



POWIETRZE

Lilia Szymańska-Kubicka, Romualda Zbrojkiewicz

Zgodnie z regulacjami zawartymi w ustawie Prawo ochrony środowiska, ochrona powietrza polega na zapewnieniu jak najlepszej jego jakości, w szczególności poprzez:

- utrzymywanie poziomów substancji w powietrzu poniżej dopuszczalnych dla nich poziomów lub co najmniej na tych poziomach,
- zmniejszanie poziomów substancji w powietrzu

co najmniej do dopuszczalnych, gdy nie są one dotrzymane.

Ocena jakości powietrza została dokonana w ramach państwowego monitoringu środowiska przy zastosowaniu różnorodnych metod pomiarowych. Wykorzystano wyniki pomiarów Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska, Wojewódzkiej Stacji Sanitarно-Epidemiologicznej oraz instytutów naukowo-badawczych.

1. Emisja zanieczyszczeń

Województwo śląskie należy do regionów Polski o największej emisji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych (około 20% i 19% emisji krajowych oraz 36% emisji zanieczyszczeń gazowych bez dwutlenku węgla). Inwentaryzacja gazów cieplarnianych wykazuje, że udział województwa śląskiego w emisji metanu i dwutlenku węgla ze źródeł przemysłowych wynosi odpowiednio 83% i 19%. Wielkości emisji i ich udział w emisjach krajowych przedstawiono na rycinach od 1 do 5 [1].

W 2005 roku emisja bilansowana przez US w Katowicach wyniosła:

- zanieczyszczeń pyłowych 22,4 tys. Mg (w porównaniu do 2004 roku zmniejszyła się o ponad 15%),
- zanieczyszczeń gazowych 40830,2 tys. Mg (spadek o około 3% w porównaniu do 2004 roku), w tym:
- dwutlenku węgla 40116,5 tys. Mg (spadek o 3%),

- dwutlenku siarki 146,5 tys. Mg (spadek o 4%),
- tlenków azotu 72,15 tys. Mg (spadek o około 3%),
- tlenku węgla 116,6 tys. Mg (spadek o 20%).

W porównaniu do 2004 roku zmniejszyła się o 4,1 tys. Mg emisja zanieczyszczeń pyłowych i o 1410,6 tys. Mg zanieczyszczeń gazowych, w tym dwutlenku węgla o 1405,5 tys. Mg. W województwie śląskim od kilku lat zmniejsza się emisja zanieczyszczeń pyłowych i w 2005 roku zanieczyszczeń gazowych (ryc. 1 i 2).

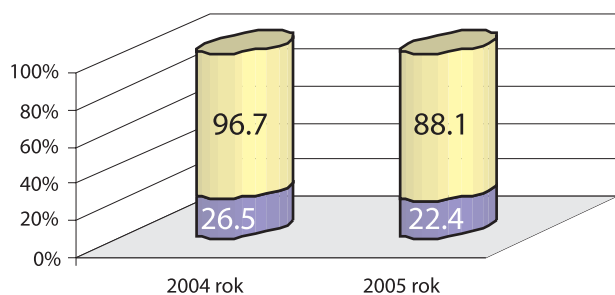
Rodzaje i ilości podstawowych zanieczyszczeń wprowadzanych do atmosfery wynikają przede wszystkim z rodzaju i ilości spalanych paliw, głównie węgla kamiennego. Przemysłowymi źródłami metanu są górnictwo i kopalnictwo. Emisja tlenków azotu związana jest z działalnością przemysłową oraz transportem.

Do największych źródeł emisji dwutlenku siarki

Tabela 1. Emisja zanieczyszczeń z wybranych sekcji i podsekcji wg Europejskiej Klasyfikacji Działalności w 2005 roku

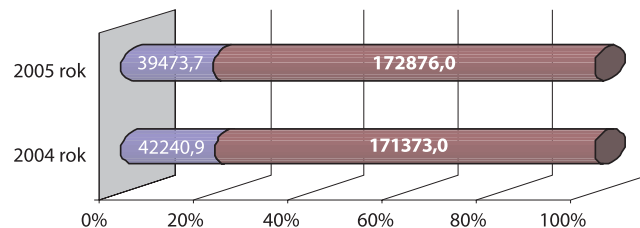
SEKCJE, Podsekcje	Emisja zanieczyszczeń [tys. Mg]							
	pyłowych				gazowych			
	ogółem	w tym pyły:			ogółem	w tym:		
		ze spalania	cementowo-wa- piennicze	krzemowe		dwutlenek siarki	tlenek węgla	dwutlenek węgla
OGÓŁEM	22,4	16,9	0,1	0,3	40830,2	146,5	116,6	40116,5
WYTWARZANIE I ZAOPATRYWANIE W ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ, GAZ I WODĘ	14,7	14,6			35022,4	133,4	14,1	34796,6
PRZETWÓRSTWO PRZEMYSŁOWE	6,6	1,7	0,1	0,3	4739	10,5	102	4614,5
Wytwarzanie koksu, produktów rafinacji ropy naftowej i paliw jądrowych	0,6				638,7	2	3,9	631,2
Produkcja wyrobów chemicznych	0,1				103,7		0,1	103,3
Produkcja metali i wyrobów z metali	3,8	0,1		0,2	2675,6	5	93,5	2571,7
Produkcja wyrobów z surowców niemetalicznych, w tym produkcja cementu	0,5	0,2	0,1		722,7	0,7	2	717,1
Pozostałe podsekcje	1,6	1,4		0,1	598,3	2,8	2,5	591,2
GÓRNICTWO I KOPALNICTWO	1,1	0,5			959,3	2,4	0,4	596,4
BUDOWNICTWO					5,2			5,1
POZOSTAŁE SEKCJE		0,1			104,3	0,2	0,1	103,9

■ województwo śląskie ■ pozostałe województwa



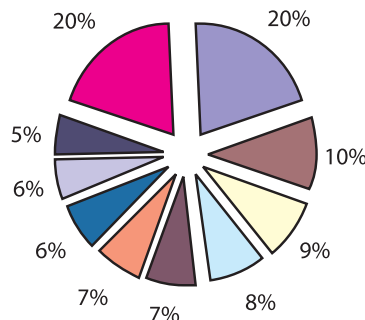
Ryc. 1. Emisje zanieczyszczeń pyłowych województwa śląskiego w tys. Mg i ich udział w emisjach krajowych w latach 2004-2005

■ województwo śląskie ■ pozostałe województwa

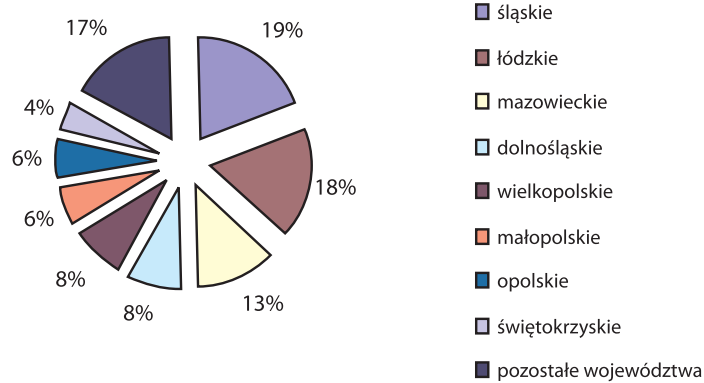


Ryc. 2. Emisje zanieczyszczeń gazowych województwa śląskiego w tys. Mg i ich udział w emisjach krajowych w latach 2004-2005

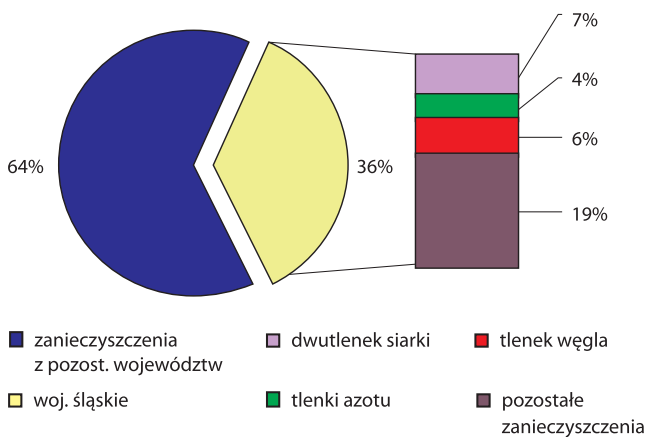
■ śląskie
■ mazowieckie
■ wielkopolskie
■ małopolskie
■ dolnośląskie
■ łódzkie
■ kujawsko-pomorskie
■ lubelskie
■ zachodniopomorskie
■ pozostałe województwa



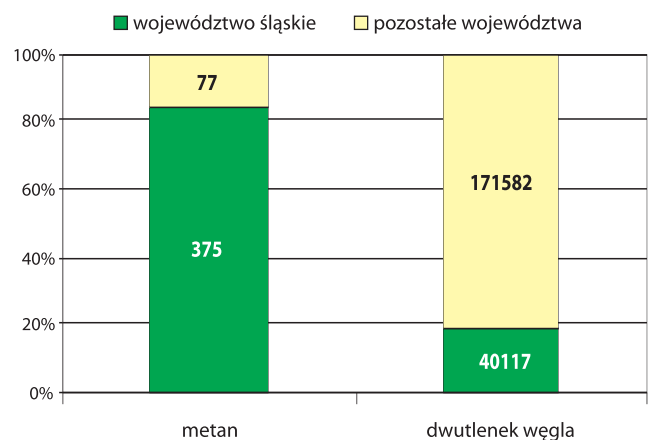
Ryc. 3a. Udział województw w krajowej emisji zanieczyszczeń pyłowych w 2005 roku



Ryc. 3b. Udział województw w krajowej emisji zanieczyszczeń gazowych w 2005 roku



Ryc. 4. Udział województwa śląskiego w krajowej emisji zanieczyszczeń gazowych w 2005 roku (bez dwutlenku węgla)



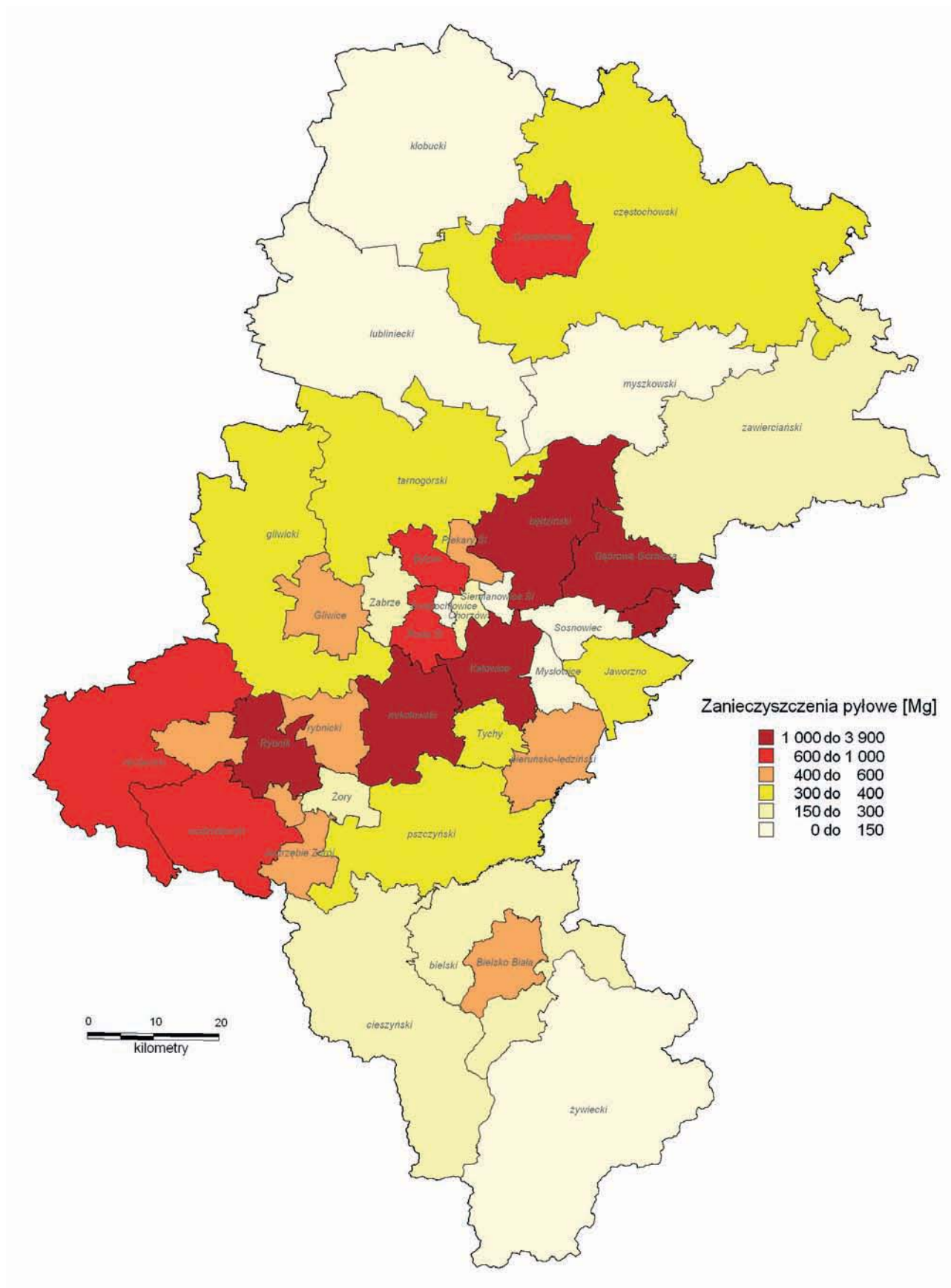
Ryc. 5. Emisja głównych gazów ciepłarnianych (dwutlenku węgla i metanu) w tys. Mg w 2005 roku i ich udział w emisji krajowej

i dwutlenku węgla należą zakłady ujęte wg Europejskiej Klasyfikacji Działalności w sekcji „wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną, gaz i wodę” – elektrownie, elektrociepłownie, kotłownie komunalne. Emisja dwutlenku siarki z tych zakładów stanowiła około 91% emisji wojewódzkiej, wynosząc 133,4 tys. Mg i była o 2,9 tys. Mg niższa niż w 2004 roku (spadek o około 3%). Emisja dwutlenku węgla z tej sekcji stanowiła 87% emisji ogółem i wzrosła o 9% w porównaniu do 2004 roku (tabela 1).

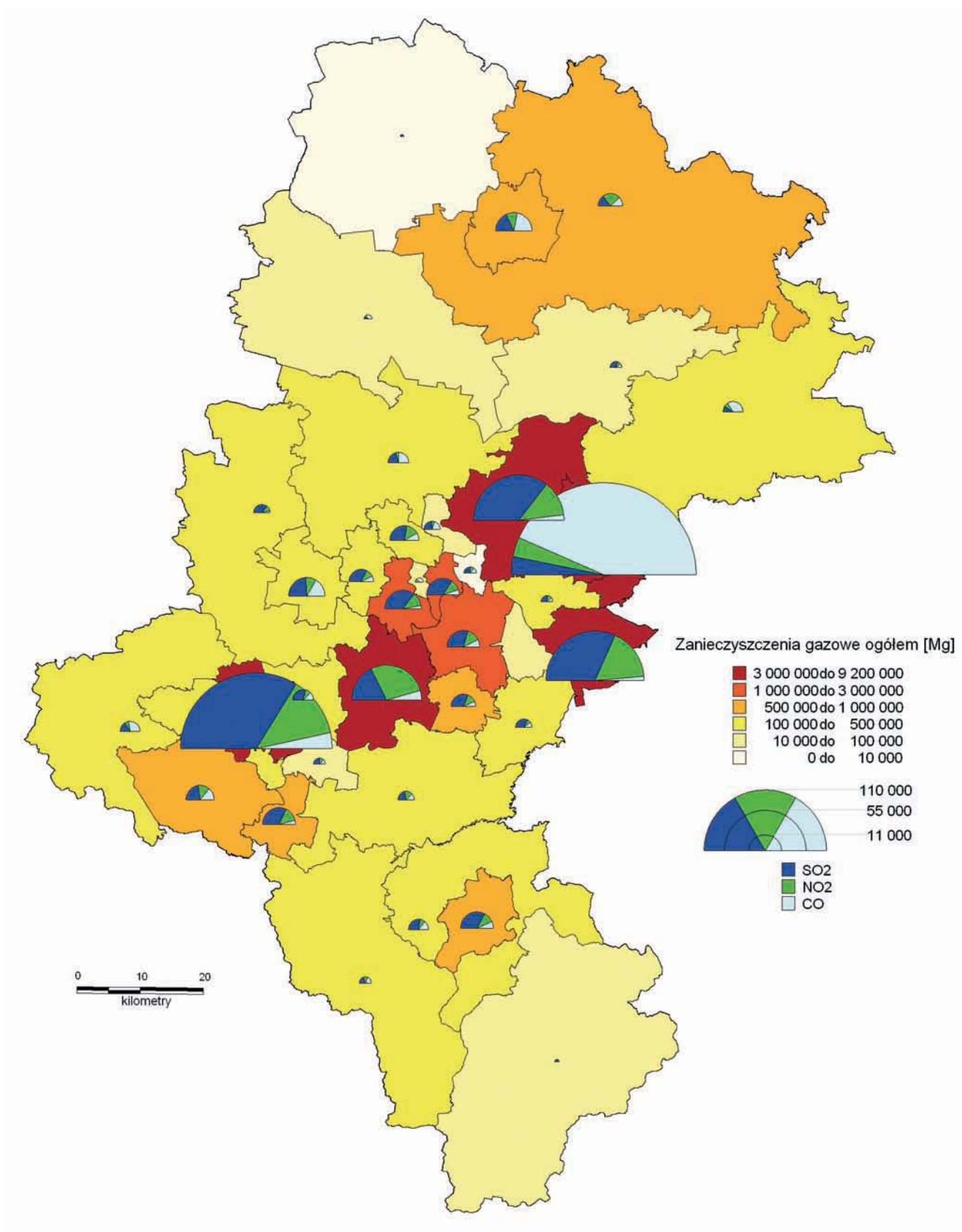
W 2005 roku spadła emisja dwutlenku węgla we wszystkich podsekcjach przetwórstwa przemysłowego, za wyjątkiem wytwarzania koksu, gdzie wzrosła prawie dwukrotnie. Największy spadek, w porównaniu do 2004 roku, wystąpił w podsekcji produkcja wyrobów z surowców niemetalicznych (o 82%).

Dominujący udział w emisji tlenku węgla mają zakłady produkujące metale i wyroby z metali, które wprowadzają ponad 80% emisji tego zanieczyszczenia w województwie tj. 93,57 tys. Mg (w porównaniu do 2004 roku spadek o 28,2 tys. Mg, tj. o około 23%).

Wg danych US w Katowicach największa emisja ze źródeł punktowych została zbilansowana w Dąbrowie Górniczej ok. 17% zanieczyszczeń pyłowych oraz w Rybniku – ok. 22% zanieczyszczeń gazowych województwa. Powiaty takie jak będziński, mikołowski oraz miasta Dąbrowa Górnicza, Rybnik wprowadzają 46% zanieczyszczeń pyłowych oraz 54% zanieczyszczeń gazowych województwa śląskiego. Wielkości emisji w poszczególnych powiatach przedstawiono na ryc. 6 i 7.



Ryc. 6. Emisja zanieczyszczeń pyłowych w powiatach w 2005 roku



Ryc. 7. Emisja zanieczyszczeń gazowych w powiatach w 2005 roku

2. Charakterystyka warunków meteorologicznych

Elwira Ostrowska – IMGW Oddział w Krakowie, Górnośląskie Centrum Hydrologiczno-Meteorologiczne

Warunki meteorologiczne – poza warunkami emisji, rzeźbą terenu i właściwościami zanieczyszczeń – są podstawowym czynnikiem wpływającym na rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń w dolnej warstwie atmosfery. Proces rozprzestrzenienia się zanieczyszczeń w powietrzu zachodzi pod wpływem: transportu przez wiatr, mieszania turbulencyjnego, suchego osiadania na podłożu, przemian chemicznych oraz wymywania przez opady atmosferyczne.

Wyraźna sezonowość monitorowanych substancji zanieczyszczających atmosferę zdecydowała, że analizowano oddzielnie sezony:

- zimowy, odznaczający się zwiększonym zanieczyszczeniem atmosfery substancjami pochodzącymi głównie z niskich źródeł emisji; ze względu na kalendarzowy charakter analizy omawiany sezon zimowy obejmuje części dwóch sezonów zimowych: 2004/2005 (styczeń-marzec 2005) i 2005/2006 (październik-grudzień 2005),
- letni, charakteryzujący się zwiększonym zanieczyszczeniem atmosfery przez skażenia wtórne powstałe w reakcjach fotochemicznych.

Sezon zimowy 2005 roku (I-III, X-XII) pod względem termicznym należał do wyraźnie zróżnicowanych i choć generalnie był chłodniejszy od przeciętnego, ujemne odchylenie średniej temperatury sezonu od normy wyniosło 0,9°C. Wielkości odchylenia średnich temperatur poszczególnych miesięcy od ich wartości wieloletnich pozwoliły sklasyfikować styczeń jako bardzo ciepły, październik i grudzień – normalne, listopad – chłodny, a luty i marzec – bardzo chłodne. Pod względem opadowym analizowany sezon był skrajnie zróżnicowany, a ogólnie wilgotniejszy od przeciętnego. Miesiącami szczególnie wilgotnymi były grudzień i styczeń natomiast skrajnie suchym – październik.

Najbardziej niekorzystne warunki pogodowe

dla rozprzestrzeniania zanieczyszczeń wystąpiły w pierwszej dekadzie lutego. W jego pierwszych kilku dniach południowa Polska była w zasięgu niżu znad Morza Norweskiego. Napływało chłodne i wilgotne powietrze polarne morskie. W dniach 5 i 6 lutego pogodę kształtował klin wyżu znad Rosji, a od 7 lutego rozległy wyż rosyjski kierujący do nas mroźne i suche powietrze kontynentalne zapewniał warunki pogodowe, które w sposób bezpośredni (wiatr, opady atmosferyczne) jak i pośredni (temperatura powietrza) sprzyjały złej jakości powietrza. Utrzymujący się przez kilka dni słaby wiatr, a także cisze atmosferyczne, brak opadów atmosferycznych, poranne zamglenia, inwersje termiczne hamujące pionową wymianę powietrza oraz niskie temperatury powietrza (9 lutego temperatura minimalna obniżyła się do minus 18,9°C) wymuszające intensywniejsze ogrzewanie mieszkań powodowały, że jakość powietrza pogarszała się z dnia na dzień. Zanieczyszczenie powietrza głównie pyłem zawieszonym, ale także dwutlenkiem siarki, dwutlenkiem azotu oraz tlenkiem węgla, począwszy od 5 lutego rosło z dnia na dzień, aż do osiągnięcia maksimum 9 lutego. Już następnego dnia, 10 lutego, zmiana cyrkulacji na zachodnią, a wraz z nią napływ cieplejszej i wilgotnej masy powietrza polarnej morskiej wpłynęła na poprawę warunków arosanitar-nych.

Najbardziej korzystnym okresem pod względem jakości powietrza był styczeń - bardzo ciepły (dodatnie odchylenie od średniej wieloletniej wyniosło 1,8°C), szczególnie wilgotny (suma opadów stanowiła 214% średniej wieloletniej) i wietrzny (średnia miesięczna prędkość wiatru wyniosła 4 m/s). W jego pierwszej połowie pogodę w południowej Polsce kształtowały układy niskiego ciśnienia z ośrodkami najczęściej znad północnej Europy i fronty atmosferyczne związane z nimi. Napływ powietrza

Tabela 2. Charakterystyki wybranych elementów meteorologicznych w Katowicach w sezonie zimowym (styczeń-marzec, październik-grudzień) w 2005 roku

Elementy meteorologiczne		I	II	III	X	XI	XII
Średnia temperatura	[°C]	0,1	-3,6	0,7	8,8	2,0	-1,1
Średnia temperatura w wieloleciu 1976-2005	[°C]	-1,7	-0,6	3,3	8,9	3,3	-0,6
Temperatura minimalna	[°C]	-13,2	-18,9	-13,8	-4,0	-6,9	-9,9
Suma opadów	[mm]	90	48	27	5	42	155
Suma opadów w wieloleciu 1976-2005	[mm]	42	37	43	48	49	51
Liczba dni z opadem		23	19	14	4	16	22
Liczba dni z mgłą		.	7	3	16	13	13
Udział cisz	[%]	2,2	3,6	9,7	14,0	8,9	3,2

Tabela 3. Charakterystyki wybranych elementów meteorologicznych w Katowicach w sezonie letnim (kwiecień-wrzesień) w 2005 roku

Elementy meteorologiczne	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Średnia temperatura [°C]	9,2	14,1	16,5	19,3	16,7	14,1
Średnia temperatura w wieloleciu 1976-2005 [°C]	8,1	13,6	16,3	17,9	17,6	13,2
Temperatura maksymalna [°C]	21,1	32,2	29,0	33,6	27,6	27,8
Suma opadów [mm]	24	75	50	72	97	37
Suma opadów w wieloleciu 1976-2005 [mm]	49	75	83	97	78	61
Liczba dni z opadem	6	16	12	16	15	10
Liczba dni z mgłą	5	.	.	1	4	6
Udział ciszy [%]	5,6	2,2	2,2	5,4	9,7	13,3
Usłonecznienie [godz.]	189	254	248	211	187	217
Usłonecznienie w wieloleciu 1976-2005 [godz.]	145	206	201	213	203	130
Liczba dni z usłonecznieniem powyżej 10 godz.	8	14	11	9	8	10

polarnego morskiego znad Atlantyku zapewniał pogodę ciepłą, średnia temperatura dobową przez wszystkie kolejne dni była dodatnia, osiągając najwyższą wartość plus 8,6°C – 8 stycznia. Intensywna cyrkulacja zachodnia była przyczyną pogody wietrznej, przeważał wiatr umiarkowany, okresami dość silny i porywisty, a także występowania opadów deszczu okresami intensywnego. Wysoka temperatura powietrza, jak na sezon zimowy, wpływała na zdecydowane ograniczenie "niskiej emisji", a opady atmosferyczne oraz przeważnie umiarkowany i porywisty wiatr stwarzały korzystne warunki do wyfukiwania i wywiewania zanieczyszczeń znad Śląska.

W drugiej połowie stycznia choć decydujący wpływ na pogodę wywierały nadal układy niżowe, to położenie ich ośrodków nad Finlandią, Bałkanami, Włochami i Białorusią powodowały, że napływało chłodne powietrze znad Atlantyku. W tym czasie na względnie dobrą jakość powietrza decydujący wpływ wywierały, często występujący umiarkowany, a nawet dość silny wiatr będący efektem dużych gradientów barycznych oraz opady śniegu nie tylko częste ale okresami także intensywne.

Sezon letni 2005 roku (IV-IX) charakteryzował się zróżnicowanymi warunkami pogodowymi. Pod względem termicznym był nieco cieplejszy od przeciętnego, dodatnie odchylenie od średniej wieloletniej wyniosło 0,5°C. Średnia miesięczna temperatura powietrza tylko sierpnia wykazywała ujemne odchylenie od wartości przeciętnej, średnie temperatury pozostałych miesięcy charakteryzowały się odchyleniami dodatnimi. Tak więc sierpień był miesiącem lekko chłodnym, maj i czerwiec – miesiącami normalnymi, wrzesień – lekko ciepły oraz kwiecień i lipiec – miesiącami ciepłymi. Pod względem opadowym był sezonem suchym z sumą opadów atmosferycznych

stanowiącą zaledwie 80% sumy wieloletniej. Tylko maj i sierpień charakteryzowały się wielkościami opadów zbliżonymi do przeciętnych, pozostałe miesiące wykazywały niższe sumy opadów w stosunku do wartości wieloletnich i tak czerwiec, lipiec i wrzesień to miesiące suche, natomiast kwiecień – bardzo suchy. W analizowanym okresie – generalnie ciepłym i suchym – przeważały warunki pogodowe, które nie tylko sprzyjały powstawaniu, ale także kumulowaniu się ozonu troposferycznego, zanieczyszczenia decydującego o jakości powietrza w sezonie letnim.

Ozon jest zanieczyszczeniem wtórnym. Powstaje w wyniku reakcji fotochemicznych zachodzących w powietrzu zanieczyszczonym tlenkami azotu, węglowodorami i tlenkiem węgla pochodzącymi ze źródeł antropogenicznych, głównie transportu drogowego.

W każdym z poszczególnych miesięcy analizowanego sezonu było sporo dni z wysokim usłonecznieniem utrzymującym się przez co najmniej 10 godzin - od 8 dni w kwietniu i sierpniu do 14 dni w maju. Miesięczne sumy usłonecznienia w kwietniu, maju, czerwcu i wrześniu były znacząco wyższe od przeciętnych, wynosiły 189, 254, 248 i 217 godzin, przekraczając normy wieloletnie odpowiednio: o 44, o 48, o 47 i najwięcej we wrześniu o 87 godzin. Jednak we wrześniu wraz z wpływem miesiąca wyraźnie zmniejszająca się deklinacja Słońca i w konsekwencji coraz krótszy czas oddziaływania promieniowania słonecznego na zanieczyszczenia pierwotne znajdujące się w powietrzu atmosferycznym sprawiały, że zachodzące reakcje fotochemiczne nie były źródłem zagrożenia ozonem, którego stężenie wzrastało co najwyżej do poziomu podwyższonego.

Najbardziej niekorzystne warunki pogodowe dla rozprzestrzeniania zanieczyszczeń w sezonie letnim wystąpiły w lipcu, a zwłaszcza w kilku dniach trzeciej

dekady lipca. Generalnie w kształtowaniu pogody lipca przeważały układy niskiego ciśnienia i cyrkulacja zachodnia. Rzadziej pogoda na Śląsku była efektem wpływu układów wyżowych. Tak więc dni ciepłe występowały na przemian z bardzo ciepłymi, dość często obserwowano opady, także gwałtowne burze. Dopiero pod koniec miesiąca, 27 lipca, wyż znad Bałkanów sprowadził z południa bardzo gorące powietrze zwrotnikowe zapewniając pogodę upalną. W kolejne dni upał osiągający 33-34°C utrzymywał się od godzin przedpołudniowych do zachodu Słońca, wiał słaby wiatr, a okresami występowała cisza atmosferyczna, wilgotność względna powietrza spadała do 39%. Takie warunki pogodowe sprzy-

jały nie tylko tworzeniu, ale także kumulowaniu się w kolejne dni ozonu troposferycznego w powietrzu atmosferycznym.

Najbardziej korzystnym okresem pod względem jakości powietrza był sierpień. Większość dni sierpnia charakteryzowała się pogodą chłodniejszą od przeciętnej i pochmurną, która nie sprzyjała reakcjom fotochemicznym, a częste opady deszczu, także intensywne oraz okresowo umiarkowany i porywisty wiatr sprzyjały wyfukiwaniu i wywiewaniu zanieczyszczeń z powietrza atmosferycznego. Taką pogodę kształtowały najczęściej układy niżowe z centrami nad Czechami, Skandynawią, Włochami i Bałkanami, a także klin wyżu Azorskiego.

3. Ocena stanu zanieczyszczenia powietrza

Ocena jakości powietrza przedstawia klasyfikację w oparciu o przyjęte kryteria – dopuszczalny poziom substancji w powietrzu oraz poziom dopuszczalny powiększony o margines tolerancji, zawarte w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 6 czerwca 2002 roku w sprawie dopuszczalnych poziomów niektórych substancji w powietrzu, alarmowych poziomów niektórych substancji w powietrzu oraz marginesów tolerancji dla dopuszczalnych poziomów niektórych substancji obowiązujących w 2005 roku (Dz. U. nr 87, poz. 796). Wskazuje obszary i przyczyny przekroczeń wartości kryterialnych oraz określa poziomy stężeń

występujące na tych obszarach.

Roczne oceny dokonywane są z uwzględnieniem dwóch grup kryteriów ustanowionych ze względu na ochronę zdrowia ludzi oraz ochronę roślin.

Lista zanieczyszczeń obejmuje następujące zanieczyszczenia z uwagi na:

- ochronę zdrowia ludzi: benzen, dwutlenek azotu, dwutlenek siarki, ołów, tlenek węgla, ozon oraz pył zawieszony PM10,
- ochronę roślin: dwutlenek siarki, tlenki azotu oraz ozon.

Wartości kryterialne do klasyfikacji stref w 2005

Tabela 4. Wartości kryterialne do klasyfikacji stref dla terenu kraju – ochrona zdrowia, rok 2005

Substancja	Okres uśredniania wyników pomiarów	Dopuszczalny poziom substancji w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Wartość marginesu tolerancji w 2005 roku	Dopuszczalny poziom substancji w powietrzu powiększony o margines tolerancji za 2005 rok [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Dopuszczalna częstość przekroczenia dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym
Benzen	rok kalendarzowy	5	5	10	-
Dwutlenek azotu	jedna godzina	200	50	250	18 razy
	rok kalendarzowy	40	10	50	-
Dwutlenek siarki	jedna godzina	350	0	350	24 razy
	24 godziny	125	0	125	3 razy
Ołów	rok kalendarzowy	0,5	0	0,5	-
Ozon	8 godzin	120	0	120	25 dni*
Pył zawieszony PM10	24 godziny	50	0	50	35 razy
	rok kalendarzowy	40	0	40	-
Tlenek węgla	8 godzin	10000	0	10000	-

* liczba dni z przekroczeniami poziomu dopuszczalnego w roku kalendarzowym, uśredniona w ciągu ostatnich 3 lat.

Tabela 5. Wartości kryterialne do klasyfikacji stref dla terenu kraju – ochrona roślin (lata 2003-2009)

Substancja	Okres uśredniania wyników pomiarów	Dopuszczalny poziom substancji w powietrzu
Tlenki azotu*	rok kalendarzowy	30 µg/m ³
Dwutlenek siarki	rok kalendarzowy	20 µg/m ³
Ozon (AOT40)**	okres wegetacyjny (1 V-31 VII)	24000 µg/m ³ h

* suma tlenków azotu i tlenku azotu w przeliczeniu na dwutlenek azotu

** parametr AOT40, obliczony na podstawie stężeń 1 –godz. dla okresu maj-lipiec

roku ze względu na ochronę zdrowia przedstawiono w tabeli 4, ze względu na ochronę roślin w tabeli 5.

Klasy stref i wymagane działania w zależności od poziomów stężeń zanieczyszczenia, uzyskanych w rocznej ocenie jakości powietrza przedstawiono w tabeli 6 – dla przypadków gdy jest i nie jest określony margines tolerancji.

Oceny przeprowadzane są w strefach i aglomeracjach. W województwie śląskim wydzielono 19 stref oraz 2 aglomeracje: Górnośląską i Rybnicko-Jastrzębską (tabela 7).

Czwartą roczną ocenę jakości powietrza dotyczącą 2005 roku przeprowadzono w oparciu o:

- pomiary na stacjach monitoringu oraz przy wykorzystaniu ambulansu pomiarowego imisji, prowadzone z zastosowaniem mierników automatycznych – 18 stanowisk pomiarowych dwutlenku azotu, 19 – dwutlenku siarki, 13 – ozonu, 14 – pyłu zawieszonego PM10, 14 – tlenku węgla, 1 stanowisko benzenu,
- pomiary manualne na stałych stacjach monitoringu prowadzone codziennie – 11 stanowisk pyłu PM10 oraz 15 w trybie cyklicznym traktowane jako „mniej intensywne”,
- pomiary pasywne: 34 stanowiska dwutlenku siarki, 34 tlenków azotu oraz 19 benzenu,

- 26 stanowisk stężeń ołowiu,
- obiektywne metody szacowania, wykorzystujące informacje o emisji zanieczyszczeń,
- wyniki prac Instytutu Ekologii Terenów Uprzemysłowionych w Katowicach dotyczących „Oceny zanieczyszczenia powietrza w województwie śląskim w roku 2004 w oparciu o modelowanie matematyczne ze szczególnym uwzględnieniem wpływu różnych źródeł emisji i zastosowanych parametrów do obliczeń dla dwutlenku siarki, tlenków azotu, pyłu zawieszonego PM10, benzenu, ołowiu i tlenku węgla”.

Lokalizację stanowisk pomiarowych przedstawiono na ryc. 8.

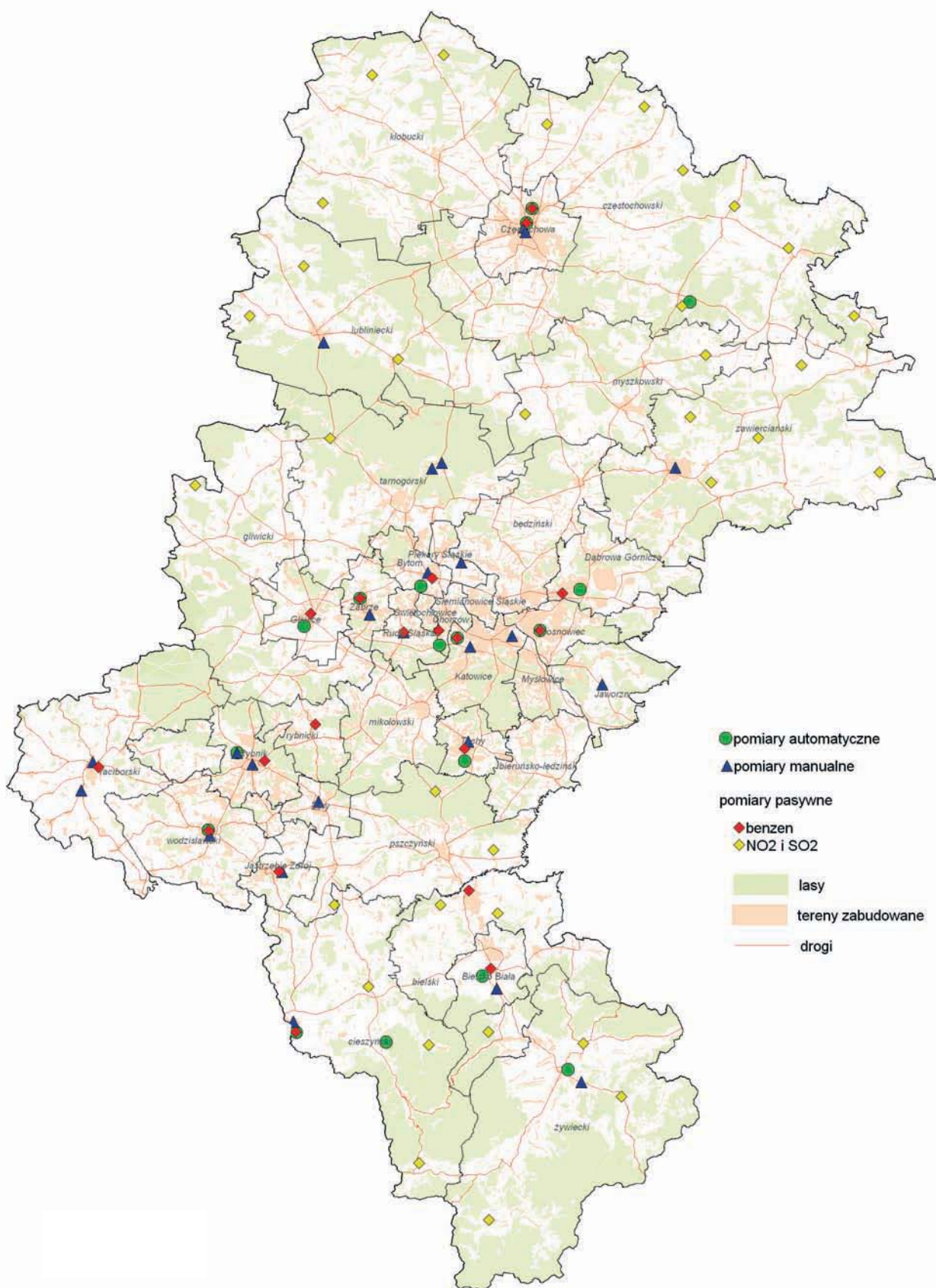
Od 2005 roku ważnym elementem państwowego monitoringu środowiska w województwie śląskim stał się system automatycznych pomiarów jakości powietrza określany jako „śląski monitoring powietrza”.

W latach 2004-2005, w ramach kontraktu PHARE 01.05.06 „Systemy i oceny jakości powietrza – faza II” i środków budżetowych, WIOŚ w Katowicach zmodernizował infrastrukturę techniczną sieci, utworzył nowe stanowiska pomiarowe oraz włączył

Tabela 6. Klasy stref i wymagane działania w zależności od poziomów stężeń substancji, uzyskanych w rocznej ocenie jakości powietrza

Poziomy stężenie substancji	Klasa strefy	Wymagane działania
dla których jest określony margines tolerancji:		
nie przekraczające wartości dopuszczalnej*	A	brak
powyżej wartości dopuszczalnej* lecz nieprzekraczające wartości dopuszczalnej powiększonej o margines tolerancji	B	określenie obszarów przekroczeń wartości dopuszczalnych
powyżej wartości dopuszczalnej powiększonej o margines tolerancji*	C	–określenie obszarów przekroczeń wartości dopuszczalnych oraz wartości dopuszczalnych powiększonych o margines tolerancji, –opracowanie programu ochrony powietrza POP
dla których nie jest określony margines tolerancji:		
nieprzekraczające wartości dopuszczalnej*	A	brak
powyżej wartości dopuszczalnej	C	–określenie obszarów przekroczeń wartości dopuszczalnych, –działania na rzecz poprawy jakości powietrza, opracowanie programu ochrony powietrza POP

* z uwzględnieniem dozwolonych częstotliwości przekroczeń określonych w RMS w sprawie dopuszczalnych poziomów (poziom stężeń „nieprzekraczający wartości dopuszczalnej” oznacza, że jeśli pewna liczba przekroczeń tej wartości jest dozwolona, przypadki przekroczeń poziomu dopuszczalnego nie wystąpiły lub ich liczba nie przekroczyła dozwolonej w ciągu roku)



Ryc. 8. Lokalizacja stanowisk pomiarowych w województwie śląskim w 2005 roku

Tabela 7. Lista stref i aglomeracji w województwie śląskim w 2005 roku

Nazwa strefy (powiatu)	Kod powiatu	Na terenie lub części strefy obowiązują dopuszczalne poziomy substancji określone			Agglomeracja [tak/nie]	Powierzchnia strefy [km ²]	Ludność [tys.]
		ze względu na ochronę zdrowia [tak/nie]	ze względu na ochronę roślin [tak/nie]	dla obszarów ochrony uzdrowiskowej [tak/nie]			
Agglomeracja Górnośląska	4.24.33.00	Tak	Nie	Nie	Tak	1217	2016
Agglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	4.24.45.00	Tak	Nie	Nie	Tak	298	301
Powiat m. Częstochowa	4.24.31.00	Tak	Nie	Nie	Nie	160	248
Powiat m. Bielsko Biała	4.24.32.61	Tak	Nie	Nie	Nie	125	177
Powiat bielski	4.24.32.02	Tak	Tak	Nie	Nie	457	149
Powiat będziński	4.24.33.01	Tak	Tak	Nie	Nie	354	151
Powiat częstochowski	4.24.31.04	Tak	Tak	Nie	Nie	1519	134
Powiat cieszyński	4.24.32.03	Tak	Tak	Tak	Nie	732	170
Powiat gliwicki	4.24.33.05	Tak	Tak	Nie	Nie	663	116
Powiat kłobucki	4.24.31.06	Tak	Tak	Nie	Nie	889	85
Powiat lubliniecki	4.24.33.07	Tak	Tak	Nie	Nie	822	77
Powiat mikołowski	4.24.32.08	Tak	Tak	Nie	Nie	232	90
Powiat myszkowski	4.24.33.08	Tak	Tak	Nie	Nie	479	72
Powiat pszczyński	4.24.33.10	Tak	Tak	Tak	Nie	473	104
Powiat raciborski	4.24.45.11	Tak	Tak	Nie	Nie	544	113
Powiat rybnicki	4.24.45.12	Tak	Tak	Nie	Nie	225	73
Powiat tarnogórski	4.24.33.13	Tak	Tak	Nie	Nie	643	139
Powiat bieruńsko-łędziński	4.24.33.14	Tak	Tak	Nie	Nie	157	56
Powiat wodzisławski	4.24.45.15	Tak	Tak	Nie	Nie	287	155
Powiat zawierciański	4.24.33.16	Tak	Tak	Nie	Nie	1003	125
Powiat żywiecki	4.24.32.17	Tak	Tak	Nie	Nie	1040	149

do systemu automatyczne stacje funkcjonujące w części północnej i południowej województwa.

W skład systemu wchodzi 16 automatycznych stacji kontenerowych stacjonarnych i mobilny ambulans pomiarowy imisji.

Stacje reprezentują tła miejskie – Częstochowa, Gliwice, Zabrze, Bytom, Dąbrowa Górnicza, Katowice, Sosnowiec, Rybnik, Tychy, Wodzisław, Cieszyn, Bielsko Biała, Żywiec, regionalne – Złoty Potok gm. Janów, powiat częstochowski oraz zanieczyszczenia związane z oddziaływaniem transportu – Chorzów i Częstochowa (ryc. 8).

Na stacjach są mierzone stężenia substancji w powietrzu (dwutlenek siarki, dwutlenek i tlenki azotu, tlenek węgla, pył zawieszony PM10, węglowodory – wśród nich benzen) oraz parametry meteorologiczne: kierunek i prędkość wiatru, temperatura powietrza, wilgotność względna, promieniowanie całkowite, promieniowanie UV, ciśnienie i opad atmosferyczny.

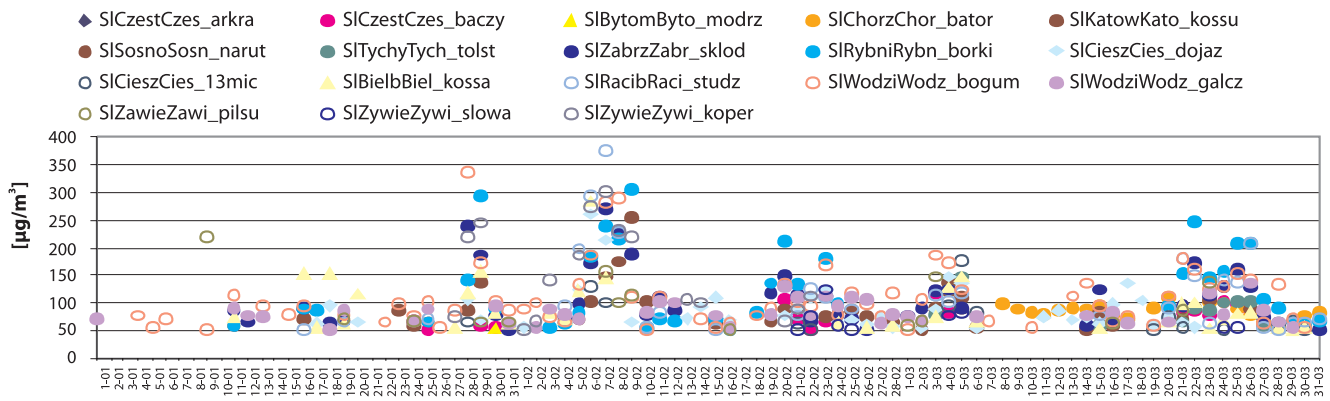
Stacje są chronione systemami alarmowymi, monitorowanymi przez firmy ochrony mienia z udziałem grup interwencyjnych.

Połączenie między serwerem centralnym, znajdującym się w siedzibie WIOŚ a systemami gromadzenia danych umieszczonymi w każdej stacji pomiarowej i ambulansie, odbywa się za pomocą sieci GPRS.

Do obsługi stacji służy program XR Windows opracowany i przygotowany przez francuską firmę Iseo.

Wyniki pomiarów są gromadzone w siedzibie WIOŚ w Katowicach, tutaj następuje ich weryfikacja, zatwierdzanie oraz archiwizowanie. Operatorzy systemu dokonują walidacji w cyklach dobowych oraz miesięcznych. Po roku przeprowadzona jest końcowa weryfikacja i zatwierdzenie serii pomiarowych, stanowiących podstawę do rocznej oceny jakości powietrza.

Stacje automatyczne pozwalają na nieprzerwane gromadzenie i prezentowanie danych poprzez



Ryc. 9. Przebieg 24-godzinnych stężeń pyłu zawieszonego PM10 większych niż 50 µg/m³ w okresie 1.01-31.03.2005

stronę www.katowice.pios.gov.pl/slmonpow oraz tablice świetlne w Katowicach i Częstochowie. Uzyskane dane służą do opracowania komunikatów, raportów i bieżących informacji dla potrzeb społeczeństwa. Są nieodzownym elementem strzegącym nasze zdrowie przed substancjami, dla których określone zostały poziomy alarmowe (dwutlenek siarki, dwutlenek azotu i ozon).

W ramach śląskiego monitoringu powietrza są gromadzone dane o stężeniach zanieczyszczeń, które są przekazywane do europejskiej bazy danych – EIONET w ramach współpracy Polski z Europejską Agencją Środowiska.

Jakość powietrza w strefach i aglomeracjach województwa śląskiego wykazywała zmienność sezonową.

W 2005 roku nie zanotowano przekroczeń poziomów alarmowych dwutlenku siarki, dwutlenku azotu i ozonu. Jedynie 29 lipca na dwóch stacjach pomiarowych stwierdzono przekroczenia wartości progowej informowania społeczeństwa o ryzyku wystąpienia poziomów alarmowych ozonu.

W sezonie zimowym stwierdzono przekraczanie stężeń 24-godzinnych na dziewiętnastu stacjach pomiarowych pyłu zawieszonego oraz na pięciu dwutlenku siarki.

Poniżej przedstawiono charakterystykę wybranych epizodów wysokich stężeń pyłu zawieszonego PM10 i dwutlenku siarki występujących w sezonach zimowych oraz ozonu w okresie letnim.

Charakterystykę epizodów wysokich stężeń przeprowadzono w oparciu o dane pomiarowe z systemu śląskiego monitoringu powietrza oraz analizę warunków meteorologicznych wpływających na rozprzestrzenianie zanieczyszczeń w atmosferze przedstawioną przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Oddział w Katowicach w ramach pracy pt.: „Wdrożenie systemu wykorzystania informacji

meteorologicznej dla potrzeb monitoringu jakości powietrza w województwie śląskim”.

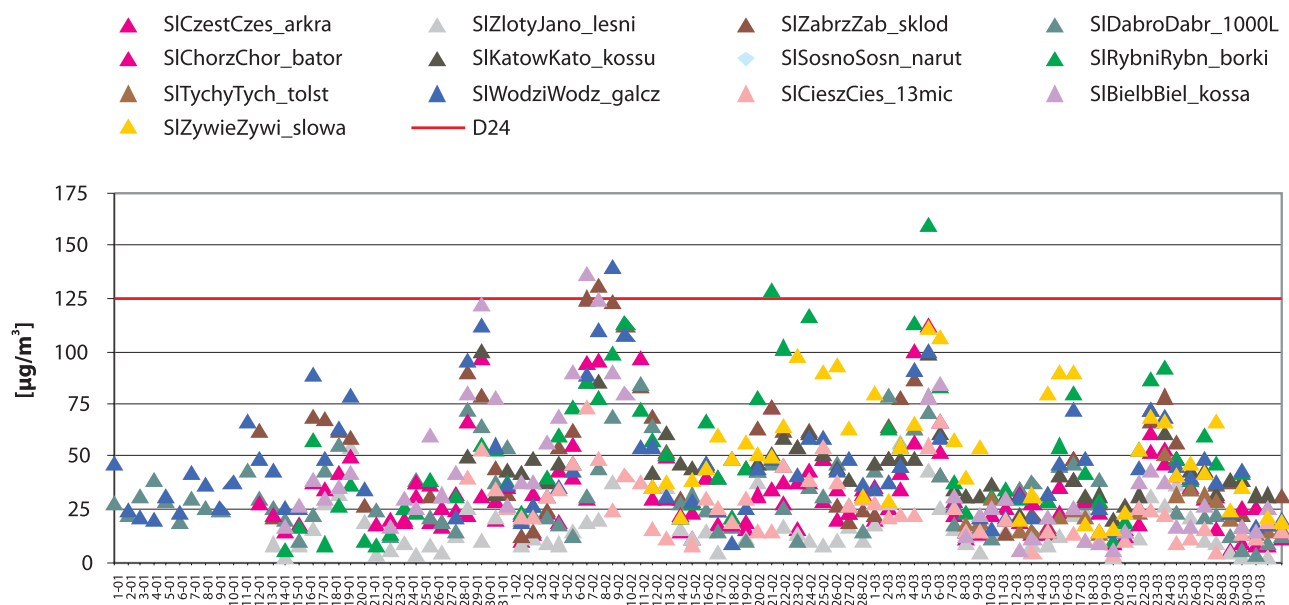
Styczeń

W drugiej połowie stycznia pogoda sprzyjała kumulowaniu się substancji zanieczyszczających powietrze atmosferyczne. Występująca niska temperatura powietrza wymuszała intensywniejsze ogrzewanie mieszkań, a słaby wiatr oraz brak opadów atmosferycznych wpływały na wzrost koncentracji zanieczyszczeń. W tym okresie na trzynastu stacjach zanotowano stężenia średniodobowe pyłu zawieszonego PM10, przekraczające poziom dopuszczalny, wynoszące maksymalnie ok. 340 µg/m³ w Wodzisławiu ul. Bogumińska (pomiar gravimetryczny) oraz stężenia średnie dobowe dwutlenku siarki powyżej 100 µg/m³ w Wodzisławiu i Bielsku Białej, nieprzekraczające poziomu dopuszczalnego. Najtrudniejsze warunki arosanitarne wystąpiły 28 i 29 stycznia (ryc. 9 i 10).

Tabela 8. Stężenia 24 - godzinne pyłu zawieszonego od 5 do 10 lutego 2005 r. w czasie epizodu zimowego (pomiar manualny - metoda gravimetryczna)

	Dąbrowa Górnicza ul. Tysiąclecia	Katowice ul. Kossutha	Zabrze ul. M. Skłodowskiej	Rybnik ul. Borki	Cieszyn ul. Dojazdowa	Bielsko-Biała ul. Kossak-Szczuckiej	Racibórz Sudzienna	Wodzisław ul. Bogumińska	Żywiec ul. Kopernika
05/02/2005	65	70	97	82	123	121	198	132	187
06/02/2005	42	104	173	184	260	283	294	187	277
07/02/2005	114	149	272	239	214	146	375	281	302
08/02/2005	164	174	228	216	48	b.d.	229	290	230
09/02/2005	241	255	190	305	64	b.d.	b.d.	109	220
10/02/2005	146	103	81	55	13	b.d.	55	53	b.d.

b.d. – brak danych



Ryc. 10. Przebieg 24-godzinnych stężeń dwutlenku siarki w okresie 1.01-31.03.2005

Luty

W dniach 5 i 6 lutego pogodę w południowej Polsce kształtował klin wyżu znad Rosji, a od 7 lutego rozległy wyż rosyjski kierujący do nas mroźne i suche powietrze kontynentalne. Słaby wiatr, brak opadów atmosferycznych, poranne mgły, inwersje termiczne hamujące pionową wymianę powietrza oraz niskie

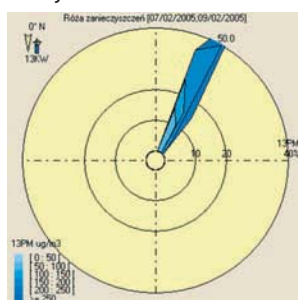
temperatury powietrza (9 lutego temperatura minimalna spadła do minus 18,9° C) wymuszające intensywniejsze ogrzewanie mieszkań powodowały, że począwszy od 5 lutego jakość powietrza pogarszała się z dnia na dzień. Zaobserwowano wzrost stężeń dwutlenku siarki do poziomu powyżej wartości dopuszczalnej na trzech stanowiskach (Wodzisław, Biel-

Pył zawieszony PM10

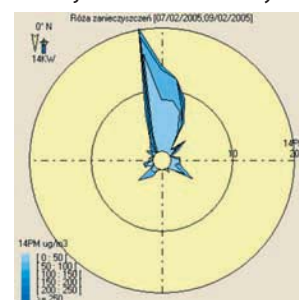
Stacja Nr 12.011 – Rybnik



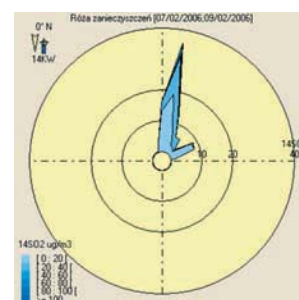
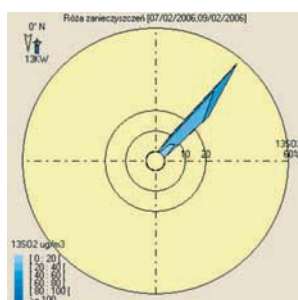
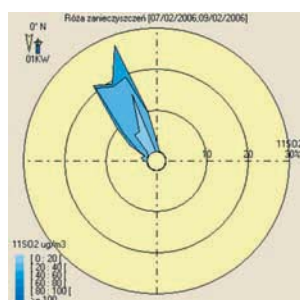
Stacja Nr 12.013 – Wodzisław



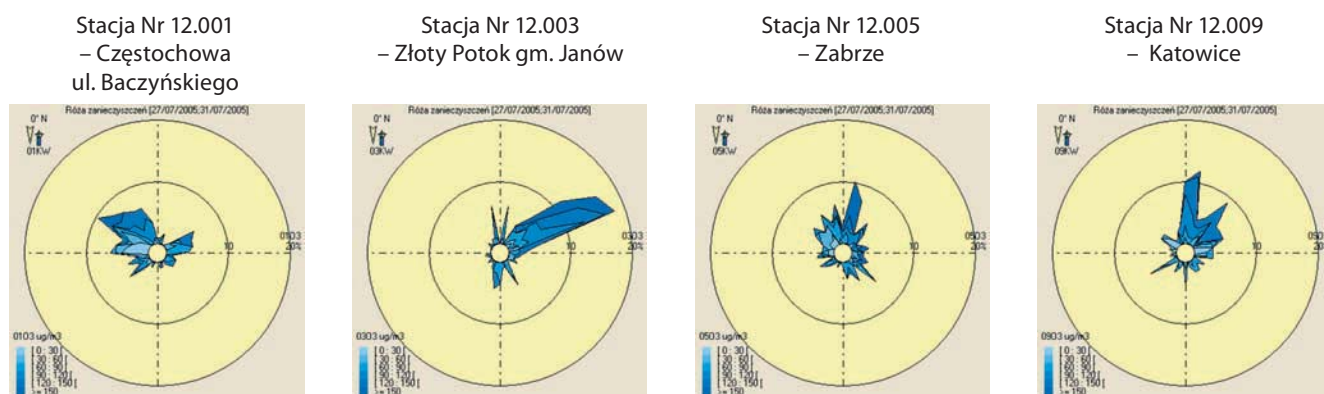
Stacja Nr 12.014 – Cieszyń



Dwutlenek siarki



Ryc. 11. Różne zanieczyszczeń w okresie 7-9.02.2005 – diagramy według przeznaczenia – „dokąd zmierza” zanieczyszczenie



Ryc. 12. Różne zanieczyszczeń ozonu w okresie 27-31.07.2005 na wybranych stacjach pomiarowych - diagramy według przeznaczenia - „dokład zmierza” zanieczyszczenie

ska-Biała, Zabrze) natomiast pyłu zawieszonego do poziomu bardzo wysokiego, przekraczającego ponad pięciokrotnie poziom dopuszczalny na dziewięciu stanowiskach pomiarowych: Katowice, Dąbrowa Górnicza, Zabrze, Bielsko-Biała, Cieszyn, Rybnik, Racibórz, Wodzisław, Żywiec (ryc. 9 i 10, tabela 8).

Analiza róż zanieczyszczeń wskazuje na przemieszczanie się zanieczyszczeń w skali województwa oraz napływ spoza granic kraju, w strefie przygranicznej z kierunku południowego i południowo-zachodniego (Wodzisław i Cieszyn) oraz południowo-wschodniego dla Rybnika (ryc. 11).

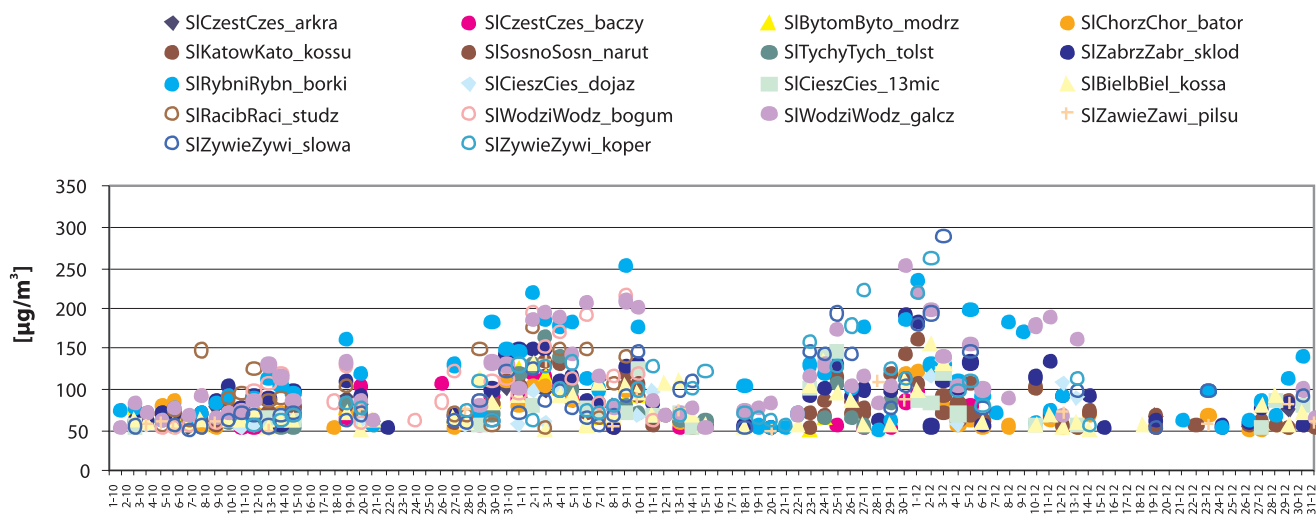
Zmiana cyrkulacji na cyklonalną zachodnią (10 lutego) a wraz z nią napływ cieplejszej i wilgotnej masy powietrza polarnego morskiego, wpłynęły na poprawę warunków aerosanitarnych i w konsekwencji stężenia także pyłu zawieszonego spadły do poziomu dopuszczalnego lub tylko nieco tę wartość przekraczały (Rybnik, Racibórz, Wodzisław) – ryc. 9.

Marzec

Podczas wciąż długich nocy, duże wypromienowanie termiczne z podłoża powodowało znaczne spadki temperatury powietrza oraz tworzenie się warstwy granicznej hamującej pionową wymianę powietrza. Takie sytuacje sprzyjały koncentracji zanieczyszczeń, szczególnie pyłu zawieszonego, którego stężenia w tym czasie kilkakrotnie przekraczały wartość dopuszczalną. Natomiast pogoda z obfitymi opadami śniegu oraz silnym porywistym wiatrem sprzyjała oczyszczaniu atmosfery z zanieczyszczeń. Najgorsza sytuacja z punktu widzenia jakości powietrza wystąpiła w okresie od 3 do 5 marca i była konsekwencją kilkudniowego napływu mroźnych mas powietrza, a równocześnie wystąpienia słabego wiatru oraz ciszy atmosferycznej utrzymujących się przez znaczną część doby. W tych dniach obserwowano wysokie wartości stężeń pyłu zawieszonego na dwunastu stanowiskach pomiarowych i przekroczenie

Tabela 9. Wykaz dni z przekroczeniem dopuszczalnego poziomu stężeń 8-godzinnych ozonu w 2005 roku

Strefa	Kod powiatu	Kod stacji	Miesiąc	Ilość przekroczeń w miesiącu	Dni z przekroczeniem
Powiat cieszyński	4.24.32.03	SIUstroCies_sanat	marzec	11	2; 3; 15; 16; 17; 22; 23; 24; 25; 26; 31
			kwiecień	15	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 14; 18; 23; 24; 25; 27; 30
			maj	16	1; 2; 3; 13; 14; 15; 16; 20; 21; 22; 23; 25; 27; 28; 29; 30
			czerwiec	15	2; 3; 4; 13; 14; 15; 17; 20; 21; 22; 24; 25; 27; 28; 29
			lipiec	8	15; 16; 18; 19; 27; 28; 29; 30
			sierpień	4	1; 2; 30; 31
			wrzesień	6	1; 6; 7; 8; 9; 10
Powiat częstochowski	4.24.31.04	SIZlotyJano_lesni	marzec	1	25
			kwiecień	8	3; 4; 5; 7; 8; 14; 16; 30
			maj	9	2; 3; 14; 22; 23; 27; 28; 29; 30
			czerwiec	6	4; 13; 14; 15; 17; 25
			lipiec	5	15; 16; 28; 29; 30
			sierpień	2	29; 30
			wrzesień	3	5; 8; 9



Ryc. 13. Przebieg 24-godzinnych stężeń pyłu zawieszonego większych niż $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w okresie 1.10-31.12.2005

dopuszczalnego poziomu 24 godzinnego dwutlenku siarki w Rybniku (ryc. 9 i 10).

Kwiecień

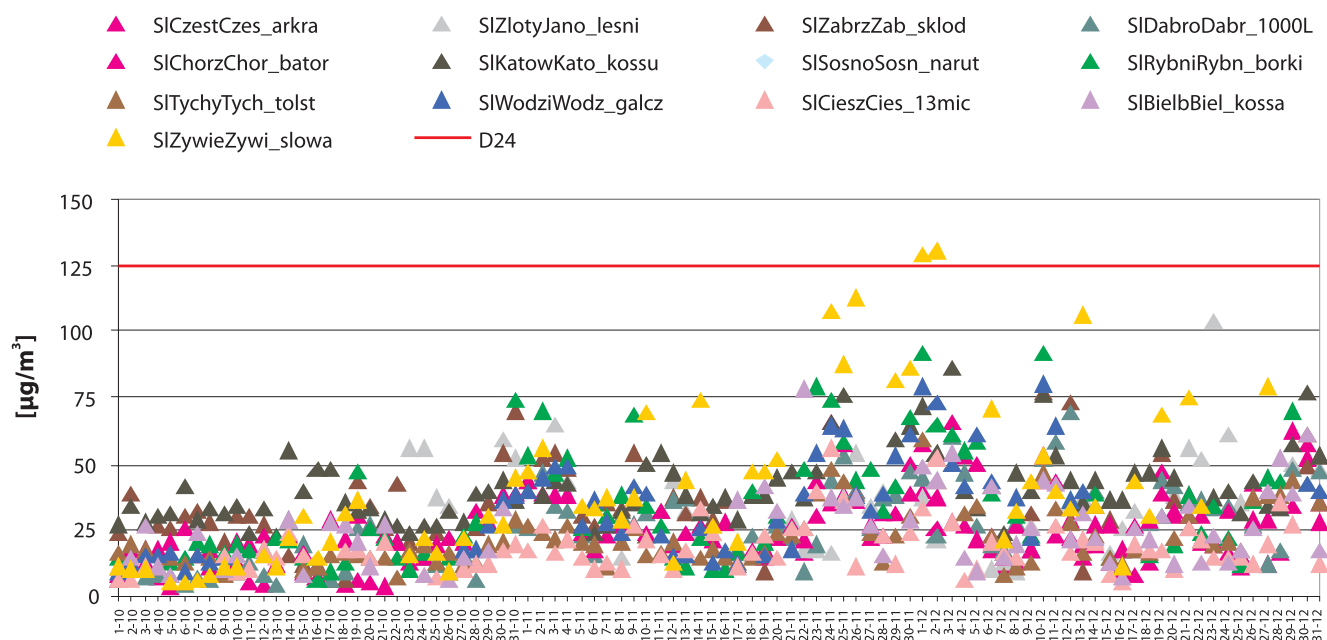
W okresach ocieplenia temperatura powietrza kształtowała się znacznie powyżej normalnej. W Żłotym Potoku (powiat częstochowski) oraz Ustroniu (powiat cieszyński) stwierdzono przekraczanie stężeń 8-godzinnych ozonu.

Maj

Zdarzyło się kilka dni ciepłych, a nawet upalnych, bez opadów atmosferycznych ze słabym wiatrem i niską wilgotnością względną powietrza, które charakteryzowały się wysokim poziomem stężeń ozonu

troposferycznego. Szczególnie trudne warunki aerosanitarnie ze względu na wysokie stężenia ozonu wystąpiły pod koniec maja. Od 27 maja ośrodki wyżowe kształtujące pogodę w Polsce kierowały nad GOP suche i gorące powietrze pochodzenia kontynentalnego, w kolejne dni upalne – powietrze zwrotnikowe. Maksymalna temperatura powietrza w Katowicach wzrosła 30 maja do $32,2^\circ\text{C}$, a wilgotność względna powietrza spadła do 24%. Takie warunki pogodowe sprzyjały tworzeniu i kumulowaniu się ozonu w powietrzu atmosferycznym. W tym dniu zanotowano też największe zanieczyszczenie ozonem.

W maju w Żłotym Potoku (powiat częstochowski) zanotowano 9 tj. 26% dni z przekroczeniem normy 8-godzinnej stężeń ozonu oraz 16 dni w Ustroniu (powiat



Ryc. 14. Przebieg 24-godzinnych stężeń dwutlenku siarki w okresie 1.10-31.12.2005

cieszyński) – 21% wszystkich dni z przekroczeniem.

Czerwiec

Dni z adwekcją chłodnego powietrza oraz utrzymującym się zachmurzeniem chmurami dającymi opady przeplatały się z dniami, kiedy w napływającym ciepłym i wilgotnym powietrzu regularnie pojawiały się chmury i opady burzowe. Takie warunki pogodowe nie sprzyjały tworzeniu się i kumulowaniu ozonu. W rezultacie udział ozonu w zanieczyszczeniu powietrza był niewielki. W drugiej połowie czerwca choć było znacznie cieplej, a opady pojawiały się sporadycznie, to warunki do tworzenia się ozonu w ilości przekraczającej wartość stężenia dopuszczalnego, obserwowano tylko 15, 17, 25 czerwca. Wysokim stężeniom ozonu sprzyjała temperatura powietrza wzrastająca do 29°C, stosunkowo niska wilgotność względna powietrza 35-36%, na ogół słaby wiatr.

Lipiec

W dniu 29 lipca 2005 roku Polska znalazła się pod wpływem rozległego niżu z ośrodkiem nad Wyspami Brytyjskimi z układem frontów atmosferycznych. 28 lipca przez Polskę z południa na północ przechodził powoli front ciepły o położeniu równoleżnikowym. O godzinie 00 GMT (29.07.) znalazł się on nad południowym Bałtykiem pozostając w takim położeniu do 30 lipca, a następnie powoli odsunął się na północny-wschód. Front chłodny o przebiegu południkowym w dniu 28 lipca znajdował się nad Francją i powoli wędrował w kierunku wschodnim, docierając nad zachodnią Polskę 30 lipca. W wyniku takiego ruchu frontów nad Polskę napłynęło upalne powietrze zwrotnikowe (na północy kraju spotkało się z dużo chłodniejszą starą masą powietrza polarnego morskiego). 29 lipca upał przekraczający 30°C rozpoczął się już o godzinie 11 i utrzymywał się do godzin około zachodu słońca. Temperatura maksymalna w stacjach pomiarowych województwa śląskiego przekroczyła 33°C i wyniosła: w Częstochowie 34,0°C, w Katowicach i Raciborzu 33,6°C, a wilgotność względna powietrza obniżyła się do 31%. Pogoda więc słoneczna, upalna, bez opadów, ze słabym wiatrem sprzyjała wytwarzaniu podczas reakcji fotochemicznych ozonu oraz jego kumulacji. Na dwóch stacjach pomiarowych w Zabrze i Złotym Potoku 29 lipca w godzinach od 14 do 16 stwierdzono przekroczenia wartości progowej informowania społeczeństwa o ryzyku wystąpienia poziomów alarmowych ozonu.

Różne zanieczyszczenia ozonu od 27 do 31 lipca dla wybranych stacji pomiarowych przedstawiono na ryc. 12.

Sierpień

W najbardziej sprzyjającym okresie do tworzenia się i kumulowania ozonu, ostatnich dniach sierpnia, jego maksymalne stężenia 8-godzinne spośród średnich kroczących nieznacznie przekraczały stężenie dopuszczalne (120 µg/m³) w kilku stacjach pomiarowych, najwięcej w Złotym Potoku o 22% – 30 sierpnia.

Wrzesień

Układy wyżowe w pierwszej dekadzie kształtująca pogodę zapewniały napływ gorącego i suchego powietrza. Jednak coraz krótszy czas oddziaływania promieniowania słonecznego na zanieczyszczenia pierwotne głównie tlenki azotu i węglowodory znajdujące się w powietrzu atmosferycznym sprawił, że zachodzące reakcje fotochemiczne nie były źródłem zagrożenia ozonem, którego stężenie wzrastało co najwyżej do poziomu podwyższonego.

Październik

Najtrudniejsze warunki do rozprzestrzeniania zanieczyszczeń wystąpiły 31 października. Wyż baryczny nad Rosji sprawił, że w dzień było słonecznie lecz niezbyt ciepło, a w nocy temperatura powietrza obniżyła się do około minus 4°C, utworzyły się mgły, wiał słaby wiatr. W rezultacie wszystkie stacje monitorujące powietrze atmosferyczne nad województwem śląskim zanotowały wysoki poziom stężeń pyłu zawieszonego (ryc. 13 i 14).

Listopad

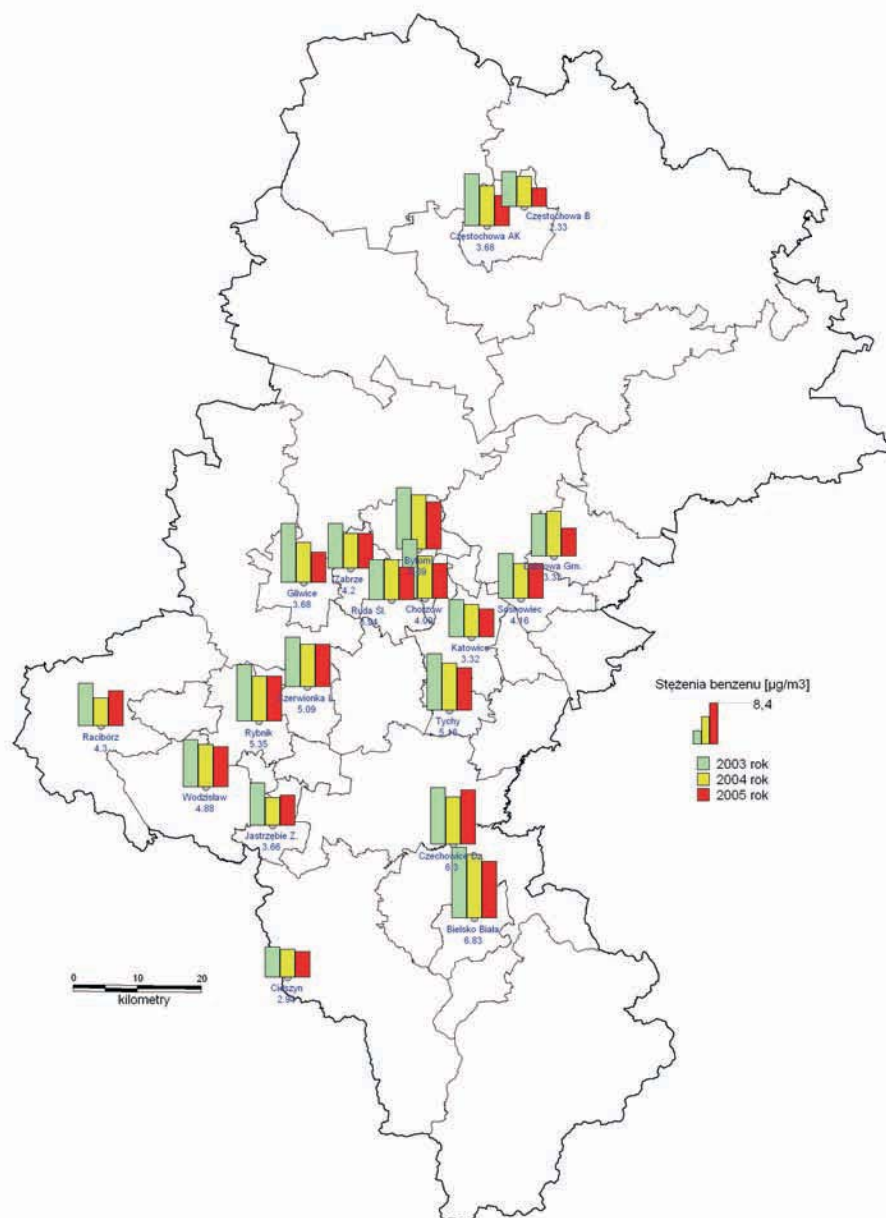
Szczególnie trudne warunki aerosanitarne wystąpiły 2 i 3 oraz 9 i 10 listopada za sprawą wyżu rosyjskiego, kierującego nad południową Polskę suche powietrze pochodzenia kontynentalnego. W tym czasie maksymalne stężenia pyłu zawieszonego przekraczały jego prawie czterokrotnie dopuszczalne stężenie (Rybnik i Wodzisław) – ryc. 13.

W drugiej połowie listopada najpierw towarzysząca układom niżowym aura wprawdzie chłodniejsza, lecz wietrzna, z opadami deszczu, deszczu ze śniegiem i śniegiem sprzyjała wywiewaniu i wypłukiwaniu zanieczyszczeń z powietrza a pod koniec listopada kumulacji stężeń pyłu i dwutlenku siarki (ryc. 13 i 14).

W listopadzie na 12 stacjach pomiarowych stwierdzono największą liczbę przekroczeń poziomu 24-godzinnego pyłu zawieszonego PM₁₀, maksymalnie 27 dni na stacji w Wodzisławiu ul. Gałczyńskiego.

Grudzień

Okresy pogody mroźnej, mglistej, ze słabym



Ryc. 15. Średnie stężenia benzenu w latach 2001-2005 w wybranych miastach województwa śląskiego

Stanowiska pomiarowe: Częstochowa ul. Armii Krajowej – Częstochowa AK, Częstochowa ul. Baczyńskiego – Częstochowa B, Dąbrowa Górnicza, Czechowice-Dziedzice, Wodzisław Śląski, Katowice, Zabrze, Ruda Śląska, Bytom, Chorzów, Bielsko-Biała, Sosnowiec, Tychy, Gliwice, Czerwionka-Leszczyny, Rybnik, Racibórz, Jastrzębie Zdrój, Cieszyń

wiatrem sprzyjały kumulacji zanieczyszczeń, tym samym wpływały na pogorszenie jakości powietrza. W dni, kiedy występowały trudne warunki aerostanitarne obserwowano wysoki poziom pyłu zawieszonego we wszystkich stacjach pomiarowych, a w pojedynczych także dwutlenku siarki (Żywiec, Katowice).

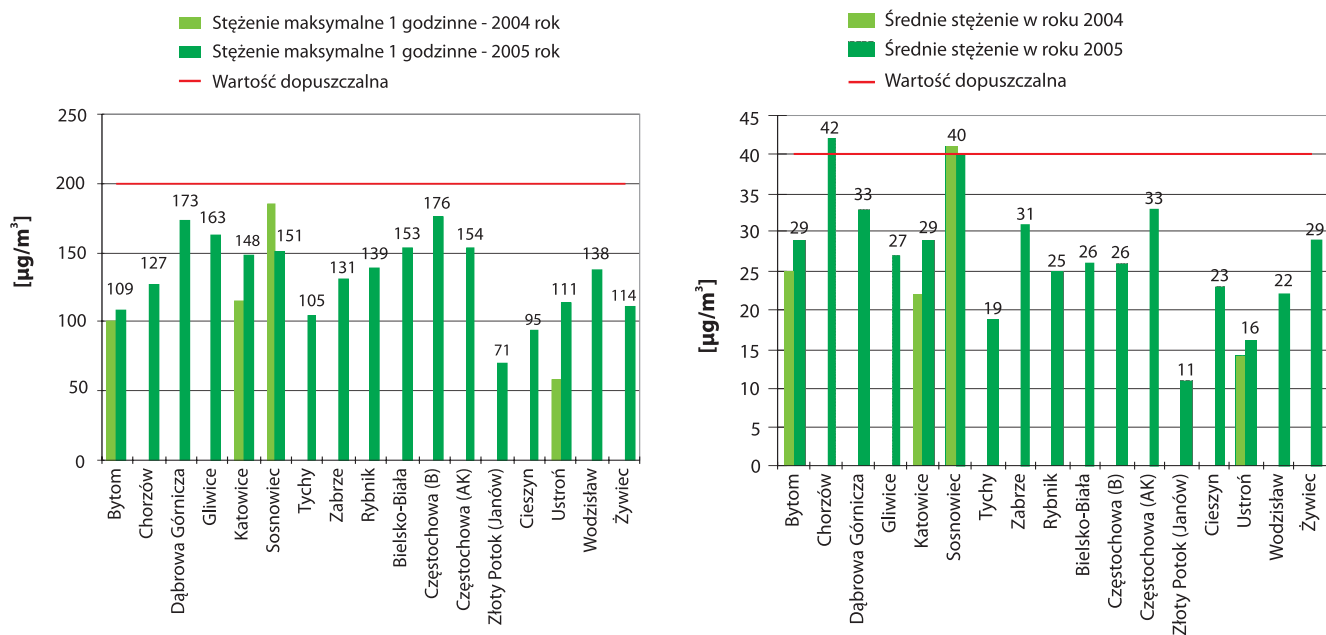
Sytuacja w zakresie stężeń benzenu w województwie śląskim kształtuje się w sposób następujący (ryc. 15):

- średnie stężenia benzenu wynoszą od 2,33 µg/m³ (Częstochowa ul. Baczyńskiego) do 6,83 µg/m³ (Bielsko Biała),
- nigdzie nie stwierdza się przekraczania dopuszczalnego stężenia średniorocznego wraz z mar-

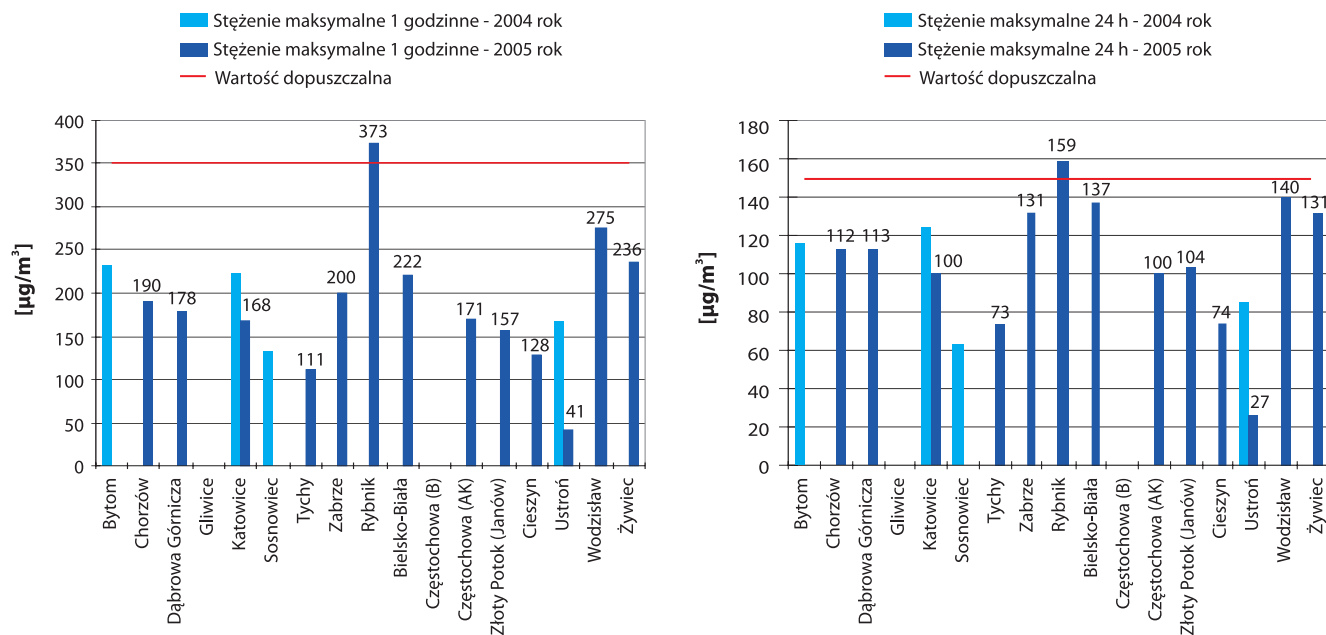
ginesem tolerancji wynoszącego 10 µg/m³,

- najwyższe średnie stężenie benzenu, podobnie jak w roku poprzednim, stwierdzono w punkcie pomiarowym zlokalizowanym w Bielsku Białej. Na jego wysokość decydujący wpływ ma emisja komunikacyjna – punkt pomiarowy zlokalizowany jest w sąsiedztwie ulicy o dużym natężeniu ruchu (kanion uliczny), podwyższone stężenia benzenu w stosunku do wartości obserwowanych w pozostałych punktach pomiarowych występują również w innych punktach zlokalizowanych w sąsiedztwie tras komunikacyjnych.

Ryzyko przekroczenia wartości normatywnej benzenu występuje w obszarach bezpośrednio narażonych na emisję komunikacyjną (kaniony uliczne,



Ryc. 16. Wyniki pomiarów stężeń dwutlenku azotu w latach 2004-2005 (pomiaru automatyczne)



Ryc. 17. Wyniki pomiarów stężeń dwutlenku siarki w latach 2004-2005 (pomiaru automatyczne)

obszary o gęstej zabudowie i dużym natężeniu ruchu), a także na terenach poddanych oddziaływaniu przemysłowych źródeł benzenu, terenach sąsiadujących bezpośrednio z obiektami infrastruktury drogowej (stacje benzynowe, parkingi, węzły drogowe o dużym natężeniu ruchu) oraz w miejscach, gdzie istotny udział w stężeniach ma emisja z indywidualnych palenisk węglowych, tzw. niska emisja komunalna. Dotyczy to miast Aglomeracji Górnośląskiej, a także regionu Bielska Białej i powiatu bielskiego, Częstochowy, Rybnika i powiatu rybnickiego, Raciborza i Wodzisławia Śląskiego.

W wyniku przeprowadzonej oceny rocznej wyodrębniono strefy zaliczone do klasy od A do C (od klasy najbardziej do najmniej korzystnej).

Dostępne wyniki pomiarów stężeń pyłu PM10 oraz ozonu są wystarczające do podjęcia decyzji o potrzebie realizacji programu ochrony powietrza z uwagi na przekraczanie wartości dopuszczalnych. Zestawienie przypadków przekroczeń dopuszczalnych poziomów stężeń zarejestrowanych w oparciu o pomiary zawiera tabela 10.

Listę stref zaliczonych do klasy C wg kryteriów dla ochrony zdrowia przedstawia tabela 11.

W rocznej ocenie jakości powietrza wg kryterium

ochrony zdrowia uzyskano następujące wyniki (ryciny 16 i 17):

- dla zanieczyszczeń takich jak: dwutlenek siarki, dwutlenek azotu, ołów i tlenek węgla, klasę A we wszystkich strefach i aglomeracjach, co oznacza konieczność utrzymania jakości powietrza na tym samym lub lepszym poziomie (ryc. 21),
- dla ozonu w 19 strefach klasę A, klasę C w 2 powiatach – cieszyńskim i częstochowskim – ryc. 22,
- dla pyłu zawieszonego PM10: w 11 strefach klasę A, klasę C w 10 strefach (Aglomeracja Górnośląska, Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska, Bielsko-Biała miasto, Częstochowa miasto, powiat raciborski, powiat rybnicki, powiat cieszyński, powiat wodzisławski, powiat zawierciański, powiat żywiecki) – ryc. 23 i 24,
- dla benzenu w 16 strefach klasę A, klasę B w 5 strefach (Aglomeracja Górnośląska, Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska, Bielsko-Biała miasto, powiat bielski, powiat rybnicki) – ryc. 25.

Klasyfikacja roczna stref województwa śląskiego pod względem ochrony roślin potwierdziła brak przekroczeń wartości dopuszczalnych tlenków azotu, dwutlenku siarki i ozonu (AOT40) (ryc. 18 i 19). W ocenie rocznej jakości powietrza w tym zakresie uzyskano klasę A (ryc. 26).

W strefach klasy C na stanowiskach pomiarowych pyłu zawieszonego PM10 stwierdzono następujące częstotliwości przekraczania poziomu 24-godzinnego wynoszącego $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dopuszczalna częstość przekraczania – 35 razy) – ryc. 20;

- w Aglomeracji Górnośląskiej – na stacjach tła miejskiego: Bytom – 82, Dąbrowa Górnicza – 120, Katowice – 127, Sosnowiec – 61, Tychy – 62, Zabrze – 137 oraz stacji komunikacyjnej w Chorzowie – 107 przypadków przekroczeń;
- w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej – na stacji tła miejskiego w Rybniku – 137 przypadków przekroczeń;
- w Bielsku-Białej na stacji tła miejskiego 100 przypadków przekroczeń;
- w Częstochowie na stacji tła miejskiego 66 oraz komunikacyjnej 50 przypadków przekroczeń;
- w powiecie cieszyńskim - na stacjach tła miejskiego w Cieszynie – 41 i 89 przypadków przekroczeń;
- w powiecie raciborskim – na stacji tła miejskiego w Raciborzu – 72 przypadki przekroczeń;
- w powiecie wodzisławskim – na stacjach tła miejskiego w Wodzisławiu – 121 i 131 przypadków przekroczeń;
- w powiecie zawierciańskim – na stacji tła miejskiego 59 przypadków przekroczeń;
- w powiecie żywieckim - na stacjach tła miejskiego w Żywcu – 69 i 55 przypadków przekroczeń.

W oparciu o wyniki prac Instytutu Ekologii Terenów Uprzemysłowionych w Katowicach dotyczących „Oceny zanieczyszczenia powietrza w województwie śląskim w roku 2004 w oparciu o modelowanie matematyczne ze szczególnym uwzględnieniem wpływu różnych źródeł emisji i zastosowanych parametrów do obliczeń dla dwutlenku siarki, tlenków azotu, pyłu zawieszonego PM10, benzenu, ołowiu i tlenku węgla” do stref klasy C został zakwalifikowany powiat rybnicki. Wyliczona wielkość 24-godzinnego stężenia pyłu zawieszonego PM10 (wartość 90.1 procentyla) dla tego powiatu wyniosła $60,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, przekraczając o $10,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wartość dopuszczalną. Powiat rybnicki od strony południowo-zachodniej przylega do stref, w których na stacjach pomiarowych stwierdzono przekraczanie standardów jakości powietrza pyłu zawieszonego.

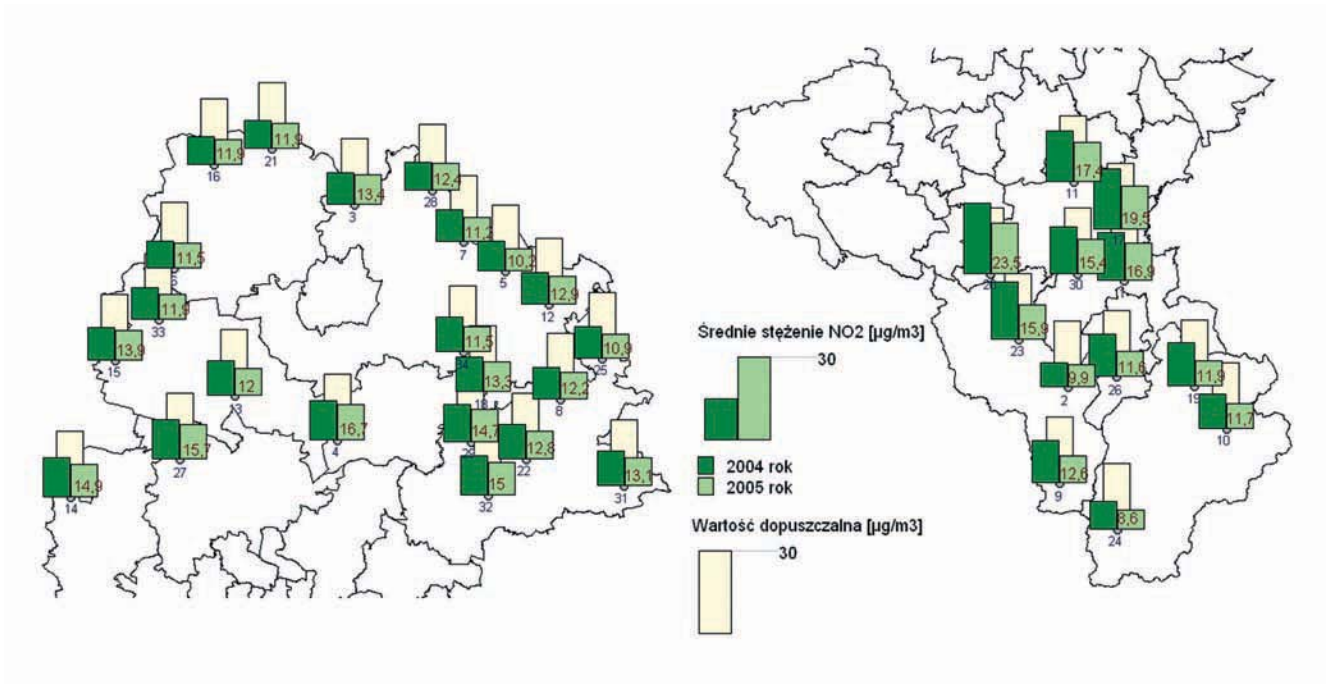
Wartości średnioroczne stężeń pyłu PM10 w strefach klasy C wynoszą (wartość dopuszczalna $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$):

- w Aglomeracji Górnośląskiej od 46 do $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$,
- w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej – $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$,
- w Bielsku-Białej – $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$,
- w Częstochowie – $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$,
- w powiecie cieszyńskim – $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$,
- w powiecie raciborskim – $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$,
- w powiecie wodzisławskim – $56-60 \mu\text{g}/\text{m}^3$,
- w powiecie zawierciańskim – $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$,
- w powiecie żywieckim – $43-44 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Główną przyczyną wystąpienia przekroczeń pyłu zawieszonego PM10 w okresie zimowym jest emisja z indywidualnego ogrzewania budynków, w okresie letnim bliskość głównej drogi z intensywnym ruchem. W powiatach leżących w strefie przygranicznej (cieszyński, żywiecki, raciborski i wodzisławski) przyczyną wystąpienia przekroczenia jest również napływ zanieczyszczeń spoza kraju oraz w powiatach rybnickim i zawierciańskim – napływ zanieczyszczeń spoza granic strefy.

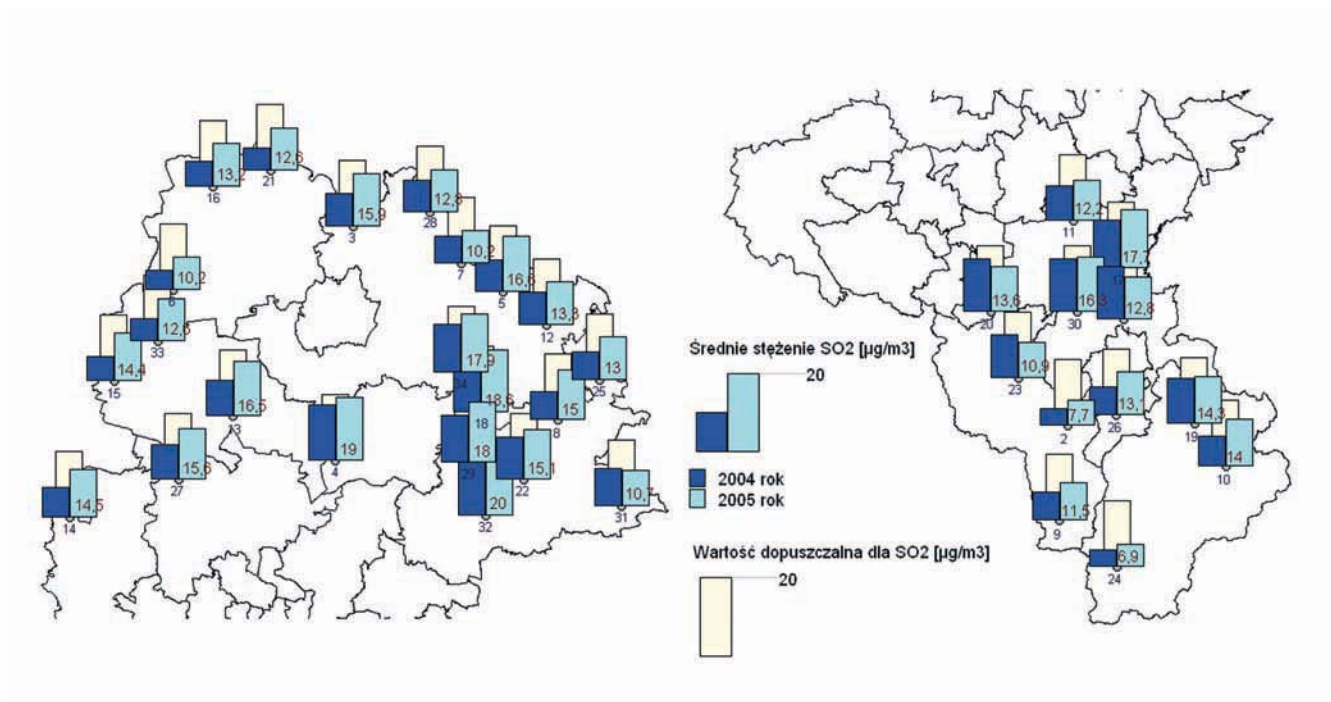
Wyniki badań stężeń ozonu na stacji w Ustroniu w powiecie cieszyńskim oraz w Żłotym Potoku (gm. Janów) w powiecie częstochowskim wykazały przekroczenia dopuszczalnej częstości 25 dni przekroczenia poziomu 8-godzinnego w roku kalendarzowym. W 2005 roku w Ustroniu (pow. cieszyński) zanotowano 75 dni, w Żłotym Potoku (pow. częstochowski) – 34 dni z przekroczeniem poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tabela 9).

Z badań przeprowadzonych na terenie Polski w ramach państwowego monitoringu środowiska wynika, że ozon jest zanieczyszczeniem w strefie przyziemnej wykazującym tendencje do przekraczania poziomów dopuszczalnych na wielu obszarach kraju i Europy. Wysokie stężenia tej substancji pojawiają się w sprzyjających warunkach atmosferycznych tj. wysokiej temperatury i promieniowania słonecznego.



Ryc. 18. Wyniki pomiarów stężeń dwutlenku azotu w latach 2004-2005 (pomiar pasywny)

Stanowiska pomiarowe: 1-Bestwina 2- Brenna 3-Cykarzew gm. Mykanów, 4-Cynków gm. Koziegłowy, 5-Dąbrowa Zielona, 6-Dankowice gm. Krzepice, 7-Garnek gm. Kłomnice, 8-Irządze, 9-Istebna, 10-Jeleśnia, 11-Kobiór, 12-Koniecpol-Radoszewnica, 13-Koszęcin, 14-Kotulin gm. Toszek, 15-Łągiewniki Małe gm. Pawonków, 16-Lipie, 17-Miedzna, 18-Niegowa, 19-Oczków gm. Żywiec, 20-Pawłowice, 21-Popów, 22-Przytubsko gm. Kroczyce, 23-Skoczów, 24-Sól gm. Rajcza, 25-Starzyny gm. Szczekociny, 26-Szczyrk, 27-Tworóg, 28-Widzów gm. Kruszyna, 28-Włodowice, 30-Zabrzeg gm. Jasienica, 31-Żarnowiec, 32-Zawiecie, 33-Zborowskie gm. Ciasna, 34-Złoty Potok gm. Janów,



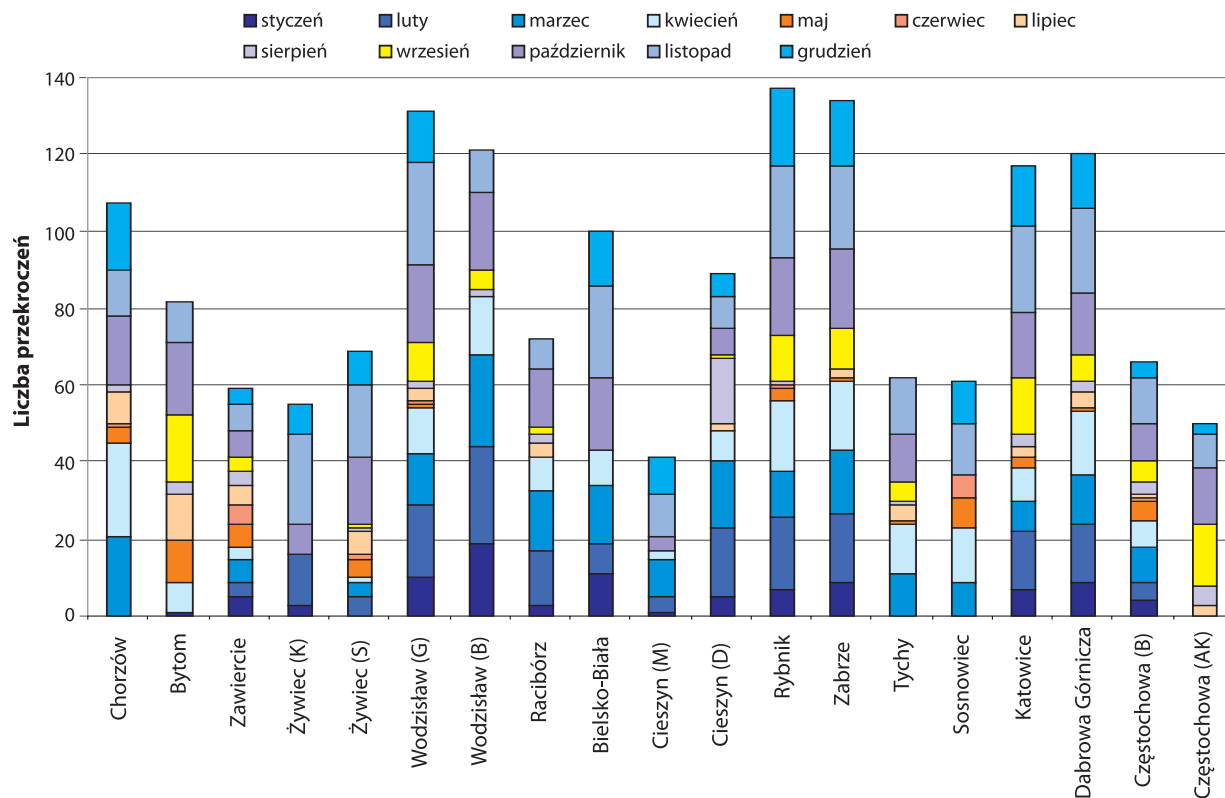
Ryc. 19. Wyniki pomiarów stężeń dwutlenku siarki w latach 2004-2005 (pomiar pasywny)

Stanowiska pomiarowe: jak w ryc. 18.

Tabela 10. Zestawienie przypadków przekroczeń dopuszczalnego poziomu PM10 - stężenia średnie roczne

Nazwa strefy	Kod powiatu	Kod stacji (krajowy)	Wartość [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Przyczyna wystąpienia przekroczenia ¹⁾
Powiat m. Częstochowa	4.24.31.00	SIczestCzes_arkra	46	S1, S5
Aglomeracja Górnośląska	4.24.33.00	SIBytomByto_modrz	52	S2, S5
Aglomeracja Górnośląska	4.24.33.00	SIChorzChor_bator	56	S2
Aglomeracja Górnośląska	4.24.33.00	SIDabroDabr_1000L	50	S2
Aglomeracja Górnośląska	4.24.33.00	SIGliwiGliw_mewy	53	S2, S5
Aglomeracja Górnośląska	4.24.33.00	SIKatoKato_kossu	49	S2, S5
Aglomeracja Górnośląska	4.24.33.00	SISosnoSosn_narut	52	S2, S5
Aglomeracja Górnośląska	4.24.33.00	SITychTych_tolst	46	S2
Aglomeracja Górnośląska	4.24.33.00	SIZabrZabr_sklod	53	S2, S5
Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	4.24.45.00	SIRybniRybn_borki	64	S2, S5, S10
Powiat cieszyński	4.24.32.03	SICieszCiesz_dojaz	41	S5, S10
Powiat m. Bielsko-Biała	4.24.32.61	SIBielBiel_kossa	43	S5
Powiat raciborski	4.24.45.11	SIRacibRaci_studz	41	S5, S10
Powiat wodzisławski	4.24.45.15	SIWodziWodz_bogum	56	S5, S10
Powiat wodzisławski	4.24.45.15	SIWodziWodz_galcz	60	S5, S10
Powiat zawierciański	4.24.33.16	SIZawieZawi_pilsu	64	S5, S11
Powiat żywiecki	4.24.32.17	SIZywieZywi_slowa	44	S2, S5, S10
Powiat żywiecki	4.24.32.17	SIZywieZywi_koper	43	S2, S5, S10

¹⁾ Przyczyna wystąpienia przekroczenia: S1 – centrum miasta z intensywnym ruchem samochodów; S2 – bliskość głównej drogi; S5 – emisja z indywidualnego ogrzewania budynków; S10 – napływ zanieczyszczenia powietrza spoza granic kraju; S11 – napływ zanieczyszczenia powietrza spoza granic powiatu



Ryc. 20. Przekroczenia dopuszczalnych stężeń 24-godzinnych pyłu zawieszonego PM10 w 2005 roku

Tabela 11. Wynikowe klasy stref dla poszczególnych zanieczyszczeń oraz klasa łączna dla każdej strefy, uzyskane w OR dokonanej z uwzględnieniem kryteriów ustanowionych w celu ochrony zdrowia

Nazwa strefy (powiatu)	Kod powiatu	Symbol klasy wynikowej dla poszczególnych zanieczyszczeń dla obszaru całej strefy							Klasa łączna strefy	Działania wynikające z klasyfikacji	Uwagi
		SO ₂	NO ₂	PM10	Pb	C ₆ H ₆	CO	O ₃			
Powiat m. Częstochowa	4.24.31.00	A	A	C	A	A	A	A	C	dz. 1	U1
Aglomeracja Górnośląska	4.24.33.00	A	A	C	A	B	A	A	C	dz. 2, dz. 5, dz. 8	U3
Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	4.24.45.00	A	A	C	A	B	A	A	C	dz. 4, dz. 6	U3
Powiat będziński	4.24.33.01	A	A	A	A	A	A	A	A	dz. 7	U5
Powiat bielski	4.24.32.02	A	A	A	A	B	A	A	B	dz. 6	U4
Powiat bieruński-łędziński	4.24.33.14	A	A	A	A	A	A	A	A	dz. 7	U5
Powiat cieszyński	4.24.32.03	A	A	C	A	A	A	C	C	dz. 4, dz. 8	U2
Powiat częstochowski	4.24.31.04	A	A	A	A	A	A	C	C	dz. 4, dz. 8	U6
Powiat gliwicki	4.24.33.05	A	A	A	A	A	A	A	A	dz. 7	U5
Powiat kłobucki	4.24.31.06	A	A	A	A	A	A	A	A	dz. 7	U5
Powiat lubliniecki	4.24.33.07	A	A	A	A	A	A	A	A	dz. 7	U5
Powiat m. Bielsko-Biała	4.24.32.61	A	A	C	A	B	A	A	C	dz. 3, dz. 6	U3
Powiat mikołowski	4.24.33.08	A	A	A	A	A	A	A	A	dz. 7	U5
Powiat myszkowski	4.24.31.09	A	A	A	A	A	A	A	A	dz. 7	U5
Powiat pszczyński	4.24.33.10	A	A	A	A	A	A	A	A	dz. 7	U5
Powiat raciborski	4.24.45.11	A	A	C	A	A	A	A	C	dz. 4	U1
Powiat rybnicki	4.24.45.12	A	A	C	A	B	A	A	C	dz. 4, dz. 6	U3
Powiat tarnogórski	4.24.33.13	A	A	A	A	A	A	A	A	dz. 7	U5
Powiat wodzisławski	4.24.45.15	A	A	C	A	A	A	A	C	dz. 4	U1
Powiat zawierciański	4.24.33.16	A	A	C	A	A	A	A	C	dz. 4	U1
Powiat żywiecki	4.24.32.17	A	A	C	A	A	A	A	C	dz. 4	U1

Działania wynikające z klasyfikacji:

- dz. 1 Realizacja POP zgodnie z Rozporządzeniem Wojewody Śląskiego nr 15/04 z dnia 14 marca 2004 r w sprawie określenia Programu Ochrony Powietrza dla Aglomeracji Częstochowskiej
- dz. 2 Realizacja POP zgodnie z Rozporządzeniem Wojewody Śląskiego nr 17/04 z dnia 14 marca 2004 r. w sprawie określenia Programu Ochrony Powietrza dla Aglomeracji Górnośląskiej
- dz. 3 Realizacja POP zgodnie z Rozporządzeniem Wojewody Śląskiego nr 16/04 z dnia 14 marca 2004 r. w sprawie określenia Programu Ochrony Powietrza dla strefy miejskiej Bielsko-Biała
- dz. 4 Opracowanie Programu Ochrony Powietrza
- dz. 5 Prowadzenie dalszych badań benzenu metodą pasywną oraz badań BTX - pomiar automatyczny
- dz. 6 Prowadzenie dalszych badań benzenu metodą pasywną
- dz. 7 Brak działań. Utrzymywanie jakości powietrza w strefie na tym samym lub lepszym poziomie
- dz. 8 Prowadzenie dalszych badań ozonu, informowanie społeczeństwa o przekroczeniach

Uwagi:

- U1 klasa ogólna strefy C ze względu na klasę zanieczyszczenia PM10 (klasa C). Pozostałe zanieczyszczenia w klasie A
- U2 klasa ogólna strefy C ze względu na klasę zanieczyszczenia PM10 i O₃ (klasa C). Pozostałe zanieczyszczenia w klasie A
- U3 klasa ogólna strefy C ze względu na klasę zanieczyszczenia PM10 (klasa C). Dla benzenu klasa B. Pozostałe zanieczyszczenia w klasie A
- U4 klasa ogólna strefy B ze względu na klasę zanieczyszczenia benzenu (klasa B). Pozostałe zanieczyszczenia w klasie A
- U5 wszystkie zanieczyszczenia w strefie w klasie A
- U6 klasa strefy C ze względu na klasę zanieczyszczenia ozonu (klasa C). Pozostałe zanieczyszczenia w klasie A

Tabela 12. Wynikowe klasy stref dla poszczególnych zanieczyszczeń oraz klasa łączna dla każdej strefy, uzyskane w OR dokonanej z uwzględnieniem kryteriów ustanowionych w celu ochrony roślin

Nazwa strefy (powiatu)	Kod powiatu	Symbol klasy wynikowej dla poszczególnych zanieczyszczeń dla obszaru całej strefy			Klasa łączna strefy	Działania wynikające z klasyfikacji	Uwagi
		SO ₂	NO _x	O ₃			
Powiat będziński	4.24.33.01	A	A	A	A	dz. 1	U1
Powiat bielski	4.24.32.02	A	A	A	A	dz. 1	U1
Powiat bieruńsko-łędziński	4.24.33.14	A	A	A	A	dz. 1	U1
Powiat cieszyński	4.24.32.03	A	A	A	A	dz. 1	U1
Powiat częstochowski	4.24.31.04	A	A	A	A	dz. 1	U1
Powiat gliwicki	4.24.33.05	A	A	A	A	dz. 1	U1
Powiat kłobucki	4.24.31.06	A	A	A	A	dz. 1	U1
Powiat lubliniecki	4.24.33.07	A	A	A	A	dz. 1	U1
Powiat mikołowski	4.24.33.08	A	A	A	A	dz. 1	U1
Powiat myszkowski	4.24.31.09	A	A	A	A	dz. 1	U1
Powiat pszczyński	4.24.33.10	A	A	A	A	dz. 1	U1
Powiat raciborski	4.24.45.11	A	A	A	A	dz. 1	U1
Powiat rybnicki	4.24.45.12	A	A	A	A	dz. 1	U1
Powiat tarnogórski	4.24.33.13	A	A	A	A	dz. 1	U1
Powiat wodzisławski	4.24.45.15	A	A	A	A	dz. 1	U1
Powiat zawierciański	4.24.33.16	A	A	A	A	dz. 1	U1
Powiat żywiecki	4.24.32.17	A	A	A	A	dz. 1	U1

Działania wynikające z klasyfikacji:

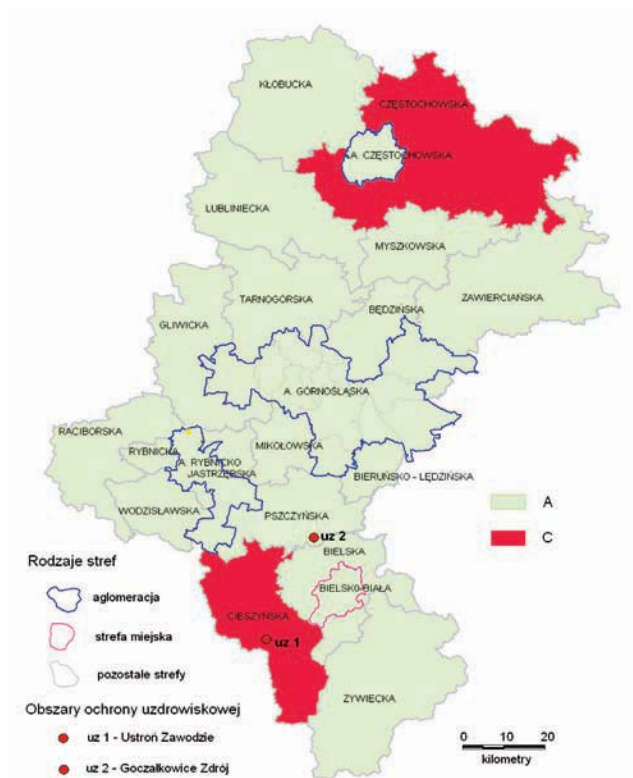
dz. 1 Brak działań. Utrzymanie jakości powietrza w strefie na tym samym lub lepszym poziomie

Uwagi:

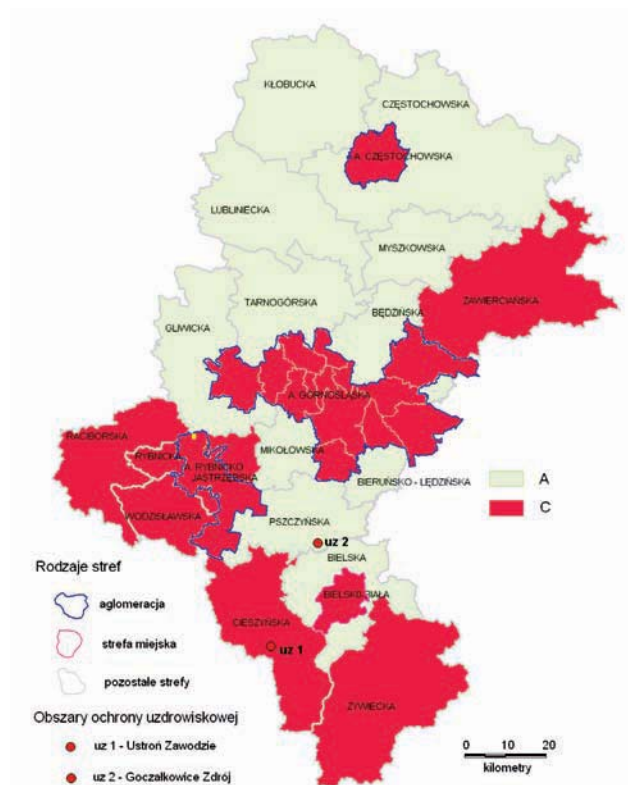
U1 wszystkie zanieczyszczenia w strefie – klasa A



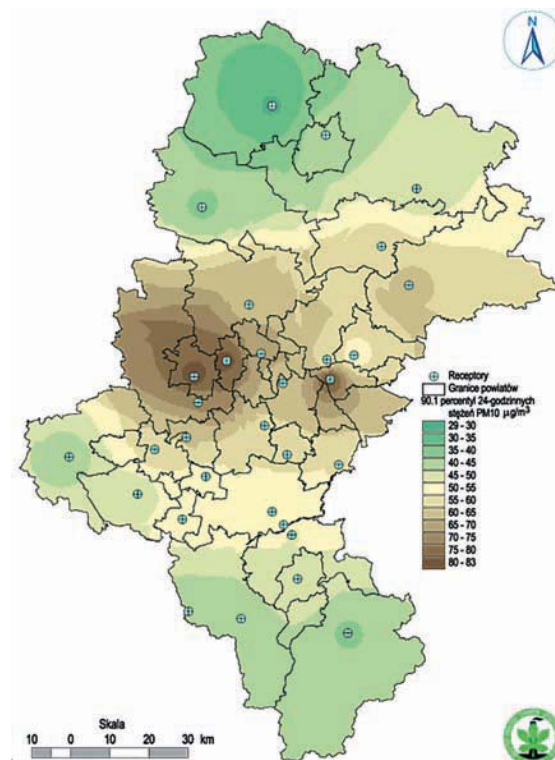
Ryc. 21. Wyniki klasyfikacji stref dla dwutlenku siarki, dwutlenku azotu, ołowiu i tlenku węgla w 2005 roku – kryterium ochrona zdrowia



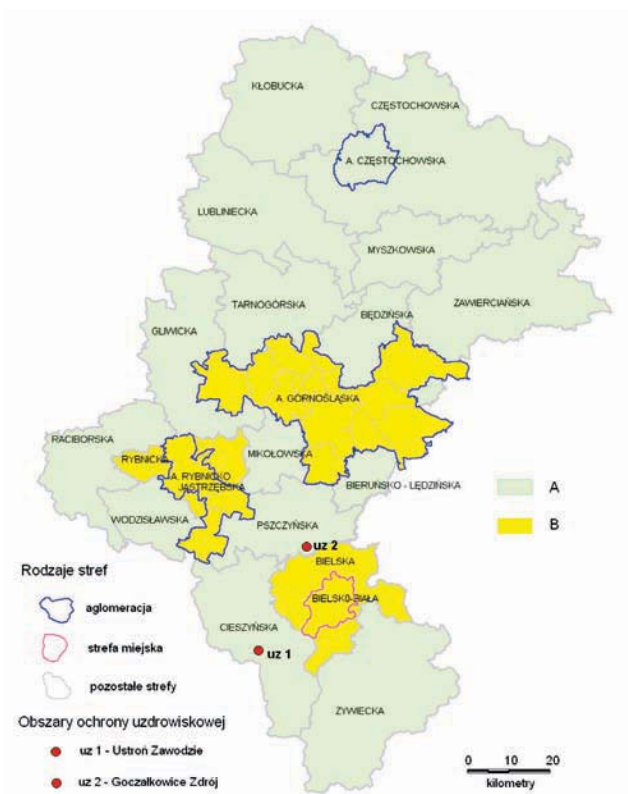
Ryc. 22. Wyniki klasyfikacji stref dla ozonu w 2005 roku – kryterium ochrona zdrowia



Ryc. 23. Wyniki klasyfikacji stref dla pyłu zawieszono PM10 w 2005 roku – kryterium ochrona zdrowia



Ryc. 24. Wyniki klasyfikacji stref dla pyłu zawieszono PM10 w 2005 roku – 90,1 percentyl 24-godzinnych stężeń pyłu zawieszono – kryterium ochrona zdrowia



Ryc. 25. Wyniki klasyfikacji stref dla benzenu w 2005 roku – kryterium ochrona zdrowia



Ryc. 26. Wyniki klasyfikacji stref dla dwutlenku siarki, tlenków azotu i ozonu w 2005 roku – kryterium ochrona roślin

4. Automatyczny monitoring BTX

Halina Pyta - Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrzu

W lipcu 2005 r., po przerwie związanej z serwisowaniem analizatora, wznowiono w IPIŚ PAN automatyczne pomiary stężenia BTX. Pomiary prowadzone były na zlecenie WIOŚ, przy wsparciu finansowym WFOŚiGW w Katowicach.

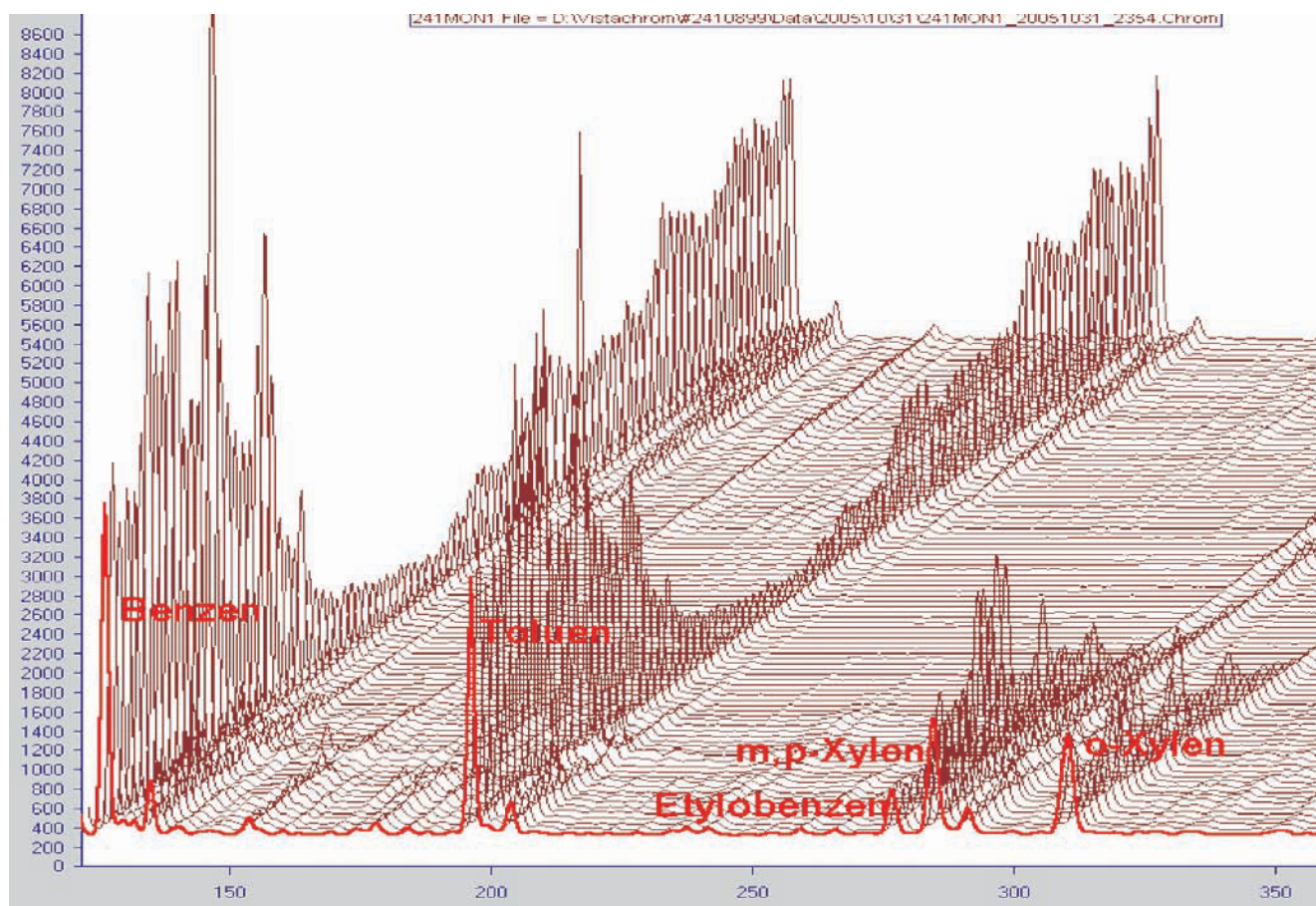
Stanowisko pomiarowe znajduje się w centralnej części Zabrza, poza jego ścisłym centrum, w dzielnicy nowych bloków mieszkalnych. Lokalizacja stanowiska jest reprezentatywna dla warunków tła miejskiego. W odległości ok. 400 m na południe położone jest osiedle 3-piętrowych budynków z indywidualnymi paleniskami węglowymi. W odległości ok. 200 m na wschód biegnie droga o umiarkowanym natężeniu ruchu, łącząca centrum Zabrza z drogą krajową nr 88. Teren Instytutu oddziela od drogi wąski pas wysokiej zieleni. Przy drodze, od strony północno-wschodniej, znajduje się stacja paliw.

Pomiary prowadzono z użyciem analizatora Air-moBTX1000 firmy Chromatosud, zgodnie z referencyjną metodyką European Comitee for Standardisa-

tion dla automatycznych oznaczeń BTX w powietrzu [2].

Wyznaczona granica oznaczalności metody wynosi $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla benzenu i $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla pozostałych związków.

Na ryc. 27 pokazano dobowy chromatogram z 31-10-2005. Czoło chromatogramu zawiera zapis analizy wykonanej tuż przed północą, w głębi – wyniki analiz z wcześniejszych godzin. Na poziomej osi zaznaczono czas retencji związków, na osi pionowej – wysokość sygnału detektora. Stężenie danego związku w powietrzu jest proporcjonalne do powierzchni właściwego pików. Najwyższe stężenia benzenu, toluenu, etylobenzenu, m+p-ksylenu, o-ksylenu odnotowano pomiędzy 20:09 a 20:24 i wynosiły one odpowiednio: $43,60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $39,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $7,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $13,70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oraz $12,60 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na wykresie widać znacznie podwyższony poziom stężenia BTX nad ranem, wieczorem i w nocy. Spadek temperatury powietrza w sytuacji ograniczonego dopływu promienio-



Ryc. 27. Wycinek dobowego chromatogramu z 31.10.2005 r., z zaznaczeniem pików benzenu, toluenu, etylobenzenu oraz m+p-ksylenu i o-ksylenu

wania słonecznego i po zachodzie słońca, przy niskiej prędkości wiatru i braku zachmurzenia był przyczyną inwersji termicznej, sprzyjającej gromadzeniu się zanieczyszczeń przy gruncie. W porze dziennej, wraz z rozwojem procesów pionowego mieszania, przy nieco wyższej prędkości wiatru następowała dyspersja zanieczyszczeń.

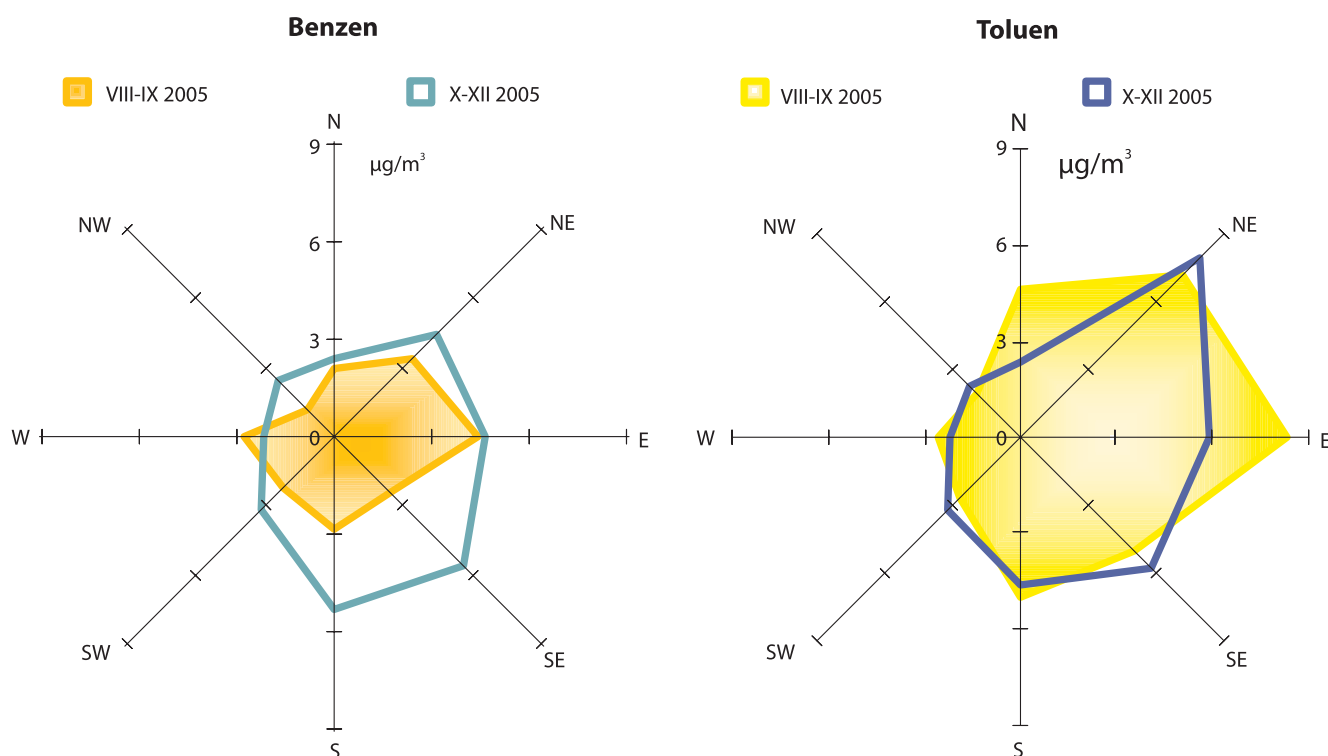
W tabeli 13 przedstawiono wyniki pomiarów poziomu BTX w powietrzu za okres sierpień – grudzień 2005 r. [3]. Tabela 13 zawiera wybrane statystyki opisowe serii 15-min. danych o stężeniu benzenu, toluenu i ksylenu (jako suma stężenia izomerów m+p- oraz o-ksylenu). Dla oceny zmian w zakresie zanieczysz-

czenia powietrza benzenem i jego pochodnymi, w tabeli umieszczono wyniki pomiarów prowadzonych w pierwszych miesiącach eksploatacji analizatora, od sierpnia do grudnia 2001 r. [4].

Średnie stężenie benzenu w okresie sierpień – grudzień 2005 r. stanowiło ok. 72% dopuszczalnego stężenia średniorocznego $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Średnie stężenie benzenu w miesiącach sierpień – wrzesień oraz październik – grudzień wynosiło odpowiednio 4,06 oraz $2,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Wyższe o ok. 50% średnie stężenie za okres związany z sezonem grzewczym w stosunku do średniej z dwóch cieplejszych miesięcy było spowodowane zwiększoną emisją benzenu ze spa-

Tabela 13. Wybrane parametry statystyczne serii 15-min. wyników pomiarów stężenia BTX

Parametr	VIII - XII	VIII	IX	X	XI	XII
ROK 2005						
Liczba oznaczeń	12860	2300	2345	2859	2769	2587
BENZEN						
Średnia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	3,59	2,45	3,06	3,66	5,01	3,50
Odchyl. stand. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	4,20	5,60	3,95	3,78	4,04	3,01
Liczba stężeń $>5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	2810	233	462	562	1012	541
Maksimum [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Termin wystąpienia	113,66 9-08 1:11	113,66 9-08 1:11	34,52 4-09 4:26	43,60 31-10 20:09	36,22 27-11 12:05	23,88 6-12 10:53
TOLUEN						
Średnia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	4,63	4,42	5,64	4,73	4,91	3,49
Odchyl. stand. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	8,50	10,20	11,16	7,93	7,64	4,59
Maksimum [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Termin wystąpienia	200,56 5-09 23:11	184,20 30-08 00:48	200,56 5-09 23:41	195,45 27-10 23:09	166,03 27-11 11:20	101,37 10-12 10:08
KSYLEN						
Średnia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	4,28	3,62	5,56	4,83	4,72	2,50
Odchyl. stand. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	8,88	10,17	10,73	7,51	10,78	2,86
Maksimum [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Termin wystąpienia	342,91 10-11 4:50	142,41 28-08 20:06	159,19 5-09 20:56	122,67 27-10 21:54	342,91 10-11 4:50	51,54 10-12 10:08
ROK 2001						
Liczba oznaczeń	10431	2129	1861	1325	2291	2825
BENZEN						
Średnia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	9,98	8,33	7,81	9,53	8,10	14,39
Odchyl. stand. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	11,81	13,41	5,32	9,12	9,86	14,70
Liczba stężeń $>5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	8875	1541	1675	1235	1613	2811
Maksimum [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Termin wystąpienia	145,41 26-08 2:42	145,41 26-08 2:42	34,18 30-09 21:09	89,81 6-10 20:12	78,39 11-11 0:50	100,86 9-12 23:12
TOLUEN						
Średnia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	9,16	10,29	8,11	8,835	6,77	11,080
Odchyl. stand. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	9,59	13,05	5,88	8,867	7,70	9,67
Maksimum [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Termin wystąpienia	130,83 8-12 15:27	100,71 09-08 21:25	55,38 21-09 20:03	113,435 6-10 20:12	68,716 10-11 21:05	130,83 8-12 15:27
KSYLEN						
Średnia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	8,12	9,49	7,46	10,256	5,12	8,95
Odchyl. stand. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	12,24	16,14	12,60	17,098	7,50	7,62
Maksimum [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Termin wystąpienia	322,36 5-10 20:27	241,45 24-08 22:27	184,25 19-09 19:48	322,361 5-10 20:27	98,02 29-11 20:32	55,06 8-12 15:27



Ryc. 28. Średnie stężenie benzenu i toluenu w sektorach 8-kierunkowej róży wiatrów

lania paliw w gospodarstwach domowych i źródłach energetycznych, przy relatywnie gorszych warunkach dyspersji zanieczyszczeń i zdolności atmosfery do samooczyszczania. W niewielkim stopniu podwyższone stężenie benzenu w chłodniejszych miesiącach wynikało ze wzrostu emisji komunikacyjnej. Na ryc. 28 pokazano rozkład średniego stężenia benzenu i toluenu w 8 sektorach róży wiatrów (w interpretacji danych o stężeniu wykorzystano wyniki pomiarów meteorologicznych z automatycznej stacji monitoringu WIOŚ na terenie IPIŚ PAN). W przypadku benzenu, w miesiącach październik – grudzień odnotowano znacznie wyższe średnie stężenie sektorowe dla kierunków wiatru S i SE, a więc związanych z napływem zanieczyszczeń od strony budynków z paleniskami węglowymi, sąsiadujących od południa z terenem IPIŚ PAN oraz od strony starej zabudowy centrum miasta (południowy wschód). W przypadku toluenu (i ksyleny) dominuje napływ zanieczyszczającego powietrza z kierunków NE i E, związanych z lokalną drogą i pobliską stacją paliw.

W analizowanym okresie 1-godzinne stężenie benzenu przyjmowało wartości z przedziału od 0 (tj. poniżej granicy oznaczalności) do 79,9 µg/m³, w przypadku toluenu – od 0 do 130,0 µg/m³, a w przypadku ksyleny (jako suma stężeń izomerów) – od 0 do 143,9 µg/m³. Przedział zmienności średniodobowego stężenia benzenu, toluenu i ksyleny wynosił odpowiednio od 0,6 do 11,8 µg/m³, od 0,8 do 20,9 µg/m³ oraz od 0,1 do 18,60 µg/m³. Przeciętnie 1h stężenia

BTX przyjmowały wartości znacznie niższe niż przyjęte do celów obliczeniowych 1h wartości odniesienia. Tym niemniej odnotowano pojedyncze epizody wysokich stężeń benzenu oraz nieco liczniejsze przypadki wysokich stężeń toluenu i ksyleny, występujące w godzinach nocnych i związane z kierunkiem NE i E. W analizowanym okresie wystąpiły dni o wyraźnie podwyższonym stężeniu wszystkich BTX, niekoniecznie w chłodniejszej części roku, co wskazuje na stały udział emisji przemysłowej w tle.

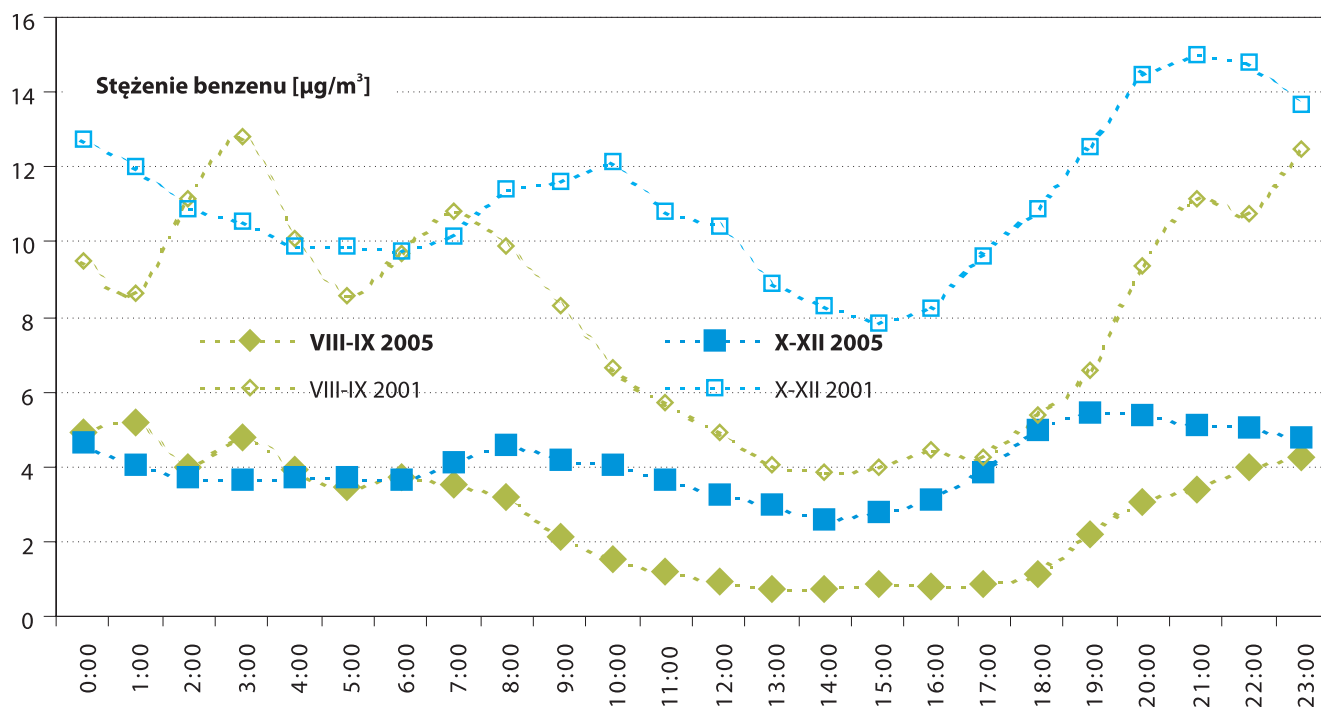
Analizując dobowy rozkład stężenia benzenu i toluenu w miesiącach sierpień – wrzesień i październik – grudzień (ryc. 29 i 30) zauważono, że rozkład stężenia benzenu jest bardziej wyrównany oraz, że w chłodniejszych miesiącach stężenie benzenu było zasadniczo wyższe niż w tych samych godzinach w okresie cieplejszym. W przypadku toluenu (i ksyleny) stężenia w godzinach nocnych w miesiącach sierpień – wrzesień były wyższe niż w okresie październik-grudzień. Wyraźniej niż w przypadku benzenu zaznaczył się poranny szczyt komunikacyjny (ok. godz. 7.00), co wynika ze znacznie wyższej zawartości toluenu w spalinach samochodów.

Porównując wyniki pomiarów prowadzonych w 2001 r. odnotowano wyraźny spadek stężenia wszystkich substancji z grupy BTX, w szczególności – benzenu. Średnie stężenie benzenu w miesiącach sierpień-grudzień 2005 r. stanowiło ok. 36% wartości odnotowanej w analogicznym okresie 2001 roku.

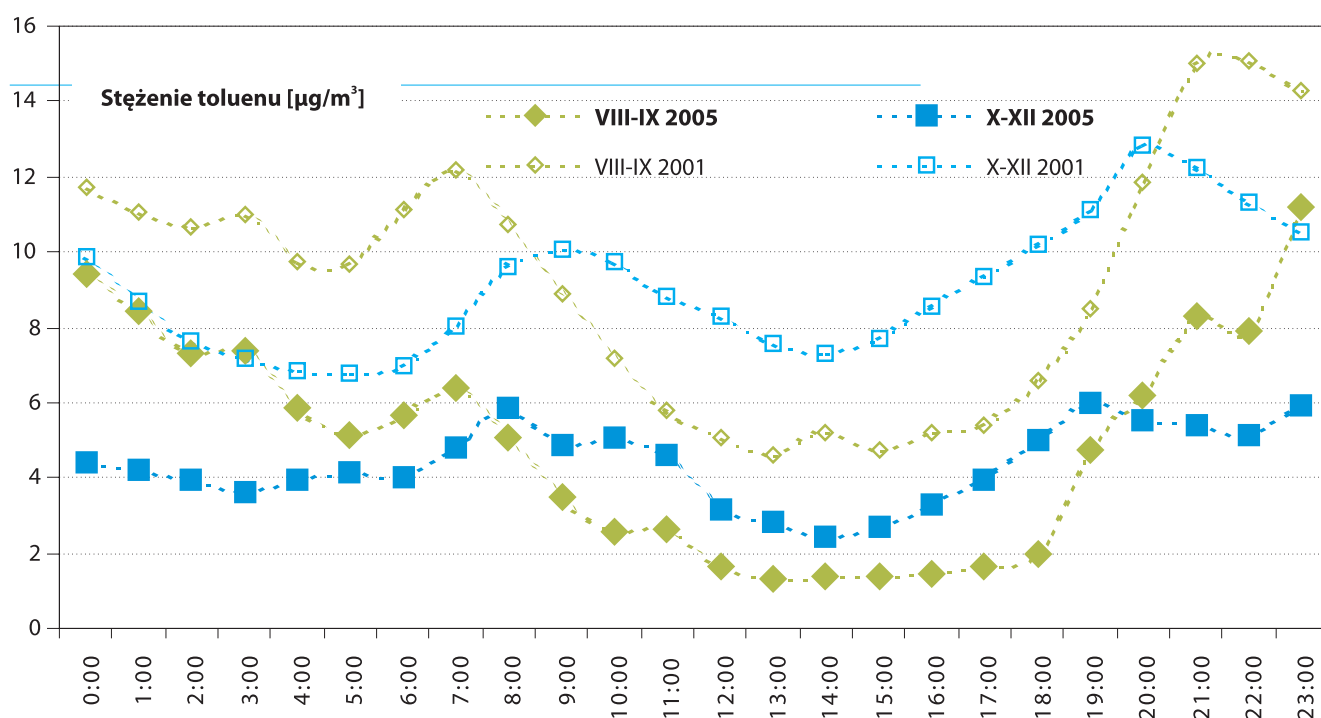
Średnie stężenie toluenu i ksyleny stanowiło odpo-

wiednio 51 i 53% średnich poziomów stężenia za okres sierpień-grudzień 2001 r. Należy jednak zaznaczyć, że maksymalne 15-min. wartości stężeń BTX w 2005 r. nie odbiegają od zarejestrowanych w 2001 r. O ile epizody wysokich stężeń w 2001 r. były ewidentnie związane z funkcjonowaniem źródeł technologicznych, o tyle w 2005 r. wysokie stężenia BTX przy wietrze ze wschodu mogą pochodzić od zapożarowanej hałdy w Zabrze-Biskupicach. Przyczyną poprawy jakości

powietrza, obserwowaną także na innych stanowiskach monitoringu BTX w regionie, jest ograniczenie emisji ze spalania i parowania paliw silnikowych. Redukcją emisji, wbrew rosnącej liczbie zarejestrowanych pojazdów, uzyskano dzięki ogólnej poprawie stanu technicznego pojazdów i wyższemu udziałowi samochodów wyposażonych w katalityczne konwertery spalin, a przede wszystkim – w efekcie wprowadzenia nowych norm jakości paliw [5-6]. Przepisy



Ryc. 29. Średnie 1h stężenie benzenu w ciągu doby



Ryc. 30. Średnie 1h stężenie toluenu w ciągu doby

te spowodowały ograniczenie zawartości benzenu w benzynach z 5 do 1% (v/v) i zawartości sumy węglowodorów aromatycznych do 35% (v/v), doprowadziły do obniżenia prężności par benzyn i dopuściły szersze stosowanie dodatków tlenowych, poprawiających m.in. efektywność spalania. Ponadto wyeliminowano lub drastycznie ograniczono stosowanie benzenu i niektórych BTX w rozpuszczalnikach i produktach pochodnych. W efekcie niesprzyjającej koniunktury, na skutek restrukturyzacji lub wyeksploatowania urządzeń technologicznych zlikwidowano część instalacji przemysłowych związanych z emisją BTX. W Zabrze, w 2002 r. zamknięto Koksownię „Makoszowy” oraz dokonano częściowej modernizacji źródeł Koksowni „Jadwiga”.

Automatyczne pomiary BTX prowadzone są obok stanowiska ekspozycji próbników pasywnych do oznaczeń BTX w powietrzu. Ekspozycje w miesięcznych odstępach wykonuje Laboratorium WIOŚ w Bielsku-Białej z użyciem rurek typu ORSA5 (Draeger), wypełnionych węglem aktywnym i poddawanych desorpcji z użyciem disiarczku węgla. Analizy wykonywane są w tym samym laboratorium. Porównanie wyników

uzyskanych w 2005 r. w pomiarach z użyciem próbników pasywnych z wynikami pomiarów automatycznych wskazuje na wysoką zgodność liniową, potwierdzoną współczynnikiem korelacji na poziomie $R=0,9$ dla wszystkich oznaczanych substancji. Najwyższą bezwzględną zgodność uzyskano dla benzenu, otrzymując w kolejnych ekspozycjach następujące wyniki (w nawiasie podano średnie stężenie benzenu w pomiarach automatycznych): sierpień – 2,72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2,45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), wrzesień – 2,62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2,93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), październik – 4,83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (4,37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), listopad – 5,98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (4,80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), grudzień – 4,31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3,36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Gorzej wypada porównanie dla toluenu i ksylenu. W pierwszym przypadku jest to uzasadnione występowaniem względnie częstych epizodów wysokich stężeń toluenu, które nie mogą zostać zarejestrowane przy pasywnym poborze próbki. W drugim przypadku decydującą rolę ogrywa wysoki odsetek stężeń ksylenu poniżej granicy oznaczalności (dla m+p-ksylenu było to 10,5% wszystkich 15-min. wyników pomiarów, a dla o-ksylenu – aż 31,7%), co prowadzi do pewnego niedoszacowania stężenia mierzonego metodą automatyczną.

5. Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża w województwie śląskim w 2005 roku

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

Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża funkcjonuje w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska, jako jeden z podsystemów, od 1999 roku. Ma on na celu określanie w skali kraju rozkładu ładunków zanieczyszczeń wprowadzanych z opadem mokrym (wet-only) do podłoża w ujęciu czasowym i przestrzennym. Koordynatorem tego monitoringu jest Departament Monitoringu Ocen i Prognoz Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, a nadzór merytoryczny nad działalnością systemu sprawuje i badania prowadzi Wrocławski Oddział Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej.

Sieć pomiarowa, zgodnie z programem PMS, składa się z 25 stacji chemizmu opadów atmosferycznych oraz 162 posterunków opadowych charakteryzujących średnie pole opadowe dla obszaru Polski, w tym dwóch stacji chemizmu opadów na obszarze województwa śląskiego (w Raciborzu i Katowicach) i 7 posterunków opadowych (ryc. 31).

Na wszystkich stacjach monitoringu chemizmu opadów zbierana jest woda opadowa w sposób ciągły i analizowana w cyklach miesięcznych. Równoległe z poborem próbek opadu prowadzone są pomia-

ry 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) w miesięcznych próbkach opadów oraz przewodność elektryczna właściwa.

Analizy fizykochemiczne składu opadów wykonywane są przez 16 laboratoriów WIOŚ. Poszczególne wojewódzkie laboratoria analizują opady ze stacji położonych w danym województwie. Dla województwa śląskiego analizy opadów wykonuje Laboratorium WIOŚ w Częstochowie.

Roczne wyniki badań monitoringowych porównywane są z wynikami uzyskanymi w latach poprzednich i ustalane trendy zmian wielkości stężeń

zawartych w opadach i deponowanych zanieczyszczeń. Opracowane wyniki badań są przedstawiane dla każdego roku w sprawozdaniach rocznych oraz w 16 raportach wojewódzkich z badań monitoringowych na obszarach poszczególnych województw. Prezentowane są również na stronie internetowej: www.gios.gov.pl.

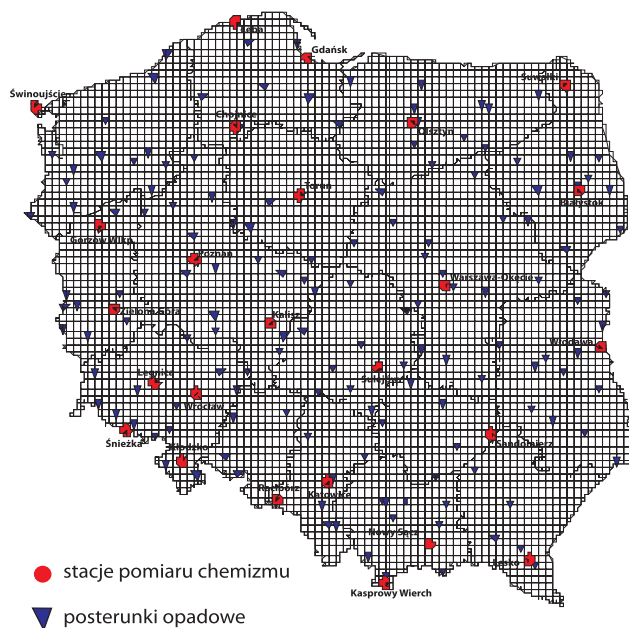
Niniejsze opracowanie prezentuje wyniki badań dla obszaru województwa śląskiego. Prezentowane dane obrazują stan jakości wód deszczowych w województwie śląskim w 2005 roku oraz ilości deponowanych substancji wraz z opadami z podziałem na tereny poszczególnych powiatów. Obciążenie powierzchniowe obszaru województwa śląskiego porównano z depozycją dla całego obszaru Polski i pozostałych województw, a także przedstawiono porównanie wielkości mokrej depozycji w latach 1999-2005.

W ramach krajowego monitoringu chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża na obszarze województwa śląskiego w 2005 roku analizowano wody opadowe przed kontaktem z podłożem na stacjach położonych w Katowicach i Raciborzu. Skład fizyko-chemiczny miesięcznych próbek opadów z tych stacji monitoringowych oraz wielkości miesięcznych ładunków badanych substancji zdeponowanych wraz z opadami na tereny reprezentowane przez te stacje kształtowały się jak przedstawiono w tabeli 14 i 15.

Wyraźne 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.

Na podstawie wyników pomiarów ilości wody opadowej w 2005 r. zarejestrowanej na 162 punktach pomiaru wysokości opadu reprezentujących średnie pole opadowe dla obszaru Polski, w tym siedmiu na obszarze województwa śląskiego oraz wyniki analiz składu opadów z 25 stacji monitoringowych (ryc. 31), przy użyciu komputerowego systemu informacji przestrzennej (GIS), oszacowano wielkości ładunków jednostkowych i całkowitych obciążających województwo śląskie, jego poszczególne powiaty i dla porównania obszary pozostałych województw Polski. Obliczone dane przedstawiono w tabeli 16 oraz zobrazowano zróżnicowanie w obciążeniu rocznym na przykładzie siarczanów, azotynów i azotanów, jonów wodorowych, azotu, fosforu ogólnego, ołowiu i kadmu na rycinie 32.

Dla porównania wielkości mokrej depozycji na obszarze województwa śląskiego w latach 1999-2005



Ryc. 31. Sieć stacji pomiarowo-kontrolnych krajowego monitoringu chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża

na rycinie 33 przedstawiono diagramy wielkości ładunków badanych substancji i linie trendu dla tych ładunków na tle średniorocznych sum opadów.

W 2005 roku na stacjach monitoringowych w województwie śląskim dokonano 183 pomiary odczynu (pH) dobowych próbek opadów w celu oceny kwasowości wód opadowych. Odczyn (pH) mieścił się w zakresie od 3,65 do 8,13 pH, w tym w Katowicach od 3,65 do 7,21, średnia roczna ważona – 4,57 pH, a w Raciborzu od 3,97 do 8,13, średnia roczna ważona – 4,88 pH. W przypadku 68% 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 wzrost ilości kwaśnych deszczy (opadów z odczynem poniżej wartości 5,6 pH) o 4%.

Na obszar województwa śląskiego wody opadowe w 2005 roku wniosły: 28280 ton siarczanów (23,00 kg SO_4^{2-} /ha); 14849 ton chlorków (12,08 kg Cl/ha); 5415 ton (N) azotynów i azotanów (4,40 kg N/ha); 6514 ton azotu amonowego (5,30 kg N/ha); 21674 tony azotu ogólnego (17,63 kg N/ha); 377,5 ton fosforu ogólnego (0,307 kg P/ha); 5946 ton sodu (4,84 kg Na/ha); 4813 ton potasu (3,92 kg K/ha); 7963 tony wapnia (6,48 kg Ca/ha); 979 ton magnezu (0,80 kg Mg/ha); 836,6 ton cynku (0,681 kg Zn/ha); 173,3 tony miedzi (0,1410 kg Cu/ha); 411,1 ton żelaza (0,334 kg Fe/ha); 43,04 tony ołowiu (0,0350 kg Pb/ha); 8,719 ton kadmu (0,00709 kg Cd/ha); 12,13 ton niklu

(0,0099 kg Ni/ha); 5,195 ton chromu (0,0042 kg Cr/ha) i 63,75 ton manganu (0,0519 kg Mn/ha) oraz 124,66 ton wolnych jonów wodorowych (0,1014 kg H⁺/ha).

Roczny sumaryczny ładunek badanych substancji zdeponowany na obszar województwa śląskiego wyniósł 70,4 kg/ha i był większy niż średni dla całego obszaru Polski.

Największym ładunkiem badanych substancji w województwie śląskim został obciążony powiat pszczyński, z najwyższymi w porównaniu do obciążenia pozostałych powiatów ładunkami siarczanów, chlorków, azotynów i azotanów, azotu amonowego, azotu ogólnego, fosforu ogólnego, sodu, potasu, wapnia, magnezu, żelaza, niklu, chromu, manganu i wolnych jonów wodorowych.

Najmniejsze obciążenie powierzchniowe wystąpiło w powiecie częstochowskim z najniższym w stosunku do pozostałych powiatów obciążeniem ładunkami siarczanów, chlorków, azotynów i azotanów, azotu amonowego, fosforu i azotu ogólnego, sodu, wapnia, magnezu, żelaza i manganu.

Ocena wyników siedmioletnich badań monitoringowych chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża prowadzo-

nych w okresie lat 1999-2005 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 2005 roku ładunkiem badanych substancji zdeponowanych z atmosfery przez opad mokry zmalało o 10% w porównaniu do średniej z poprzednich lat badań, przy średniorocznej sumie wysokości opadu mniejszej o 9,9 mm.

Linie trendu dla ładunków w wieloleciu 1999-2005 wskazują, że depozycja większości badanych substancji ma charakter malejący, przy czym największe tendencje spadkowe stwierdzono w przypadku ładunków ołowiu, manganu, wapnia i magnezu. Charakter rosnący linii trendu obserwuje się dla ładunków chlorków, potasu, miedzi, kadmu i niklu.

Wniesiony wraz z opadami w 2005 roku ładunek siarczanów, w porównaniu do średniej z lat 1999-2004, zmalał o 21,6%, ładunek azotu amonowego o 10,3%, azotu ogólnego o 10,2%, fosforu ogólnego o 22,7%, wapnia o 35,6%, magnezu o 35,0%, żelaza o 19,7%, ołowiu o 45,7%, manganu o 38,4% i jonów wodorowych o 7,7%, natomiast nastąpił wzrost

Tabela 14. Skład fizykochemiczny średniomiesięcznych próbek opadów atmosferycznych na stacjach monitoringowych z okresu styczeń-grudzień 2005 roku

Wskaźnik zanieczyszczeń	Jednostki	Stężenia min-max	
		Katowice-Muchowiec	Racibórz
Chlorki	mgCl/dm ³	0,47 – 6,50	0,19 – 5,50
Siarczany	mgSO ₄ /dm ³	2,10 – 8,50	1,70 – 11,00
Azotyny+azotany	mgN/dm ³	0,37 – 2,10	0,35 – 2,51
Azot amonowy	mgN/dm ³	0,35 – 1,10	0,63 – 3,70
Sód	mgNa/dm ³	0,20 – 2,80	0,20 – 1,58
Potas	mgK/dm ³	0,20 – 1,80	0,20 – 2,70
Wapń	mgCa/dm ³	0,39 – 1,90	0,36 – 3,90
Magnez	mgMg/dm ³	0,07 – 0,28	0,05 – 0,41
Cynk	mgZn/dm ³	0,040 – 0,310	0,012 – 0,110
Miedź	mgCu/dm ³	0,0096 – 0,0550	0,0015 – 0,0091
Żelazo	mgFe/dm ³	0,038 – 0,091	0,018 – 0,230
Ołów	mgPb/dm ³	0,0017 – 0,0240	0,0010 – 0,0110
Kadm	mgCd/dm ³	0,00030 – 0,00740	0,00010 – 0,00870
Nikiel	mgNi/dm ³	0,0010 – 0,0030	0,0005 – 0,0030
Chrom	mgCr/dm ³	0,0005 – 0,0010	0,0005 – 0,0010
Mangan	mgMn/dm ³	0,0030 – 0,0240	0,0030 – 0,0410
Azot ogólny*	mgN/dm ³	1,40 – 4,73	1,78 – 5,33
Fosfor całkowity	mgP/dm ³	0,030 – 0,140	0,030 – 0,100
Jon wodorowy	mgH/dm ³	0,0008 – 0,0708	0,0003 – 0,0603
Odczyn	pH	4,15 – 6,10	4,22 – 6,50
Przewodność	μS/cm	16,3 – 71,6	17,0 – 72,0

* suma azotu azotanowego i azotu Kjeldahla

Tabela 15. Wielkości ładunków substancji wnoszonych z opadami na tereny reprezentowane przez stacje monitoringowe z okresu styczeń-grudzień 2005 roku

Wskaźnik zanieczyszczeń	Jednostki	Ładunki min-max	
		Katowice-Muchowiec	Racibórz
Chlorki	kgCl/ha	0,15 – 3,26	0,04 – 1,96
Siarczany	kgSO ₄ /ha	0,29 – 3,68	0,52 – 3,94
Azotyny+azotany	kgN/ha	0,04 – 0,78	0,05 – 0,68
Azot amonowy	kgN/ha	0,06 – 0,98	0,17 – 1,18
Sód	kgNa/ha	0,06 – 1,15	0,05 – 0,77
Potas	kgK/ha	0,08 – 1,26	0,04 – 0,98
Wapń	kgCa/ha	0,09 – 0,87	0,14 – 1,44
Magnez	kgMg/ha	0,01 – 0,14	0,02 – 0,12
Cynk	kgZn/ha	0,016 – 0,435	0,005 – 0,022
Miedź	kgCu/ha	0,0017 – 0,0339	0,0004 – 0,0048
Żelazo	kgFe/ha	0,005 – 0,071	0,006 – 0,039
Ołów	kgPb/ha	0,0007 – 0,0121	0,0003 – 0,0029
Kadm	kgCd/ha	0,00019 – 0,00357	0,00002 – 0,00126
Nikiel	kgNi/ha	0,0001 – 0,0016	0,0001 – 0,0011
Chrom	kgCr/ha	0,0000 – 0,0009	0,0000 – 0,0009
Mangan	kgMn/ha	0,0009 – 0,0117	0,0010 – 0,0069
Azot ogólny*	kgN/ha	0,14 – 2,95	0,25 – 5,56
Fosfor całkowity	kgP/ha	0,006 – 0,072	0,004 – 0,054
Jon wodorowy	kgH/ha	0,0001 – 0,0343	0,0000 – 0,0204

* suma azotu azotanowego i azotu Kjeldahla

Tabela 16. Obciążenie powierzchniowe wybranych województw [kg/ha] substancjami wniesionymi przez opady atmosferyczne w 2005 roku

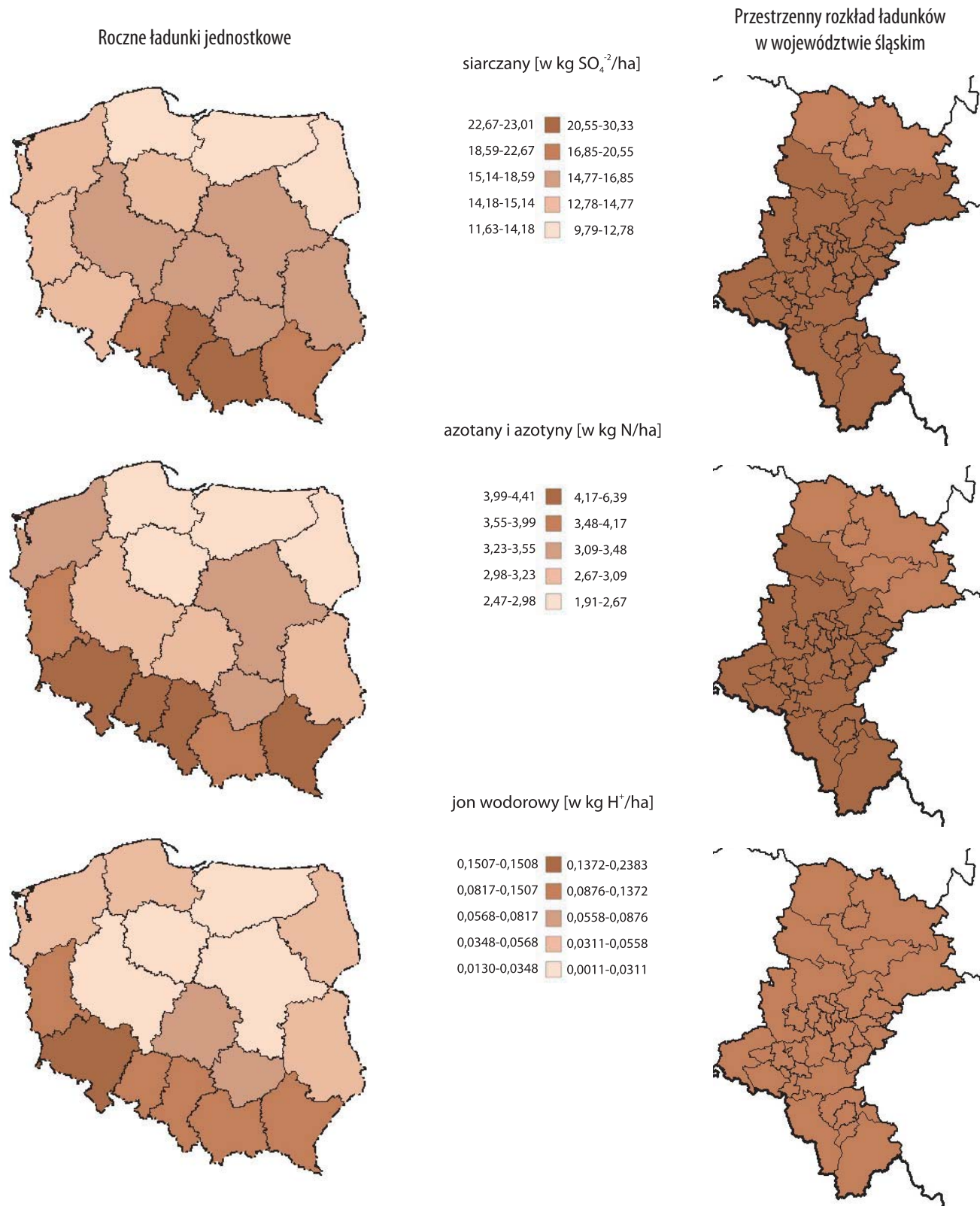
WSKAŹNIK	dolnośląskie	kujawsko-pomorskie	lubuskie	łódzkie	małopolskie	mazowieckie	opolskie	podkarpackie	pomorskie	śląskie	świętokrzyskie	wielkopolskie	zachodniopomorskie
Siarczany [SO ₄ ⁻²]	14,49	14,80	14,19	15,91	22,67	15,63	18,60	20,14	11,63	23,00	15,66	16,50	14,20
Chlorki [Cl ⁻]	4,93	5,94	6,91	6,42	11,87	7,74	9,22	10,15	9,05	12,08	6,99	6,09	10,61
Azotyny+azotany [N _{NO2++NO3-}]	4,02	2,51	3,56	3,13	3,73	3,24	4,00	4,11	2,62	4,40	3,34	2,98	3,25
Azot amonowy [N _{NH4+}]	4,68	4,30	5,28	3,91	4,90	4,14	5,01	5,40	3,01	5,30	4,23	5,67	4,43
Sód [Na]	2,78	3,95	3,68	3,33	3,81	4,46	3,80	3,34	5,46	4,84	2,54	3,67	6,63
Potas [K]	1,39	1,35	2,40	1,91	2,76	1,94	3,17	2,27	1,42	3,92	2,39	1,95	2,34
Wapń [Ca]	3,51	6,52	4,01	4,63	8,82	5,68	5,28	8,00	3,94	6,48	5,32	5,18	5,22
Magnez [Mg]	0,55	1,03	0,54	0,78	0,90	1,02	0,68	0,97	0,76	0,80	0,74	0,78	0,78
Cynk [Zn]	0,286	0,304	0,186	0,454	0,418	0,402	0,408	0,409	0,214	0,681	0,327	0,326	0,227
Miedź [Cu]	0,0736	0,0209	0,0385	0,0516	0,0962	0,0405	0,0763	0,1113	0,0204	0,1410	0,0646	0,0269	0,0277
Żelazo [Fe]	0,128	0,124	0,137	0,178	0,264	0,182	0,214	0,144	0,182	0,334	0,148	0,125	0,122
Ołów [Pb]	0,0273	0,0105	0,0139	0,0153	0,0210	0,0096	0,0220	0,0279	0,0161	0,0350	0,0211	0,0112	0,0099
Kadm [Cd]	0,00254	0,00172	0,00158	0,00386	0,00376	0,00419	0,00480	0,00348	0,00382	0,00709	0,00369	0,00151	0,00289
Nikiel [Ni]	0,0048	0,0063	0,0044	0,0092	0,0068	0,0053	0,0071	0,0127	0,0084	0,0099	0,0095	0,0059	0,0062
Chrom [Cr]	0,0020	0,0025	0,0013	0,0033	0,0031	0,0020	0,0034	0,0028	0,0035	0,0042	0,0027	0,0031	0,0017
Mangan [Mn]	0,0344	0,0267	0,0469	0,0288	0,0564	0,0331	0,0405	0,0437	0,0250	0,0519	0,0324	0,0364	0,0363
Jon wodorowy [H ⁺]	0,1508	0,0131	0,0818	0,0569	0,0869	0,0260	0,1054	0,0919	0,0503	0,1014	0,0626	0,0255	0,0428
Azot ogólny [N _{og.}]	11,45	8,74	13,48	10,26	14,74	10,89	15,68	12,31	7,03	17,63	10,09	12,25	11,77
Fosfor ogólny [P _{og.}]	0,232	0,180	0,244	0,214	0,284	0,323	0,271	0,413	0,290	0,307	0,469	0,212	0,340
Suma	40,0414	43,0197	45,9654	44,2550	66,8102	48,3877	57,5825	58,4398	40,1035	70,4225	44,8706	47,1935	52,3665

Objaśnienia: wartości maksymalne zaznaczono kolorem zielonym, minimalne kolorem żółtym

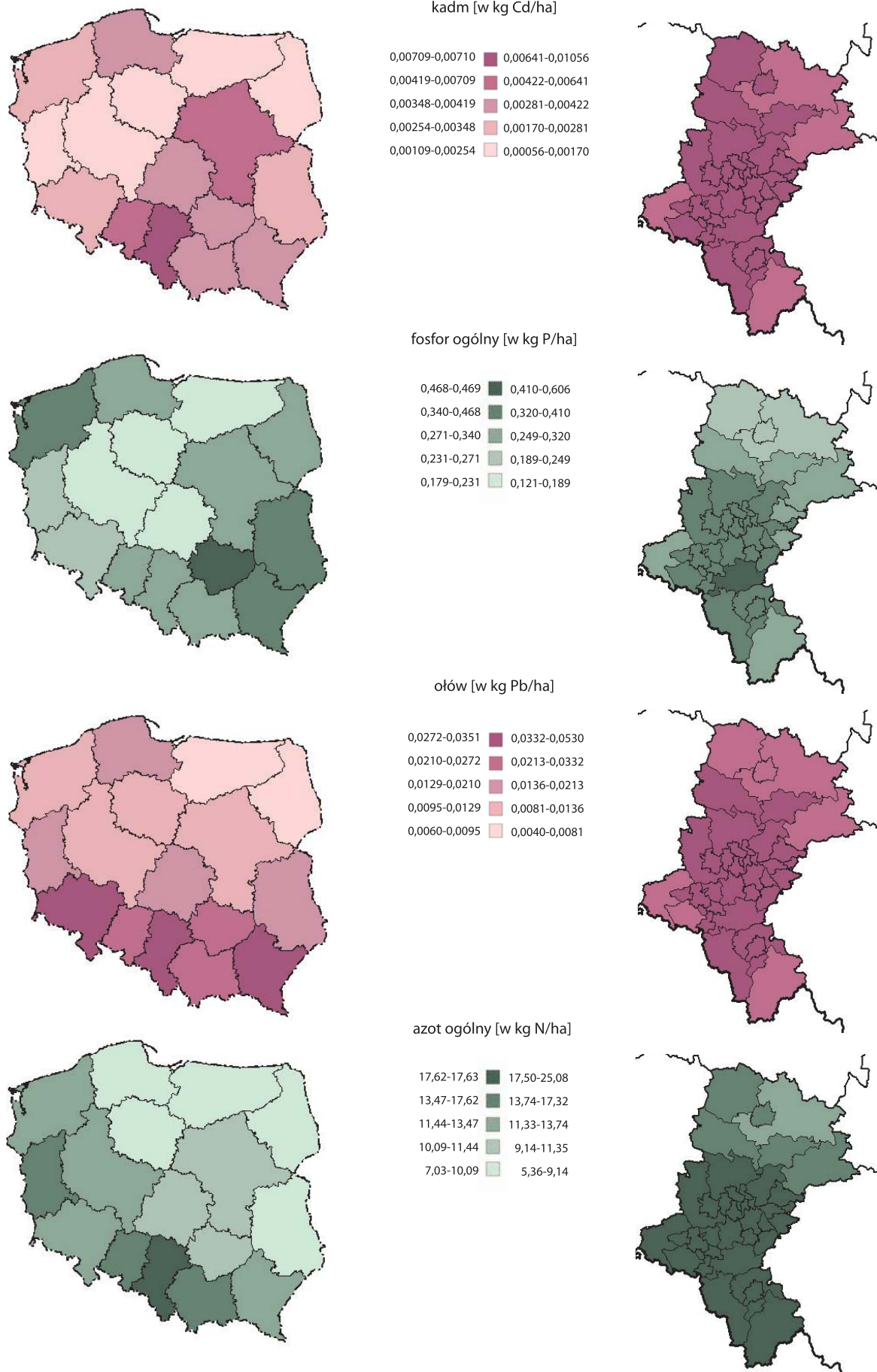
depozycji chlorków o 27,7%, sodu o 29,8%, potasu o 35,2%, miedzi o 104,5%, kadmu o 32,0%, niklu o 5,3%, chromu o 5,0%. Obciążenie azotanami i azotynami oraz cynkiem kształtowało się na poziomie średniej z poprzednich lat badań.

Uzyskane dzięki prowadzonym badaniom wyniki

wskazują, że wprowadzany depozyt zanieczyszczeń atmosferycznych na obszar województwa śląskiego, pomimo obserwowanych tendencji malejących wielu badanych wskaźników w wieloletnim 1999-2005, stanowi nadal znaczące źródło zanieczyszczeń oddziałujące na stan środowiska tego regionu.



Ryc. 32. Roczne ładunki jednostkowe wniesione przez opady atmosferyczne na obszar województwa oraz przestrzenne rozkłady ładunków wniesionych na obszar powiatów w województwie śląskim w 2005 roku



Ryc. 32. C.d.



Ryc. 33. Depozycja substancji wprowadzanych z opadem atmosferycznym (wet-only) na obszar województwa śląskiego w poszczególnych latach 1999-2005 (wielkości ładunków w kg/ha*rok) i linie trendu dla ładunków wnoszonych substancji oraz średnioroczne sumy opadów [mm]