,0003
Chrom ogólny	kg Cr/ha	A	0,00016	0,00029	0,00020	0,00032	0,00040	0,00053	0,00027	0,00027	0,00041	0,00028	0,00050	0,00015	0,00015
		B	0,00005	0,00011	0,00006	0,00024	0,00022	0,00040	0,00040	0,00023	0,00016	0,00016	0,00036	0,00012	0,00024
Mangan	kg Mn/ha	A	0,0056	0,0050	0,0042	0,0088	0,0116	0,0100	0,0078	0,0078	0,0197	0,0054	0,0054	0,0035	0,0021
		B	0,0030	0,0028	0,0022	0,0068	0,0067	0,0087	0,0087	0,0070	0,0024	0,0033	0,0054	0,0048	0,0030
Azot ogólny	kg N/ha	A	1,25	1,29	0,77	0,67	3,68	2,15	1,28	1,54	1,39	0,96	0,83	0,32	
		B	0,75	0,58	0,37	0,96	2,33	1,62	1,76	1,76	1,29	1,94	0,91	0,76	0,52
Fosfor ogólny	kg P/ha	A	0,006	0,017	0,012	0,008	0,031	0,022	0,028	0,028	0,033	0,018	0,004	0,010	0,008
		B	0,004	0,007	0,016	0,014	0,020	0,049	0,100	0,100	0,080	0,020	0,021	0,029	0,018
Jon wodorowy	kg H ⁺ /ha	A	0,0025	0,0012	0,0002	0,0004	0,0169	0,0104	0,0046	0,0046	0,0052	0,0055	0,0066	0,0093	0,0064
		B	0,0002	0,0017	0,0001	0,0004	0,0024	0,0020	0,0020	0,0078	0,0017	0,0008	0,0073	0,0039	0,0054

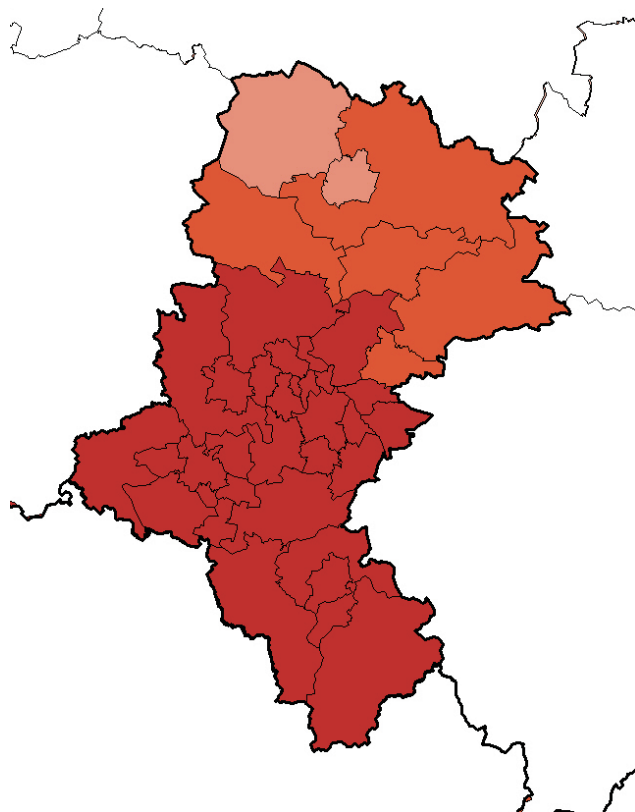
Tabela 19. Obciążenia powierzchniowe województw [kg/ha] substancjami wniesionymi przez opady atmosferyczne w 2002 roku

Wskaźnik	Jednostka	Dolinaśląskie	Kujawsko-pomorskie	Lubelskie	Lubuskie	Łódzkie	Małopolskie	Mazowieckie	Opolskie	Podkarpackie	Podlaskie	Pomorskie	Śląskie	Świętokrzyskie	Warmińsko-mazurskie	Wielkopolskie	Zachodniopomorskie
Siarczany	kg SO ₄ /ha	18,31	23,48	17,08	18,23	20,66	23,57	19,01	23,12	19,49	15,14	17,34	27,76	18,52	13,83	21,31	19,74
Chlorki	kg Cl/ha	4,87	10,87	6,41	6,11	7,50	6,87	9,31	6,73	5,65	6,11	12,18	7,77	5,86	6,71	9,22	11,54
Azotyny+azotany	kg N/ha	3,96	2,98	2,57	3,13	3,10	3,31	2,90	3,59	2,84	2,84	3,30	3,85	2,84	2,60	2,57	3,17
Azot amonowy	kg N/ha	5,12	5,11	4,76	5,12	4,67	5,53	5,04	5,06	4,70	4,83	4,13	5,49	4,54	4,05	5,08	4,56
Azot ogólny	kg N/ha	11,71	10,69	10,46	13,19	12,42	12,51	13,03	13,63	10,66	10,02	9,23	15,53	10,81	8,20	12,15	12,02
Fosfor ogólny	kg P/ha	0,299	0,297	0,214	0,262	0,22	0,238	0,231	0,329	0,224	0,21	0,428	0,276	0,246	0,192	0,312	0,401
Sód	kg Na/ha	2,72	8,14	2,71	3,89	3,57	3,70	4,24	2,62	3,49	2,60	7,37	2,73	2,91	3,78	6,90	6,63
Potas	kg K/ha	1,57	2,11	1,87	2,25	2,49	2,53	3,22	2,13	1,78	2,15	2,05	2,31	2,11	1,75	2,10	2,78
Wapń	kg Ca/ha	5,67	7,32	6,20	6,34	7,79	8,83	7,46	9,23	6,66	6,89	4,17	10,43	6,06	4,75	10,38	7,82
Magnez	kg Mg/ha	0,71	1,04	0,92	1,21	1,06	1,37	1,05	0,97	1,26	0,76	0,94	1,15	0,95	0,66	1,40	1,39
Cynk	kg Zn/ha	0,319	0,233	0,278	0,410	0,377	0,357	0,331	0,351	0,303	0,215	0,205	0,513	0,280	0,157	0,385	0,451
Miedź	kg Cu/ha	0,0698	0,0297	0,0430	0,0568	0,0533	0,0572	0,0440	0,0452	0,0606	0,0196	0,0364	0,0614	0,0566	0,0301	0,0320	0,0413
Żelazo	kg Fe/ha	0,131	0,160	0,105	0,240	0,209	0,248	0,175	0,272	0,170	0,132	0,203	0,375	0,171	0,132	0,155	0,209
Ołów	kg Pb/ha	0,0382	0,0151	0,0102	0,0304	0,0202	0,0258	0,0104	0,0309	0,0201	0,0079	0,0129	0,0477	0,0166	0,0082	0,0198	0,0163
Kadm	kg Cd/ha	0,00213	0,00144	0,00148	0,00168	0,00235	0,00208	0,00166	0,00320	0,00175	0,00155	0,00114	0,00434	0,00204	0,00086	0,00204	0,00195
Nikiel	kg Ni/ha	0,0056	0,0097	0,0053	0,0116	0,0080	0,0067	0,0052	0,0072	0,0075	0,0047	0,0113	0,0090	0,0053	0,0057	0,0090	0,0116
Chrom	kg Cr/ha	0,0021	0,0021	0,0017	0,0022	0,0029	0,0031	0,0026	0,0028	0,0022	0,0016	0,0025	0,0034	0,0018	0,0013	0,0026	0,0023
Mangan	kg Mn/ha	0,0454	0,0340	0,0318	0,0575	0,0346	0,0493	0,0301	0,0595	0,0346	0,0297	0,0316	0,0741	0,0392	0,0238	0,0385	0,0508
Jon wodorowy	kg H ⁺ /ha	0,0996	0,0314	0,0311	0,0557	0,0494	0,0451	0,0268	0,0575	0,0366	0,0243	0,1054	0,0610	0,0471	0,0471	0,0234	0,0486

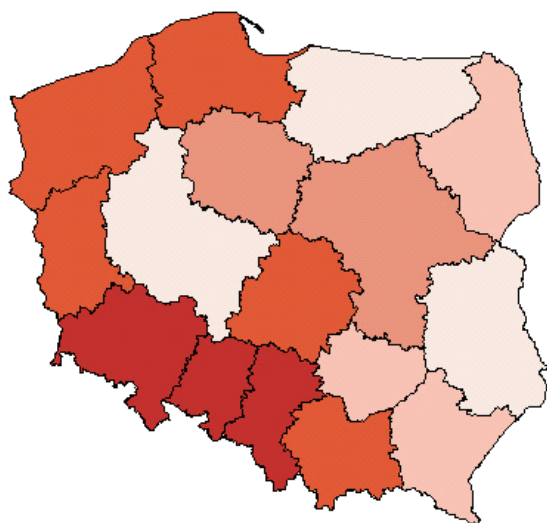
Objaśnienia wartości maksymalne zaznaczono kolorem zielonym, minimalne kolorem żółtym



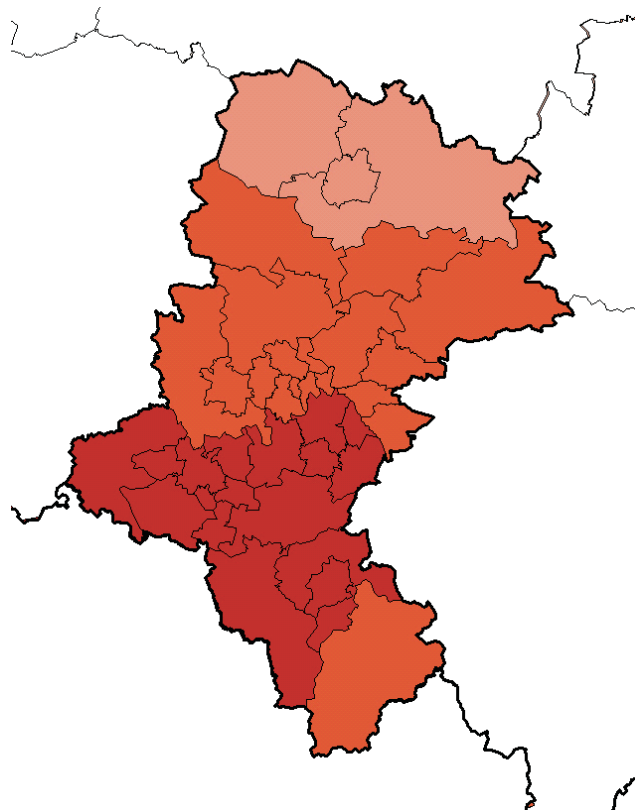
POLSKA:	POWIATY:
23,12 - 27,76	28,56 - 36,20
20,65 - 23,12	22,18 - 28,56
19,00 - 20,65	18,68 - 22,18
17,08 - 19,00	15,66 - 18,68
13,82 - 17,08	11,45 - 15,66



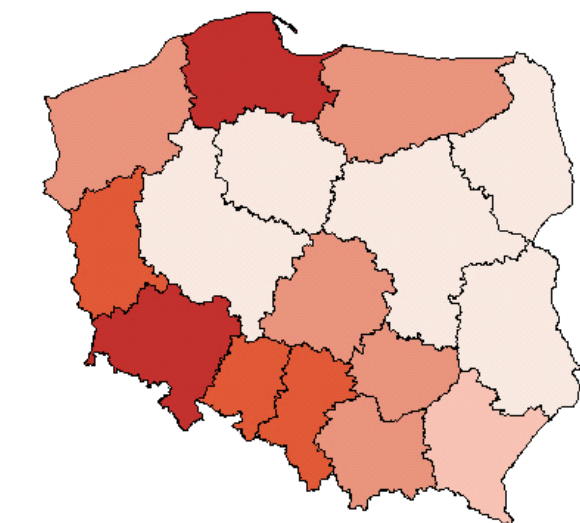
Ryc. 37. Roczne ładunki jednostkowe siarczanów [w kg SO₄²⁻/ha] wniesione przez opady atmosferyczne w 2002 roku na obszar poszczególnych województw oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszary powiatów w województwie śląskim



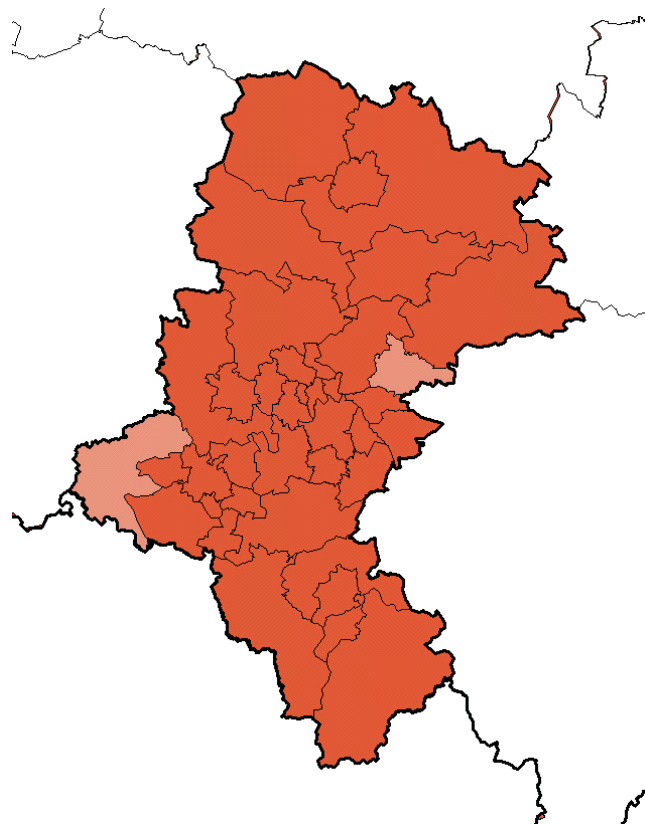
POLSKA:	POWIATY:
3,59 - 3,97	4,21 - 5,53
3,09 - 3,59	3,43 - 4,21
2,89 - 3,09	2,96 - 3,43
2,83 - 2,89	2,63 - 2,96
2,56 - 2,83	1,98 - 2,63



Ryc. 38. Roczne ładunki jednostkowe azotynów i azotanów [w kg N/ha] wniesione przez opady atmosferyczne w 2002 roku na obszar poszczególnych województw oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszary powiatów w województwie śląskim



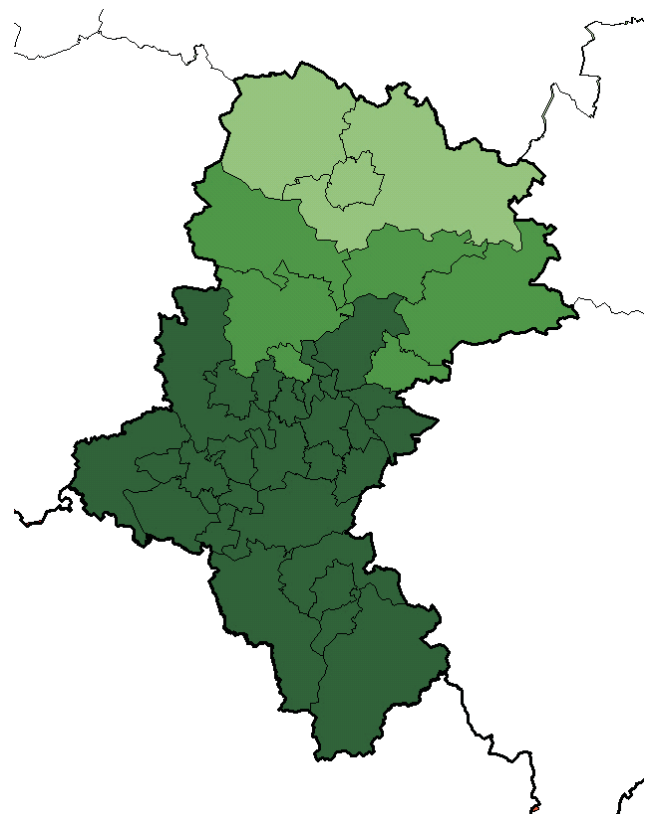
POLSKA:	POWIATY:
0,0995 - 0,1054	0,0889 - 0,1374
0,0557 - 0,0995	0,0544 - 0,0889
0,0451 - 0,0557	0,0367 - 0,0544
0,0366 - 0,0451	0,0234 - 0,0367
0,0233 - 0,0366	0,0019 - 0,0234



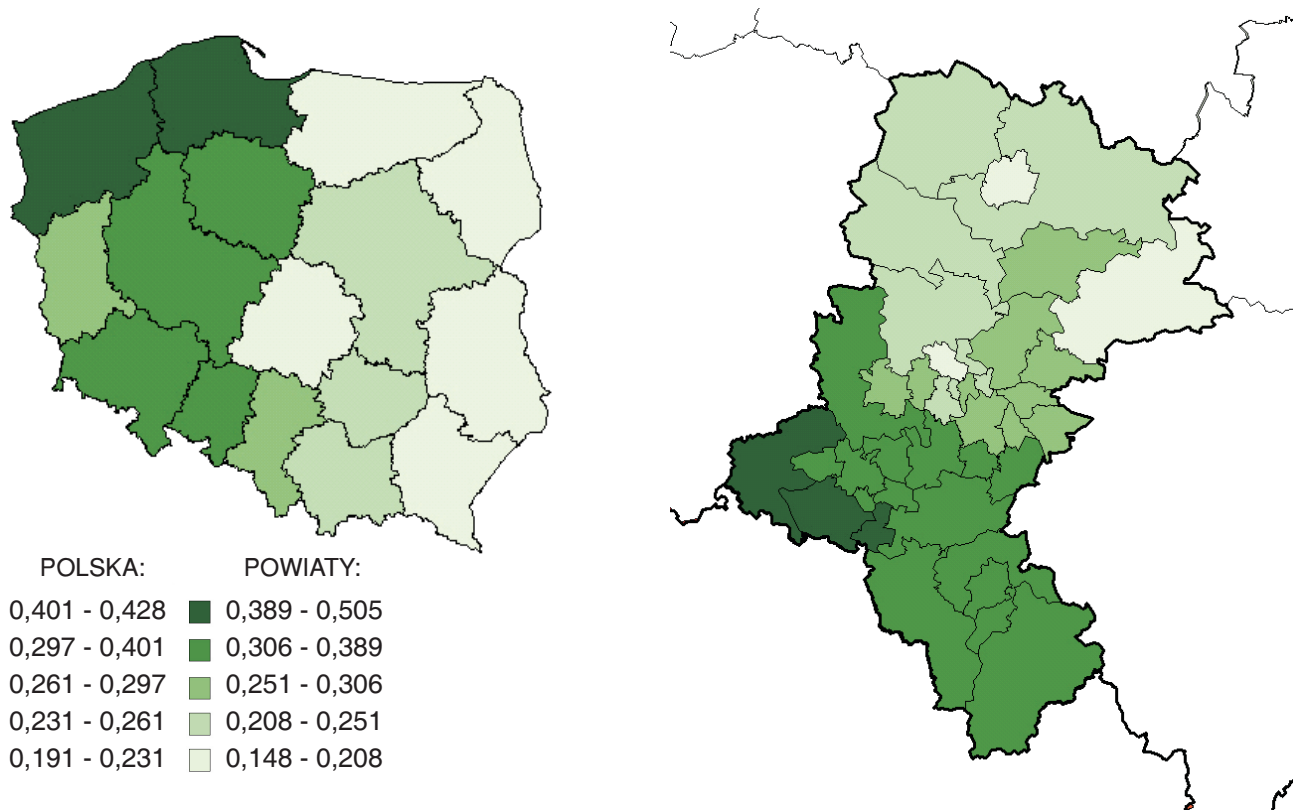
Ryc. 39. Roczne ładunki jednostkowe jonu wodorowego [w kg H⁺/ha] wniesione przez opady atmosferyczne w 2002 roku na obszar poszczególnych województw oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszary powiatów w województwie śląskim



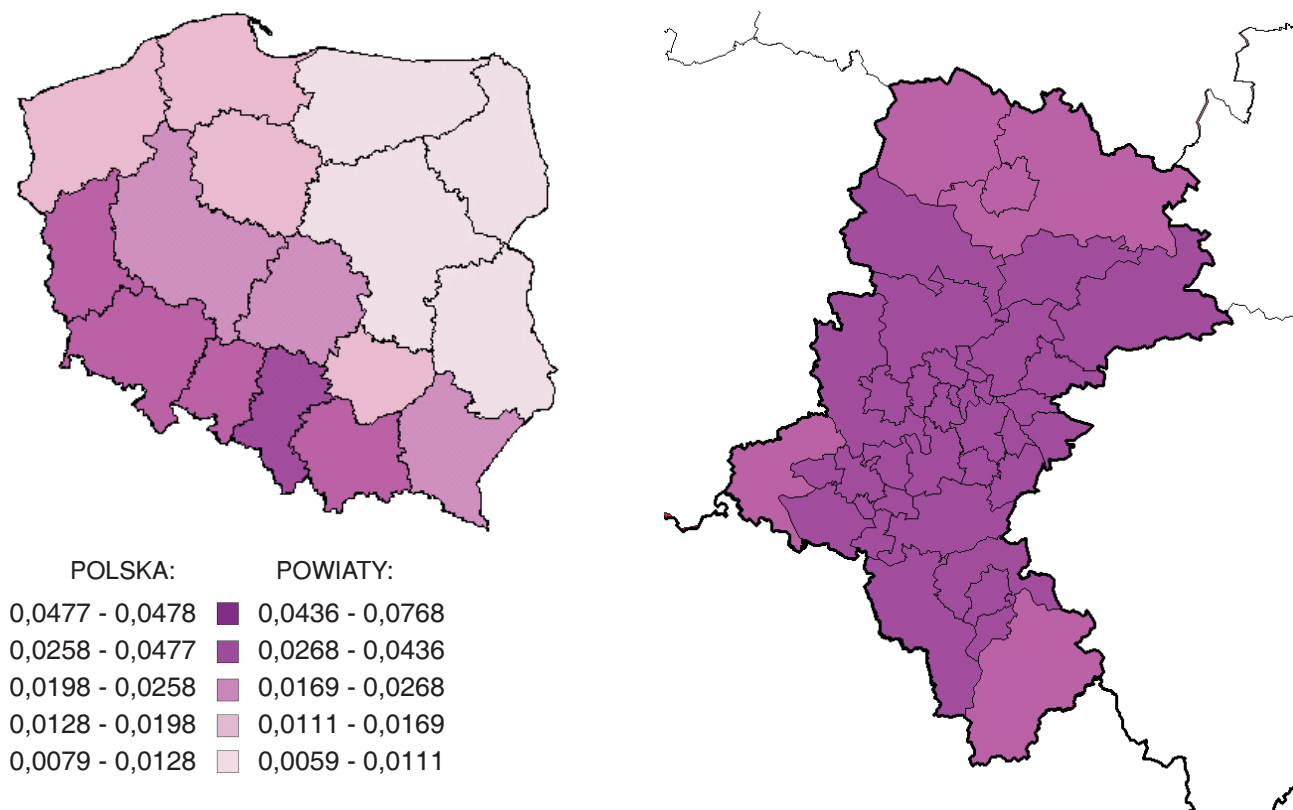
POLSKA:	POWIATY:
15,53 - 15,54	15,82 - 20,33
13,02 - 15,53	13,17 - 15,82
11,70 - 13,02	11,32 - 13,17
10,01 - 11,70	9,70 - 11,32
8,20 - 10,01	6,93 - 9,70



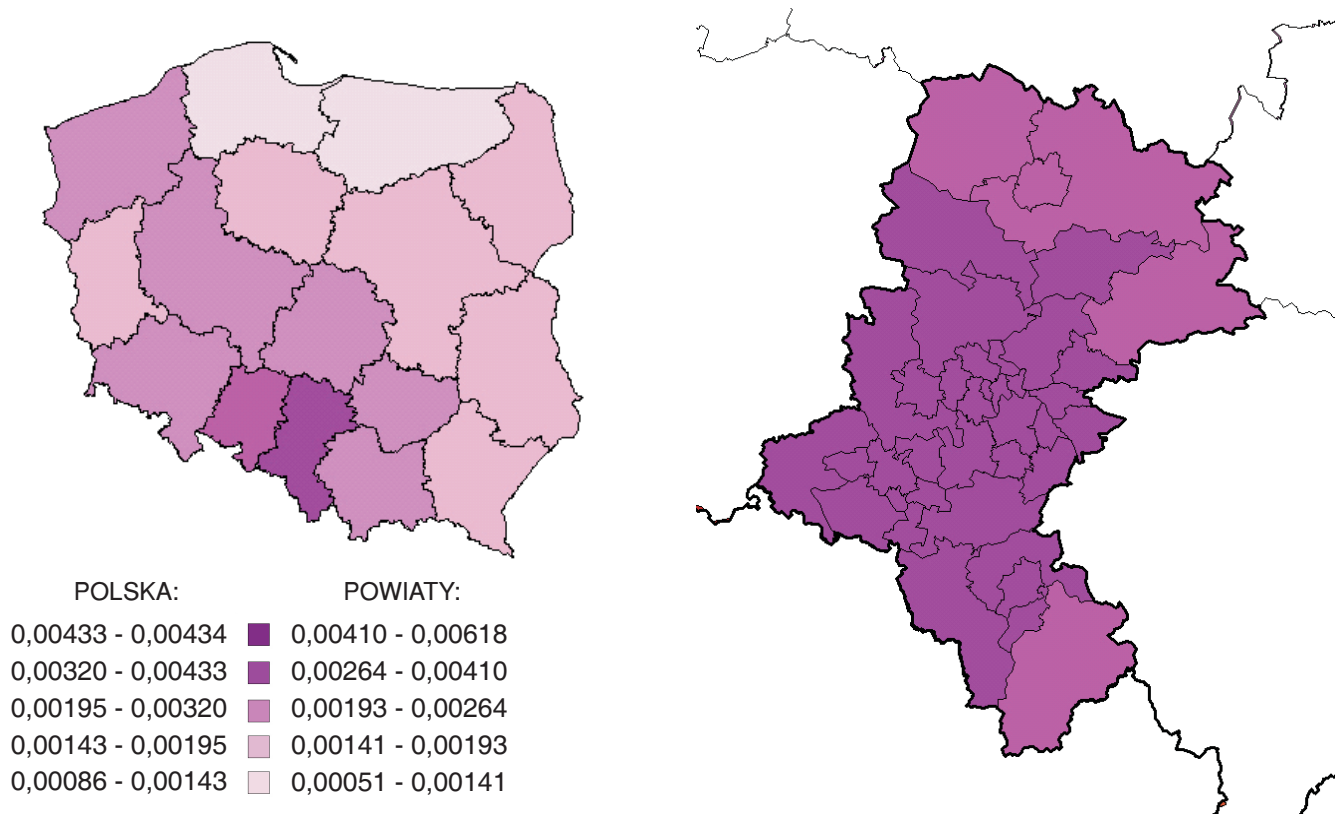
Ryc. 40. Roczne ładunki jednostkowe azotu ogólnego [w kg N/ha] wniesione przez opady atmosferyczne w 2002 roku na obszar poszczególnych województw oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszary powiatów w województwie śląskim



Ryc. 41. Roczne ładunki jednostkowe fosforu ogólnego [w kg P/ha] wniesione przez opady atmosferyczne w 2002 roku na obszar poszczególnych województw oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszary powiatów w województwie śląskim



Ryc. 42. Roczne ładunki jednostkowe ołowiu [w kg Pb/ha] wniesione przez opady atmosferyczne w 2002 roku na obszar poszczególnych województw oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszary powiatów w województwie śląskim



Ryc. 43. Roczne ładunki jednostkowe kadmu [w kg Cd/ha] wniesione przez opady atmosferyczne w 2002 roku na obszar poszczególnych województw oraz przestrzenny rozkład ładunków wniesionych na obszary powiatów w województwie śląskim

liz składu opadów z 25 stacji monitoringowych poddano analizie przy użyciu komputerowego systemu informacji przestrzennej (GIS). Wykorzystując model generujący rozkład przestrzenny badanych substancji na obszarze Polski w siatce 8x8 km, interpretowany dalej w programie MapInfo, oszacowano ich wielkości ładunków jednostkowych i całkowitych obciążających województwo śląskie, jego poszczególne powiaty i dla porównania obszary pozostałych województw Polski. Obliczone dane przedstawiono w tabeli 19 oraz zobrazowano zróżnicowanie w obciążeniu rocznym na rycinach od 37 do 43.

Dla porównania wielkości mokrej depozycji na obszarze województwa śląskiego w latach 1999-2002 na rycinie 44 przedstawiono diagramy wielkości ładunków badanych substancji oraz średniorocznych sum opadów.

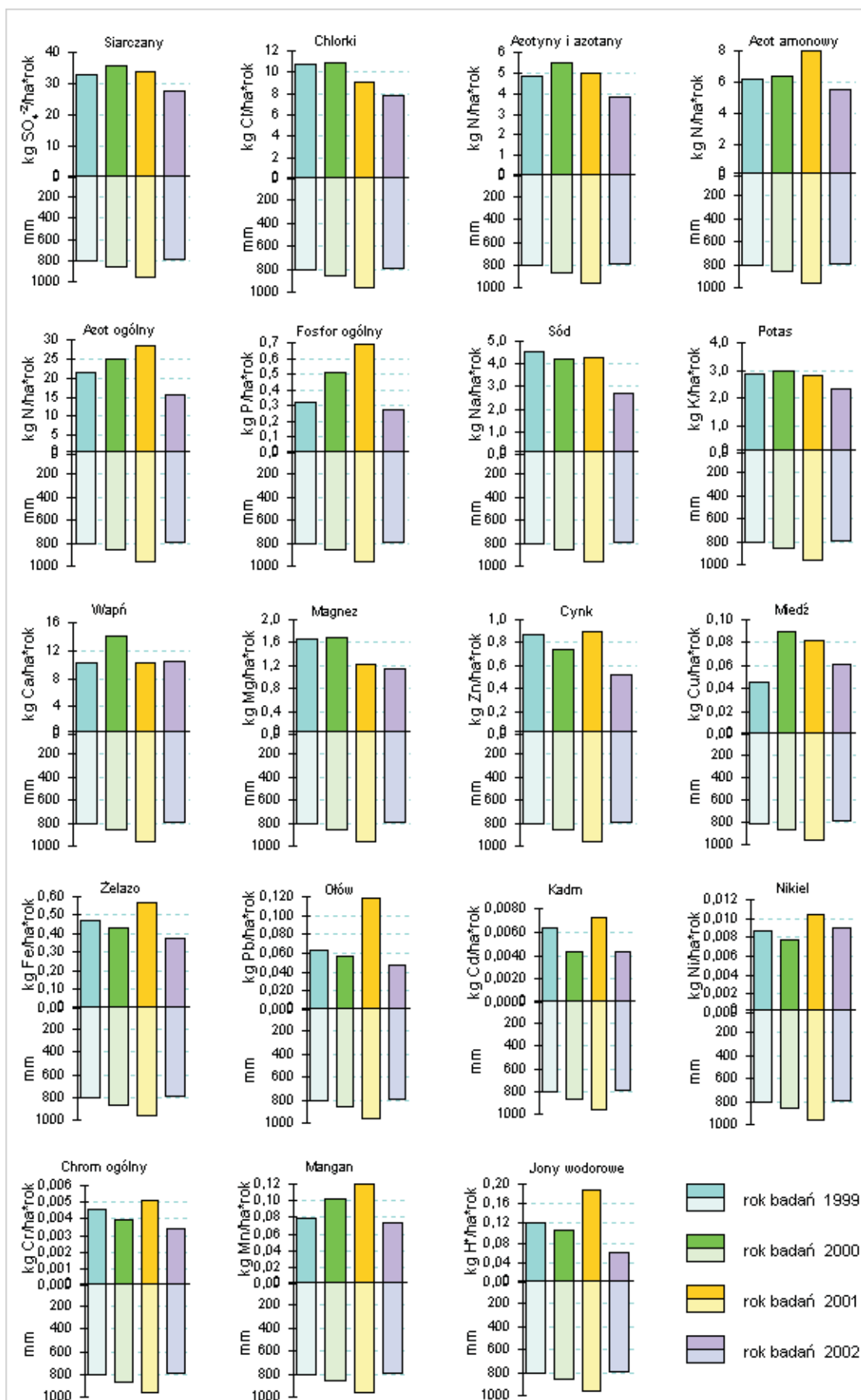
W 2002 roku na stacjach monitoringowych w województwie śląskim dokonano 225 pomiarów odczynu pH dobowych próbek opadów w celu oceny kwasowości wód opadowych. Odczyn pH mieścił się w zakresie od 3,91 do 7,86 pH, w tym w Katowicach od 3,91 do 7,11, średnia roczna ważona 4,80 pH, a w Raciborzu od 3,94 do 7,86, średnia roczna ważona 4,94 pH. W przypadku 57% próbek wartości odczynu były niższe od wartości pH=5,6 oznaczającej naturalną kwasowość wód opadowych, wskazując na zawartość w nich mocnych kwasów mineralnych. W porównaniu z rokiem ubiegłym zanotowano spadek ilości kwaśnych deszczy (opadów z odczynem poniżej wartości 5,6 pH) o 13%.

Na obszar województwa śląskiego, wody opadowe w 2002 roku wniosły: 34125 ton siarczanów (27,76 kg SO_4^{2-} /ha); 9556 ton chlorków (7,77 kg Cl/ha); 4728 ton (N) azotynów i azotanów (3,85 kg N/ha); 6755 ton azotu amonowego (5,49 kg N/ha); 19097 ton azotu ogólnego (15,53 kg N/ha); 339 ton fosforu ogólnego (0,276 kg P/ha); 3361 ton sodu (2,73 kg Na/ha); 2841 ton potasu (2,31 kg K/ha); 12820 ton wapnia (10,43 kg Ca/ha); 1411 ton magnezu (1,15 kg Mg/ha); 630,5 ton cynku (0,513 kg Zn/ha); 75,5 ton miedzi (0,0614 kg Cu/ha); 461,4 tony żelaza (0,375 kg Fe/ha); 58,70 ton ołowiu (0,0477 kg Pb/ha); 5,331 ton kadmu (0,00434 kg Cd/ha); 11,05 ton niklu (0,0090 kg Ni/ha); 4,208 ton chromu (0,0034 kg Cr/ha) i 91,07 ton manganu (0,0741 kg Mn/ha) oraz 74,97 ton wolnych jonów wodorowych (0,0610 kg H^+ /ha).

Największym ładunkiem badanych substancji w województwie śląskim został obciążony powiat tyski, z najwyższymi w porównaniu do obciążenia pozostałych powiatów ładunkami siarczanów, chlorków, magnezu, miedzi, żelaza, kadmu, chromu, manganu i jonów wodorowych.

Najmniejsze obciążenie powierzchniowe wystąpiło w powiecie Częstochowa z najniższym w stosunku do pozostałych powiatów obciążeniem ładunkami siarczanów, azotynów i azotanów, azotu amonowego, wapnia, cynku, miedzi, ołowiu, kadmu, niklu, chromu i manganu.

Roczny ładunek jednostkowy badanych substancji zde-



Ryc. 44. Depozycja substancji wprowadzanych z opadem atmosferycznym (wet-only) na obszar województwa śląskiego w latach 1999-2002 (wielkości ładunków w kg/ha*rok) i średnioroczne sumy opadów [mm]

ponowany na obszar województwa śląskiego był większy niż średni dla całego obszaru Polski.

Ocena wyników czteroletnich badań monitoringowych chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża prowadzonych w okresie lat 1999 - 2002 wykazała, że depozycja roczna analizowanych substancji wprowadzonych wraz z opadami na obszar województwa śląskiego dla większości składników charakteryzowała się, przy pewnym zróżnicowaniu, zmianami spadkowymi, a całkowite roczne obciążenie powierzchniowe obszaru województwa śląskiego w 2002 roku ładunkiem badanych substancji deponowanych z atmosfery przez opad mokry zmalało o 25%, w porównaniu do średniej z poprzednich lat badań, przy średniorocznej sumie wysokości opadu mniejszej o 10%.

Wniesiony wraz z opadami w 2002 roku ładunek siarczanów, w porównaniu do średniej z lat 1999-2001, zmalał o 18,8%, ładunek chlorków o 24,1%, azotynów i azotanów o 24,6%, azotu amonowego o 19,8%, azotu ogólnego

o 38,0%, fosforu ogólnego o 45,6%, sodu o 37,2%, potasu o 20,1%, wapnia o 9,4%, magnezu o 24,2%, cynku o 38,5%, miedzi o 14,4%, żelaza o 23,4%, ołowiu o 39,9%, kadmu o 27,4%, chromu o 24,9%, manganu o 25,9% i jonów wodorowych o 55,8%, natomiast ładunek niklu kształtował się na poziomie, średniego z wielolecia 1999-2001.

Powyższe dane, przedstawione w tabelach i na rysunkach, obrazują stan jakości opadów atmosferycznych i obciążenie środowiska naturalnego województwa śląskiego w wyniku deponowanych substancji wraz z opadami na poszczególne jego tereny w 2002 roku. Depozycja zanieczyszczeń atmosferycznych, pomimo obserwowanych tendencji malejących wielu składników w wieloleciu 1999-2002, nadal jest znaczącym obciążeniem, szczególnie w przypadku kwasotwórczych związków siarki i azotu (kwaśne deszcze), związków biogennych i metali ciężkich i nie może być pomijana w planowaniu programów naprawczych dotyczących ochrony środowiska.

7. Podsumowanie

Województwo śląskie należy do regionów Polski o największej emisji zanieczyszczeń pyłowych. W ilości wyemitowanych ogółem zanieczyszczeń gazowych zajmuje drugie miejsce po województwie łódzkim. Inwentaryzacja gazów cieplarnianych wykazuje, że województwo śląskie wprowadza do powietrza ze źródeł przemysłowych 78% krajowej emisji metanu oraz 18% emisji dwutlenku węgla.

Procesy spalania paliw, procesy przemysłowe i transport drogowy są głównymi źródłami emisji większości zanieczyszczeń emitowanych do powietrza oraz decydują o stanie jego zanieczyszczenia.

W województwie śląskim uległa poprawie jakość powietrza, chociaż korzystne zmiany w emisji nie zawsze są widoczne w postaci malejących stężeń zanieczyszczeń.

Ocena poziomu substancji w powietrzu w 2002 roku została przeprowadzona w 18 strefach i 3 aglomeracjach w oparciu o wyniki badań uzyskane w państwowym monitoringu środowiska.

Jakość powietrza oceniono z uwzględnieniem dwóch grup kryteriów ustanowionych ze względu na ochronę zdrowia ludzi oraz ochronę roślin. W wyniku przeprowadzonej oceny rocznej wyodrębniono strefy zaliczone do klasy od A do C oraz B/C i A/C (od klasy najbardziej do najmniej korzystnej).

Strefy zaliczone do klasy B i B/C z uwagi na ochronę zdrowia ludzi, na terenie których konieczne jest przeprowadzenie dalszych badań w celu potwierdzenia ewentualnej potrzeby podjęcia działań na rzecz poprawy jakości powietrza oraz wzmocnienia systemu oceny to:

- ze względu na pył zawieszony PM10: strefy - gliwicka, rybnicka, wodzisławska, będzińska, zawierciańska, cieszyńska, żywiecka oraz Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska,
- ze względu na benzen: strefy - rybnicka, raciborska, wodzisławska, bielska, Bielsko Biąta miasto, oraz aglomeracje Górnośląska i Rybnicko-Jastrzębska.

Przeprowadzona klasyfikacja dla pozostałych zanieczyszczeń takich jak: dwutlenek siarki, dwutlenek azotu, ołów, ozon i tlenek węgla wykazała klasę A, co oznacza konieczność utrzymania jakości powietrza na tym samym lub lepszym poziomie.

Klasyfikacja roczna stref województwa śląskiego pod względem ochrony roślin potwierdziła brak przekroczeń wartości dopuszczalnych tlenków azotu, dwutlenku siarki i ozonu (AOT40). W ocenie rocznej jakości powietrza w tym zakresie uzyskano klasę A.

Wyniki pomiarów stężeń pyłu PM10 dostępne w Aglomeracji Górnośląskiej, Częstochowskiej oraz w Bielsku Białej - strefie miejskiej były wystarczające do podjęcia decyzji o potrzebie opracowania programu ochrony powietrza z uwagi na przekraczanie wartości dopuszczalnych powiększonych o margines tolerancji oraz dopuszczalnej częstości przekraczania.

Na standard życia mieszkańców województwa śląskiego znacząco wpływa zanieczyszczenie powietrza pyłem oraz toksycznymi substancjami emitowanymi przez pojazdy.

Wysokie stężenia pyłu PM10 oraz benzenu odnotowane w systemie monitoringu są powodowane w dużej mierze emisją ze źródeł rozproszonych oraz emisją komunikacyjną. Źródła niskie posiadają lokalne znaczenie, jednak ich oddziaływanie decyduje o skali zagrożenia.

Wyniki badań stanu zanieczyszczenia powietrza benzenem w rejonie obiektów infrastruktury drogowej potwierdzają wysoki stopień narażenia mieszkańców na skutki emisji substancji szkodliwych zawartych w spalinach samochodowych.

Ocena wyników czteroletnich badań monitoringowych chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża prowadzonych w okresie lat 1999-2002 wykazała, że depozycja roczna substancji wprowadzonych

dzonych wraz z opadami na obszar województwa śląskiego dla większości składników charakteryzowała się zmianami spadkowymi, a całkowite roczne obciążenie powierzchniowe obszaru województwa w 2002 roku ładunkiem badanych substancji deponowanych z atmosfery przez opad mokry zmalało o 25%, w porównaniu do średniej z poprzednich lat badań, przy średniorocznej sumie wysokości opadu mniejszej o 10%.

Depozycja zanieczyszczeń atmosferycznych, pomimo obserwowanych tendencji malejących wielu składników w wieloleciu 1999-2002, nadal jest znaczącym obciążeniem, szczególnie w przypadku kwasotwórczych związków siarki i azotu (kwaśne deszcze), związków biogennych i metali ciężkich. Roczny ładunek jednostkowy badanych substancji zdeponowany na obszar województwa śląskiego był większy niż średni dla całego obszaru Polski.

