

INSPEKCJA OCHRONY ŚRODOWISKA



ZANIECZYSZCZENIE POWIETRZA W POLSCE W 2009 ROKU NA TLE WIELOLECIA

Biblioteka Monitoringu Środowiska
Warszawa 2011

INSPEKCJA OCHRONY ŚRODOWISKA

**ZANIECZYSZCZENIE POWIETRZA
W POLSCE W 2009 ROKU
NA TŁE WIELOLECIA**

praca zespołowa

Biblioteka Monitoringu Środowiska

Warszawa 2011

Autorzy:

*Anna Degórska (IOŚ PIB), Tomasz Gendolla (IMGW PIB), Jacek Iwanek (IOŚ PIB),
Lidia Karska (IMGW PIB), Dominik Kobus (IOŚ PIB), Ewa Liana (IMGW PIB),
Grażyna Mitosek (IOŚ PIB), Tomasz Śnieżek (IOŚ PIB), Barbara Toczko (GIOŚ)*

Recenzent:

Dr inż. Barbara Barańska (WIOŚ w Opolu)

Redakcja:

Barbara Toczko (GIOŚ)

Zdjęcie na okładce:

Marek Toczko

Copyright © by Inspekcja Ochrony Środowiska
Warszawa 2011

Wydanie I. Nakład 500 egz.

Druk: Studio 2000

Spis treści

WSTĘP	7
1. EMISJA ZANIECZYSZCZEŃ DO POWIETRZA W POLSCE W 2009 ROKU NA TLE WIELOLECIA (<i>Barbara Toczko</i>)	9
1.1. Emisje zanieczyszczeń gazowych mających istotny wpływ na jakość powietrza atmosferycznego	12
1.2. Emisje pyłu oraz zanieczyszczeń zawartych w pyłe	18
1.3. Emisje zanieczyszczeń gazowych mających wpływ na globalne ocieplenie klimatu	26
1.4. Podsumowanie	35
2. CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW METEOROLOGICZNYCH W 2009 ROKU (<i>Lidia Karska, Ewa Liana</i>)	38
2.1. Geneza powstawania opadów atmosferycznych i kierunki napływu mas powietrza na wysokości występowania opadów na obszarze Polski	41
3. OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W POLSCE ZA 2009 ROK – KLASYFIKACJA STREF. PODSUMOWANIE WYNIKÓW ROCZNEJ OCENY JAKOŚCI POWIETRZA ZA ROK 2009 (<i>Grażyna Mitosek, Dominik Kobus, Jacek Iwanek</i>)	47
3.1. Wstęp	47
3.2. Informacje ogólne	47
3.2.1. Podstawowe informacje na temat rocznej oceny jakości powietrza	47
3.2.2. Zasady klasyfikacji stref	49
3.2.3. Klasy stref i wymagane działania wynikające z oceny	49
3.2.4. Przyczyny przekroczeń wartości kryterialnych	51
3.2.5. Metody zastosowane w rocznej ocenie jakości powietrza za rok 2009	52
3.2.6. Strefy, uzdrowiska i obszary ochrony uzdrowiskowej w Polsce w 2009 roku	53
3.3. Wyniki oceny według kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia	54
3.3.1. Dwutlenek siarki	54
3.3.2. Dwutlenek azotu	57
3.3.3. Tlenek węgla	62
3.3.4. Benzen	65
3.3.5. Ozon	68
3.3.6. Pył PM ₁₀	72
3.3.7. Ołów	81
3.3.8. Arsen	83
3.3.9. Kadm	85
3.3.10. Nikiel	87
3.3.11. Benzo(a)piren	89
3.3.12. Łączna ocena w oparciu o kryteria określone dla ochrony zdrowia	94
3.4. Wyniki oceny według kryteriów odniesionych do ochrony roślin	103
3.4.1. Dwutlenek siarki	103
3.4.2. Tlenki azotu	105

3.4.3. Ozon	107
3.4.4. Łączna ocena w oparciu o kryteria określone dla ochrony roślin	110
3.5. Podsumowanie wyników oceny	113
3.5.1. Ocena z uwzględnieniem kryteriów ustanowionych w celu ochrony zdrowia	113
3.5.2. Ocena prowadzona w oparciu o kryteria określone ze względu na ochronę roślin	114
4. WYBRANE PROBLEMY ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA W POLSCE - ANALIZA DLA ROKU 2009 <i>(Jacek Iwanek, Dominik Kobus, Grażyna Mitosek)</i>	118
4.1. Wstęp	118
4.2. Ocena zanieczyszczenia powietrza w aglomeracjach i wybranych miastach	119
4.2.1. Dwutlenek siarki	119
4.2.2. Dwutlenek azotu	124
4.2.3. Tlenek węgla	128
4.2.4. Benzen	131
4.2.5. Ozon	134
4.2.6. Pył	137
4.2.7. Ołów	146
4.2.8. Arsen	148
4.2.9. Kadm	150
4.2.10. Nikiel	152
4.2.11. Benzo(a)piren	154
4.3. Ocena zanieczyszczenia powietrza ozonem w skali kraju	156
4.3.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń ozonu	156
4.3.2. Informacje o stężeniach ozonu w 2009 roku	157
4.3.3. Ocena stężeń ozonu w świetle kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia	165
4.3.4. Ocena stężeń ozonu w świetle kryteriów odniesionych do ochrony roślin	171
4.4. Ocena zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10 w skali kraju	174
4.4.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń pyłu PM10	174
4.4.2. Informacje o stężeniach pyłu PM10 w 2009 roku	176
4.4.3. Ocena stężeń pyłu PM10 w świetle kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia	183
4.5. Podsumowanie	188
5. ZANIECZYSZCZENIE POWIETRZA I OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH NA OBSZARACH TŁA REGIONALNEGO W 2009 ROKU NA TŁE WIELOLECIA <i>(Tomasz Śnieżek, Anna Degórska)</i>	193
5.1. Wstęp	193
5.2. Charakterystyka meteorologiczna roku 2009 dla stacji monitoringu tła regionalnego EMEP	195
5.3. Zanieczyszczenie powietrza w roku 2009 na tle wielolecia	196
5.3.1. Zanieczyszczenia gazowe i aerozolowe	198
5.3.2. Pył PM10, PM2,5, metale ciężkie i wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne	201
5.3.3. Rtęć gazowa	203
5.3.4. Dwutlenek węgla	204
5.4. Zanieczyszczenie opadów atmosferycznych w rejonach badań w roku 2009 na tle wielolecia	204
5.4.1. Wskaźnik pH i przewodność elektrolityczna	204
5.4.2. Aniony	206

5.4.3. Kationy	208
5.4.4. Metale ciężkie	210
5.4.5. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne	213
5.5. Depozycja siarki, azotu i jonu wodorowego do podłoża w rejonach badań w roku 2009 na tle wielolecia	214
5.6. Podsumowanie	217
6. MONITORING CHEMIZMU OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH I DEPOZYCJI ZANIECZYSZCZEŃ DO PODŁOŻA <i>(Ewa Liana, Tomasz Gendolla)</i>	220
6.1. Wstęp	220
6.2. Program badań monitoringu chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża	220
6.3. Zanieczyszczenia opadów atmosferycznych w Polsce i depozycja zanieczyszczeń z opadów do podłoża w 2009 roku	221
6.3.1. Stężenia substancji w opadach atmosferycznych	221
6.3.2. Stopień zakwaszenia opadów atmosferycznych	225
6.3.3. Depozycja substancji do podłoża	228
6.4. Podsumowanie	240
 Załącznik	
Prawo Unii Europejskiej i prawo polskie w zakresie pomiarów i ocen jakości powietrza i przeciwdziałania jego zanieczyszczaniu oraz w zakresie ochrony klimatu (Barbara Toczko)	241

WSTĘP

Niniejszy raport jest kolejnym z serii opracowaniem o zanieczyszczeniu powietrza w Polsce prezentującym wyniki badań, ocen i analiz wykonywanych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMS), publikowanym przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska w ramach Biblioteki Monitoringu Środowiska.

Zgodnie z przepisami ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 roku – Prawo ochrony środowiska wojewódzcy inspektorzy ochrony środowiska są odpowiedzialni za organizację i funkcjonowanie systemu monitoringu i oceny jakości powietrza; koordynacyjna rola i wykonywanie ocen w skali kraju jest zadaniem Głównego Inspektora Ochrony Środowiska. Na podstawie danych uzyskiwanych w ramach wojewódzkich systemów oceny jakości powietrza wykonywane są corocznie oceny i klasyfikacje aglomeracji i innych stref ustanowionych na obszarze województwa, w tym wskazywane są strefy wymagające podjęcia działań w celu uzyskania i utrzymania wymaganego poziomu jakości powietrza. Szczegółowy zakres pomiarów i ocen jakości powietrza, a także zakres badań uzupełniających określany jest w krajowym i wojewódzkich Programach Państwowego Monitoringu Środowiska.

W raporcie przedstawiono zebrane w skali kraju wyniki oceny jakości powietrza za rok 2009 wykonanej przez wojewódzkich inspektorów ochrony środowiska w roku 2010. Ocena ta jest ósmą z kolei oceną roczną i szóstą, której wyniki zostały przesłane do Komisji Europejskiej w ramach obowiązków sprawozdawczych wynikających z dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 roku w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy oraz dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2004/107/WE z dnia 15 grudnia 2004 roku w sprawie arsenu, kadmu, niklu, rtęci i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w otaczającym powietrzu. Prezentacja wyników klasyfikacji stref została uzupełniona informacjami o stanie i tendencjach zmian zanieczyszczenia powietrza w największych miastach w Polsce oraz analizą zanieczyszczenia powietrza pyłem drobnym PM₁₀ i ozonem w skali kraju. Informacje te zostały opracowane na podstawie danych zgromadzonych w krajowej bazie danych GIOŚ, a uzyskanych na stacjach monitoringu powietrza należących głównie do wojewódzkich inspektoratów ochrony środowiska, instytutów naukowo-badawczych oraz innych jednostek organizacyjnych funkcjonujących w ramach wojewódzkich systemów oceny jakości powietrza.

Mając na uwadze zapewnienie czytelnikowi możliwie pełnej informacji na temat czynników mających wpływ na jakość powietrza w 2009 roku w raporcie przedstawiono również charakterystykę warunków meteorologicznych i emisji zarówno zanieczyszczeń mających bezpośredni wpływ na jakość powietrza jak i gazów przyczyniających się do globalnego ocieplania klimatu.

W odrębnym rozdziale przedstawiono informacje o zanieczyszczeniu powietrza na poziomie tła, które jest wypadkową oddziaływania transgranicznych przepływów zanieczyszczeń i źródeł krajowych i dobrze ilustruje długookresowe tendencje zmian w zakresie zanieczyszczenia powietrza w Polsce. W uzupełnieniu charakterystyki imisyjnej dla roku 2009 raport zawiera również informacje na temat chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża.

Autorami poszczególnych rozdziałów, poza pracownikami GIOŚ, są eksperci z instytutów naukowo-badawczych: Instytutu Ochrony Środowiska – Państwowego Instytutu Badawczego oraz Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego, z którymi Główny Inspektorat Ochrony Środowiska współpracuje w zakresie realizacji zadań Państwowego Monitoringu Środowiska.

Obszerne informacje na temat zanieczyszczenia powietrza w Polsce stanowiące podstawę do opracowania niniejszego raportu są dostępne na stronie internetowej Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (www.gios.gov.pl).

1. EMISJA ZANIECZYSZCZEŃ DO POWIETRZA W POLSCE W 2009 ROKU NA TLE WIELOLECIA

W skutek działalności człowieka do atmosfery emitowane są najróżniejsze zanieczyszczenia, część z nich ze względu na wielkość emisji oraz szkodliwy wpływ na zdrowie ludzi i środowisko jest przedmiotem zarówno pomiarów wielkości emisji do powietrza jak i pomiarów ich zawartości w powietrzu. Ze względu na rodzaj emitowanych substancji, zanieczyszczenia powietrza można podzielić na dwie zasadnicze grupy: zanieczyszczenia **gazowe** oraz zanieczyszczenia **pyłowe**¹. Zanieczyszczenia gazowe można dodatkowo podzielić na: zanieczyszczenia mające wpływ na jakość powietrza w skali lokalnej i regionalnej (np. dwutlenek siarki, tlenki azotu, tlenek węgla, benzen, lotne związki organiczne) oraz zanieczyszczenia mogące wpływać na atmosferę w skali globalnej, poprzez wpływ na efekt cieplarniany² (np. dwutlenek węgla, metan, tlenek azotu(I)).

Zanieczyszczenia zawarte w atmosferze mogą reagować między sobą. Reakcjom tym sprzyja promieniowanie słoneczne, wysoka temperatura oraz wysoka wilgotność. Produktami tych reakcji są zanieczyszczenia wtórne takie jak ozon (powstający głównie jako produkt reakcji tlenków azotu i lotnych związków organicznych) czy związki przyczyniające się do powstania aerozoli wchodzących w skład wtórnego pyłu drobnego. Prekursorami pyłów wtórnych są głównie takie gazy jak dwutlenek siarki, tlenki azotu oraz amoniak.

Zarówno zanieczyszczenia gazowe jak i pyłowe mają istotny wpływ na zdrowie człowieka, kondycję ekosystemów i zmiany klimatu, ich obecność w powietrzu wywołuje problemy zdrowotne związane z układem oddechowym i krwionośnym, szczególnie wśród osób starszych, chorych i dzieci. Niektóre zanieczyszczenia obecne w powietrzu wykazują właściwości mutagenne (np. benzo(a)piren) lub kumulują się w organizmach żywych (np. rtęć). Zanieczyszczenia powietrza wpływają również na procesy niszczenia materiałów wytworzonych przez człowieka, np. poprzez intensyfikację procesów korozji. Bardzo istotne, szczególnie ze względu na wpływ na ekosystemy, jest zjawisko zakwaszania gleb i wód oraz eutrofizacji ekosystemów wodnych. Zjawisko zakwaszenia jest ściśle związane z obecnością w powietrzu substancji zakwaszających takich jak dwutlenek siarki, tlenki azotu czy amoniak i suchą lub mokrą ich depozycją do podłoża. Z depozycją tlenków azotu i amoniaku do wód związane jest również zjawisko eutrofizacji związane z występowaniem w nadmiarze substancji pokarmowych w wodach.

Podstawowe źródła emisji zanieczyszczeń do powietrza związane z działalnością człowieka to:

- procesy spalania w sektorze produkcji i transformacji energii (np. spalanie paliw w elektrowniach, elektrociepłowniach, ciepłowniach),
- procesy spalania w sektorze komunalno-mieszkaniowym,
- procesy spalania w przemyśle,

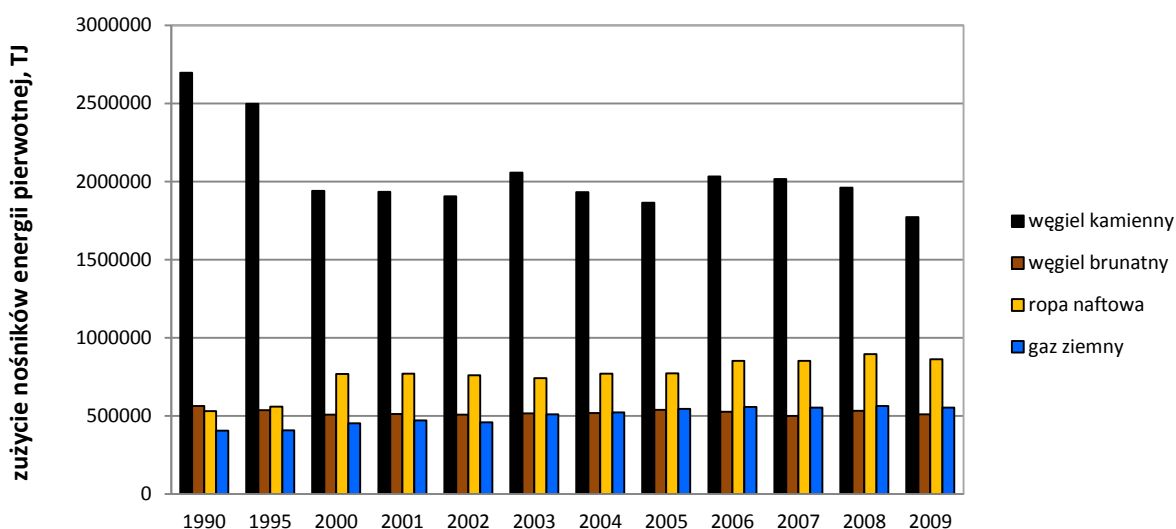
¹ Zanieczyszczenia pyłowe tworzą małe cząstki różnych substancji w stanie stałym lub ciekłym, unoszące się w powietrzu, zawierające całe spektrum pierwiastków i związków chemicznych, np. węgiel organiczny, metale ciężkie, sadzę.

² Efekt cieplarniany - zjawisko zachodzące w atmosferze powodujące wzrost temperatury atmosfery przy powierzchni Ziemi. Efekt cieplarniany wywołują gazy ograniczające promieniowanie ciepłe z powierzchni Ziemi i dolnych warstw atmosfery do przestrzeni kosmicznej. Efekt cieplarniany jest zjawiskiem naturalnym natomiast jego wzrost wywołany antropogenicznymi emisjami gazów i pyłów powoduje zmiany klimatu skutkujące m.in. wzrostem temperatury atmosfery przy powierzchni Ziemi i nasileniem zjawisk meteorologicznych.

- procesy produkcyjne,
- transport,
- wydobycie i dystrybucja paliw kopalnych,
- zagospodarowanie odpadów,
- rolnictwo (wypalanie ściernisk, gospodarka odchodami).

Jak wynika z powyższego wyliczenia głównymi źródłami antropogenicznych zanieczyszczeń powietrza są procesy spalania paliw. Wielkość emisji zanieczyszczeń z tych procesów oraz ich rodzaj zależą przede wszystkim od struktury i wielkości zużycia paliw w gospodarce, ich jakości, a także od stosowanych technologii produkcji.

Podstawowym nośnikiem energii w Polsce pozostaje węgiel kamienny, jego udział w krajowym zużyciu energii pierwotnej utrzymuje się na zbliżonym poziomie, w 2009 roku udział ten wyniósł ok. 45%, jednocześnie struktura zużycia nośników energii w Polsce nie ulega znaczącym zmianom. Zmniejszone zużycie węgla kamiennego w 2009 roku było głównie efektem światowego kryzysu gospodarczego i spowolnienia rozwoju gospodarczego kraju. Trendy zmian zużycia nośników energii w Polsce w latach 1990-2009 przedstawiono na rys. 1-1.



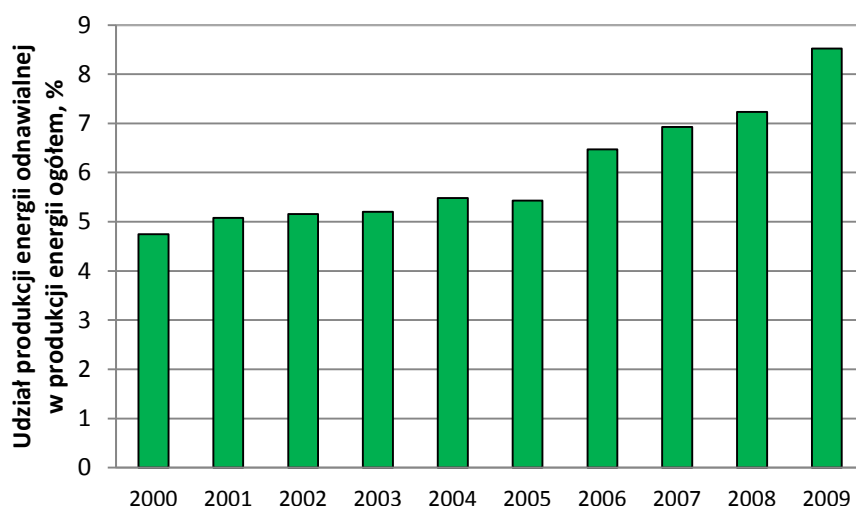
Rysunek 1-1. Struktura zużycia nośników energii pierwotnej w Polsce w latach 1990-2009
(źródło danych: GUS)

W celu zmniejszenia udziału węgla jako nośnika energii, jednym z priorytetów krajowej polityki energetycznej³ są działania na rzecz zwiększenia udziału energii ze źródeł odnawialnych w bilansie paliwowo-energetycznym kraju. Przez energię ze źródeł odnawialnych rozumie się energię, która uzyskiwana jest z naturalnych, powtarzających się procesów przyrodniczych. Do odnawialnych źródeł energii zalicza się: energię słońca, wiatru, wody, zasoby geotermalne, biomasę, biogaz oraz biopaliwa ciekłe. Systematycznie zwiększa się udział odnawialnych źródeł energii w produkcji energii w Polsce, zwłaszcza wzrost ten jest wyraźny w ostatnich latach. W 2009 roku udział odnawialnych źródeł energii w produkcji energii w Polsce wyniósł 8,5% i był o ok. 3% wyższy niż w roku 2005. Zgodnie z przepisami unijnymi⁴ w 2020 roku udział energii pochodzącej z odnawialnych źródeł

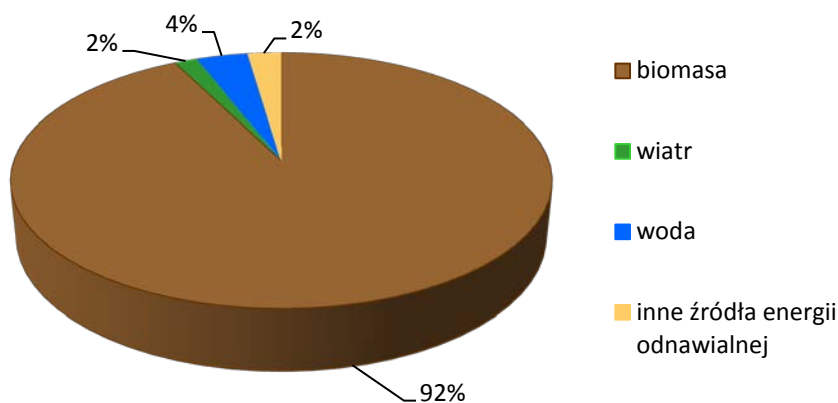
³ Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku. Dokument przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 10.11.2009 r.

⁴ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniającej i w następstwie uchylającej dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE.

energii w Polsce w bilansie energii finalnej powinien wynosić co najmniej 15%. Ponadto zakłada się, iż do roku 2020 udział biopaliw w rynku paliw transportowych powinien osiągnąć wartość 10%. 92,5% energii ze źródeł odnawialnych produkowanej w Polsce pochodzi ze spalania biomasy. Znaczący wzrost zużycia biomasy jako paliwa jest jednocześnie główną przyczyną wzrostu produkcji energii ze źródeł odnawialnych w Polsce. W 2009 roku w porównaniu z rokiem 2000 wzrost produkcji energii z biomasy wyniósł ok. 32%. Wzrost produkcji energii wiatrowej w tym okresie był jeszcze większy i wyniósł ok. 99,5%, ale udział energii wiatrowej w ogólnym bilansie jest niewielki i wynosi ok. 1,6%.



Rysunek 1-2. Udział energii odnawialnej w produkcji energii ogółem w Polsce w latach 2000-2009 (źródło danych: GUS)



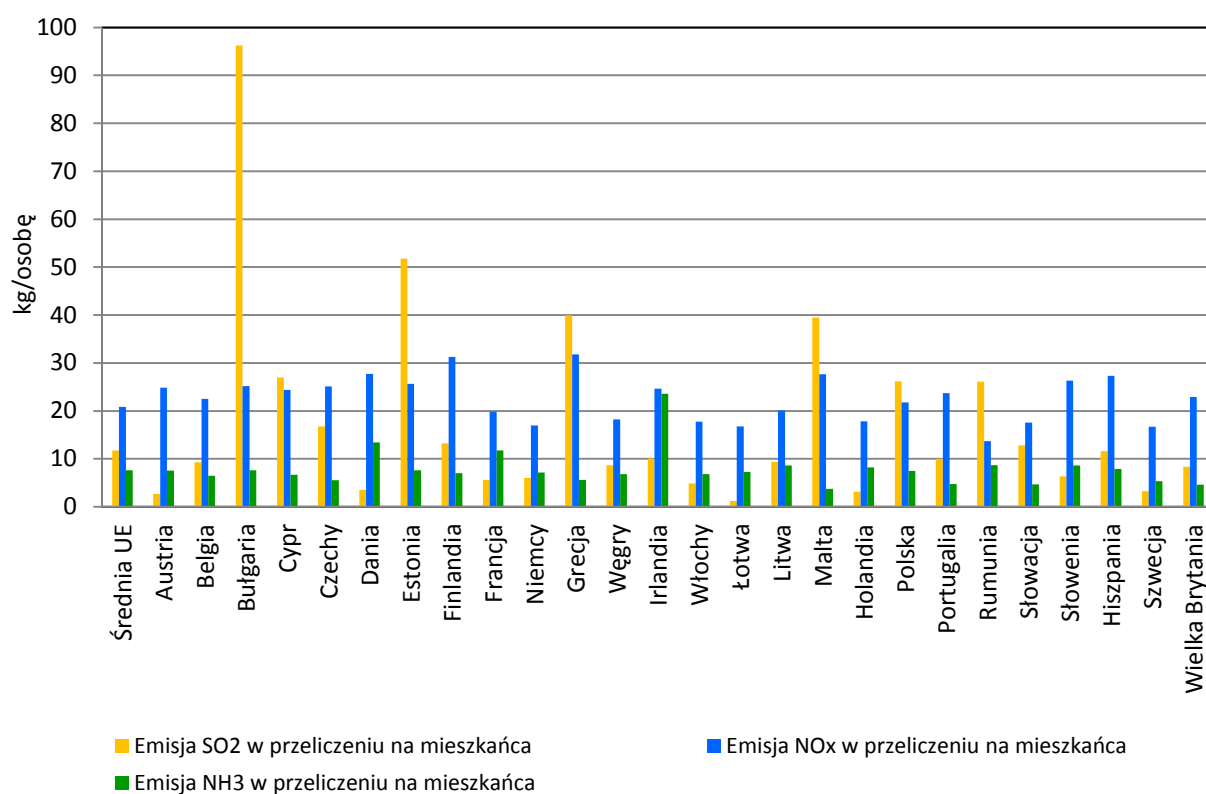
Rysunek 1-3. Udział poszczególnych źródeł w produkcji energii odnawialnej w Polsce w 2009 roku (źródło danych: GUS)

W analizie struktury oraz trendów zmian emisji podstawowych zanieczyszczeń powietrza przedstawionej w niniejszym rozdziale wykorzystano: dane Głównego Urzędu Statystycznego, dane Ministerstwa Środowiska pochodzące z corocznej inwentaryzacji emisji zanieczyszczeń sporządzanej przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBIZE), dane udostępniane w ramach Konwencji o transgranicznym zanieczyszczaniu powietrza na dalekie odległości oraz Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie Zmian Klimatu. Dane o wielkości emisji zanieczyszczeń do powietrza liczone są metodą bilansową przy użyciu wskaźników emisji w oparciu o dane o aktywnościach źródeł emisji (m.in. dane GUS).

1.1. Emisje zanieczyszczeń gazowych mających istotny wpływ na jakość powietrza atmosferycznego

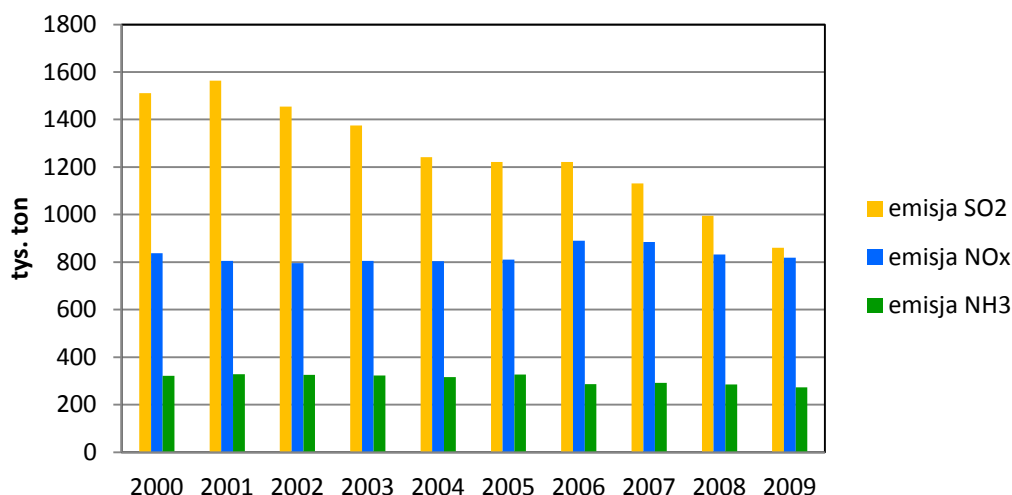
Główne zanieczyszczenia gazowe emitowane do powietrza to tlenki azotu (NO_x), dwutlenek siarki (SO_2), tlenek węgla (CO), amoniak (NH_3) oraz lotne związki organiczne. Substancje te zanieczyszczając powietrze mają jednocześnie istotny wpływ na zdrowie ludzi i na ekosystemy.

Wymienione powyżej zanieczyszczenia gazowe pochodzą z wielu źródeł, ale największy udział w ich emisji do powietrza w Polsce ma energetyka zawodowa odpowiedzialna za ok. 52% emisji dwutlenku siarki (SO_2) i ok. 33% emisji tlenków azotu (NO_x)⁵ i sektor mieszkaniowo-usługowy odpowiedzialny za ok. 24% emisji dwutlenku siarki (SO_2), ok. 62% emisji tlenku węgla (CO) i ok. 9,5% emisji tlenków azotu (NO_x). Z całkowitą emisją dwutlenku siarki na poziomie 861 tys. ton na rok, Polska jest jednym z państw o największej emisji tego zanieczyszczenia w Europie (rys. 1-4). Emisja SO_2 na 1 mieszkańca w Polsce wyniosła w 2008 roku 26,2 kg i była wyższa od średniej w krajach UE o ok. 14 kg. Podkreślić jednocześnie należy, iż w ostatnich latach nastąpiła znaczna redukcja wielkości emisji SO_2 z sektora energetycznego, w latach 2006-2009 redukcja ta wyniosła ok. 360 tys. ton. Jest ona wynikiem wdrażania nowoczesnych technologii odsiarczania spalin (rys. 1-5).



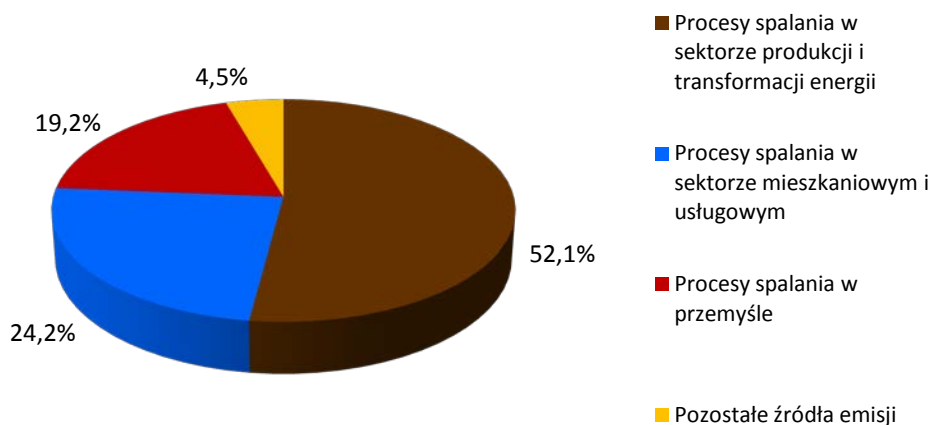
Rysunek 1-4. Wielkość emisji SO_2 , NO_x i NH_3 w przeliczeniu na mieszkańca w wybranych krajach Unii Europejskiej w 2008 roku (źródło danych: EMEP, EUROSTAT)

⁵ Emisja NO_x oznacza sumaryczną emisję NO i NO_2 w przeliczeniu na NO_2 , emisja pozostałych tlenków nie jest uwzględniana.

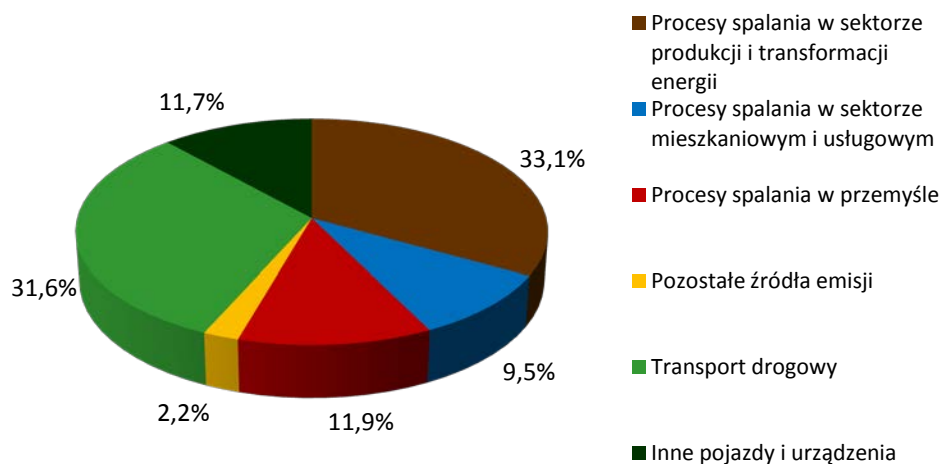


Rysunek 1-5. Zmiany wielkości emisji SO₂, NO_x, NH₃ w Polsce w latach 2000-2009
(źródło danych: GUS/MŚ/KOBIZE)

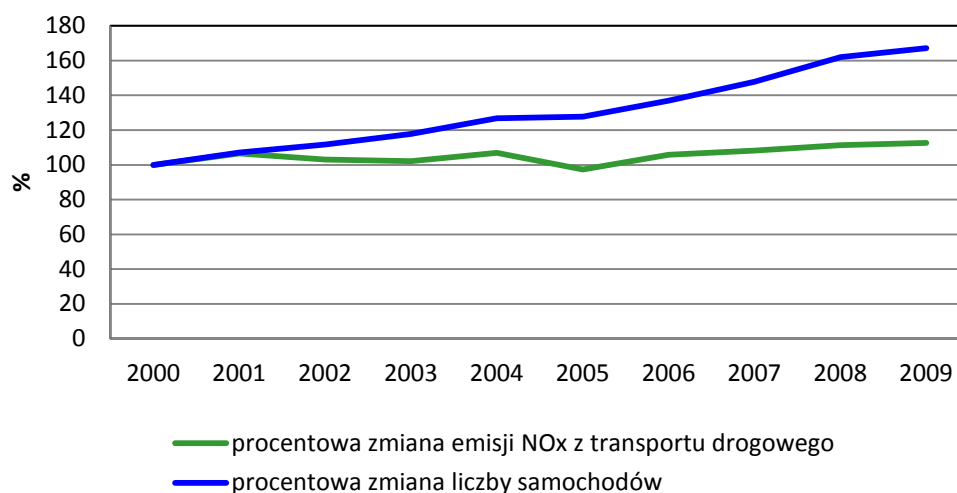
Główną przyczyną wysokiej emisji dwutlenku siarki jest struktura zużycia paliw w Polsce, oparta na węglu kamiennym i brunatnym, energetyczne spalanie paliw w źródłach stacjonarnych stanowi, bowiem ok. 95,5% emisji SO₂ (rys. 1-6). Energetyczne spalanie paliw w źródłach stacjonarnych jest również największym źródłem emisji tlenków azotu z tych źródeł pochodzi ponad 54% emisji tego zanieczyszczenia. Istotnym źródłem emisji NO_x jest również transport drogowy odpowiedzialny za ok. 31,6% całkowitej emisji tego zanieczyszczenia w Polsce (rys. 1-7). W ciągu ostatniej dekady w Polsce przybyło ok. 6,5 mln pojazdów, co jednak tylko w niewielkim stopniu przełożyło się na zwiększenie emisji tlenków azotu z tego sektora (rys. 1-8). Spowodowane jest to stopniowym zwiększaniem udziału samochodów osobowych i ciężarowych spełniających normy EURO.



Rysunek 1-6. Struktura sektorowa emisji SO₂ w Polsce w 2009 r. (źródło danych: MŚ/KOBIZE)

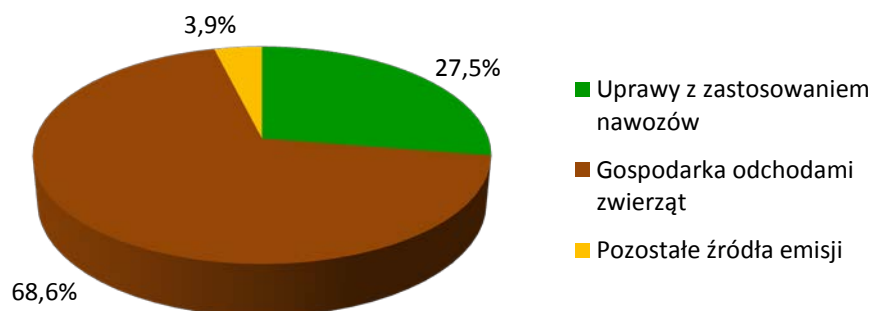


Rysunek 1-7. Struktura sektorowa emisji NO_x w Polsce w 2009 r. (źródło danych: MŚ/KOBIZE)



Rysunek 1-8. Zmiana emisji NO_x z transportu drogowego w Polsce w latach 2000-2009 w odniesieniu do zmiany liczby samochodów przy założeniu, że wielkość emisji NO_x w 2000 r. = 100 % (źródło danych: GUS, MŚ/KOBIZE)

Zanieczyszczenia gazowe takie jak SO_2 , NO_x czy NH_3 są prekursorami zanieczyszczeń pyłowych przyczyniając się do powstawania wtórnych aerozoli nieorganicznych zawierających głównie siarczany, azotany i związki amonowe. O ile głównym źródłem dwóch pierwszych substancji jest sektor energetyczny i mieszkaniowo-usługowy, o tyle najistotniejszym źródłem emisji amoniaku jest rolnictwo skąd pochodzi ok. 98% emisji. Emisje te pochodzą głównie z hodowli zwierząt, emisja z gospodarki odchodami zwierzęcymi jest bowiem głównym źródłem emisji amoniaku w Polsce (rys. 1-9). Emisje amoniaku w ostatnim dziesięcioleciu utrzymują się na zbliżonym poziomie ponad 800 tys. ton (rys. 1-5).



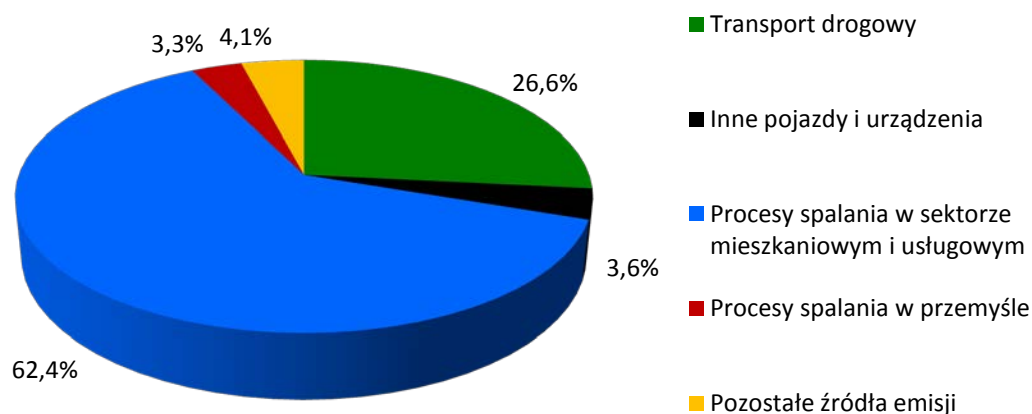
Rysunek 1-9. Struktura emisji NH_3 w Polsce w 2009 r. (źródło danych: MŚ/KOBIZE)

Zarówno tlenki azotu, tlenek węgla jak i niemetanowe lotne związki organiczne przyczyniają się do powstawania ozonu przyziemnego (troposferycznego). Ozon troposferyczny jest bowiem jednym z produktów reakcji pomiędzy ww. grupami substancji w atmosferze. Formowaniu ozonu sprzyja wysoka temperatura, duże nasłonecznienie i duża wilgotność powietrza.

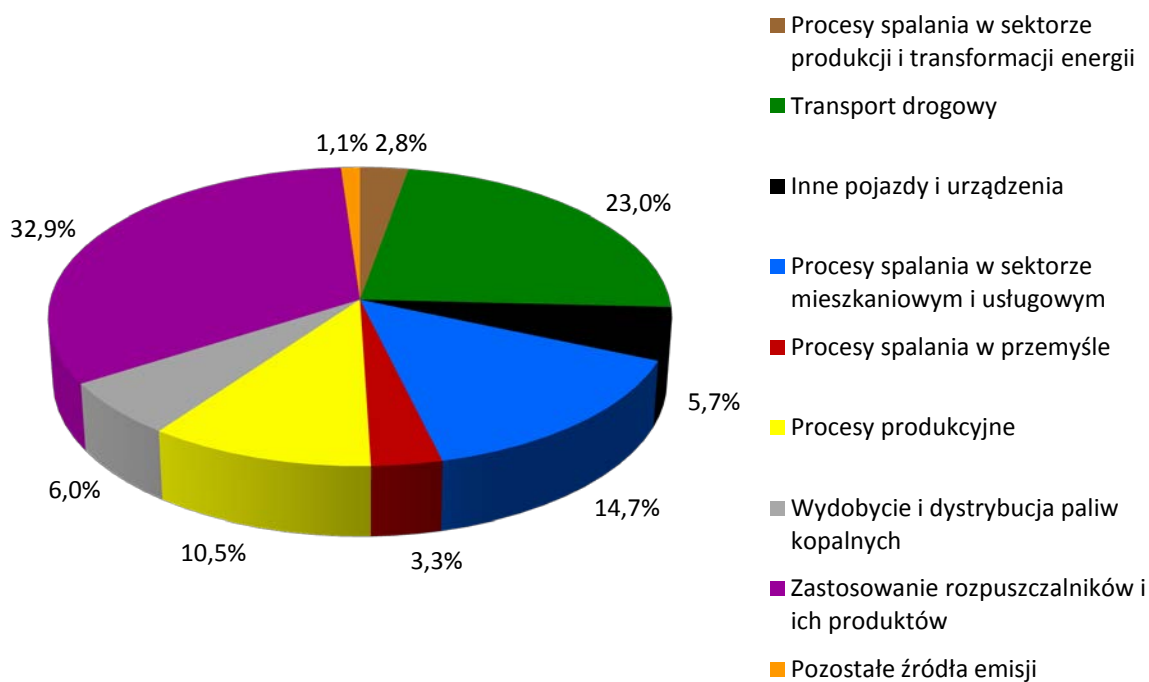
Z charakterystyki emisji tlenków azotu przedstawionej w niniejszym rozdziale wynika, iż głównym źródłem emisji tych zanieczyszczeń jest transport, energetyka zawodowa oraz sektor mieszkaniowo-usługowy (rys. 1-7). Źródłem emisji tlenku węgla jest przede wszystkim sektor mieszkaniowo-usługowy odpowiedzialny za ponad 62% emisji tego zanieczyszczenia, istotnym źródłem emisji tlenku węgla jest również transport (rys. 1-10.). Niemetanowe lotne związki organiczne (NMLZO) są emitowane zarówno w procesach antropogenicznych jak i naturalnych. Ok. 1/3 rocznych emisji tych związków pochodzi ze źródeł naturalnych (las iglaste i liściaste). Największy udział w antropogenicznych emisjach NMLZO mają procesy zastosowania rozpuszczalników – 32,9%. W grupie tej obserwuje się stały wzrost zużycia farb, w tym farb wodorozcieńczalnych. Istotne pod względem udziału w całkowitej emisji źródło NMLZO stanowią również procesy spalania w sektorze mieszkaniowym i usługowym – 14,7%, oraz transport drogowy i maszyny napędzane silnikami spalinowymi - 28,7% emisji krajowej (rys. 1-11).

Roczna emisja NMLZO ze źródeł antropogenicznych w ostatnich latach wahała się na poziomie ok. 600 tys. ton/rok. W roku 2009 emisja ta wyniosła 615 tys. ton.

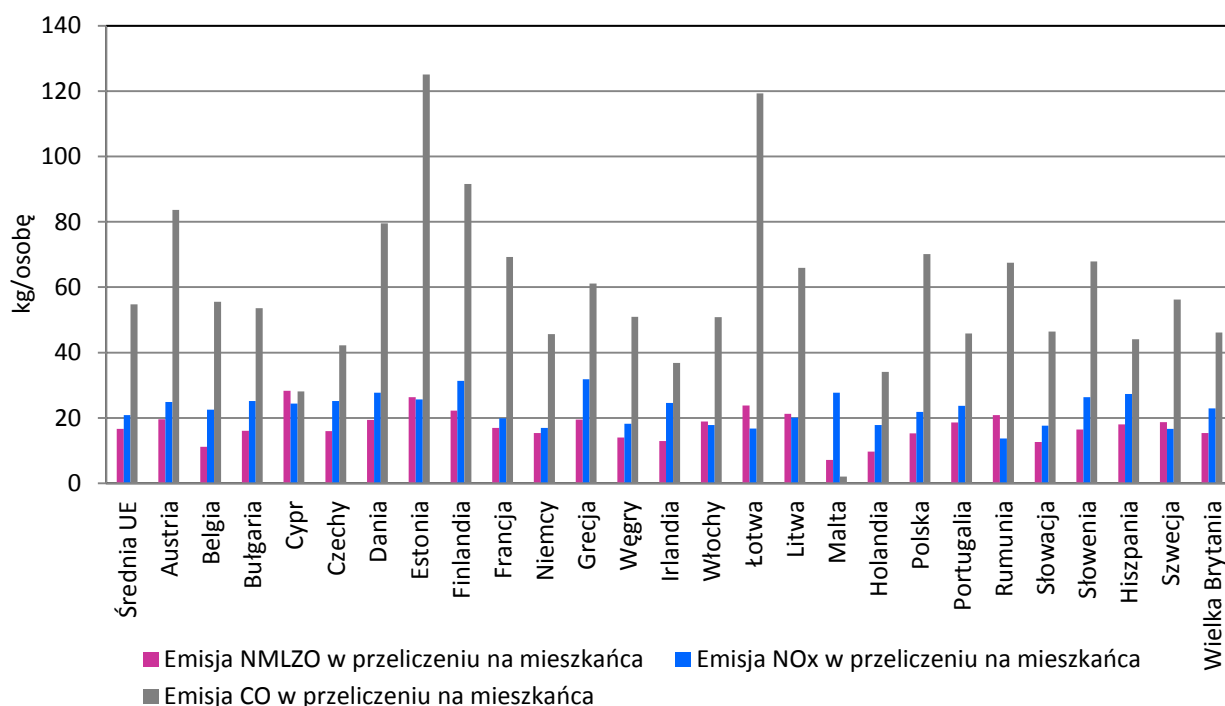
Emisje większości prekursorów ozonu ze źródeł antropogenicznych w Polsce utrzymują się na średnim poziomie europejskim i w przeliczeniu na mieszkańca wynoszą: dla NO_x ok. 22 kg/osobę, dla NMLZO ok. 15 kg/osobę. Jedynie emisje CO są większe od średniej UE o ok. 10 kg/osobę i wynoszą ok. 70 kg/osobę (rys. 1-12). Wysoka na tle europejskim emisja tlenku węgla, jest związana z dużym zużyciem paliw wysokoemisyjnych w sektorze mieszkaniowym i usługowym.



Rysunek 1-10. Struktura sektorowa emisji CO w Polsce w 2009 r. (źródło danych: MŚ/KOBIZE)



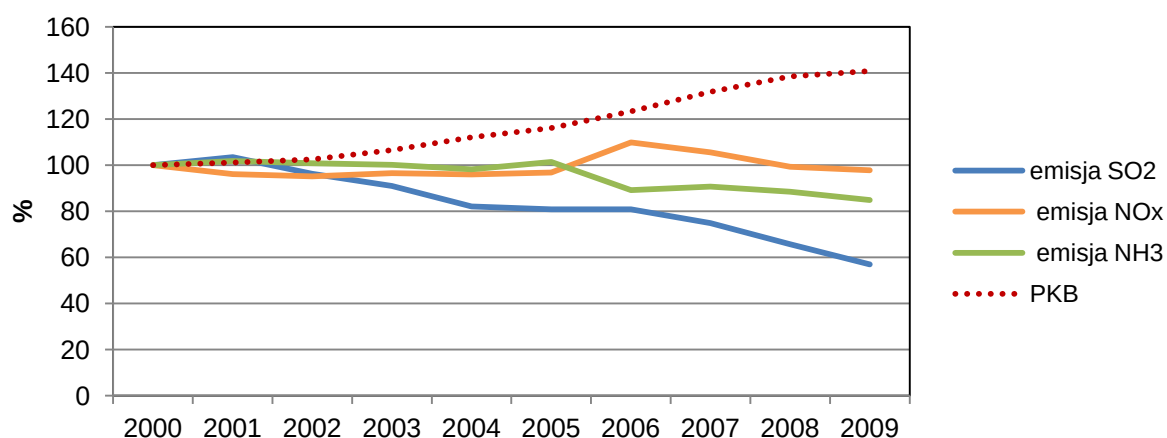
Rysunek 1-11. Struktura sektorowa emisji niemetanowych lotnych związków organicznych w Polsce w 2009 r. (źródło danych: MŚ/KOBIZE)



Rysunek 1-12. Wielkość emisji prekursorów ozonu (NMLZO, NO_x, CO) w przeliczeniu na mieszkańca w krajach Unii Europejskiej w 2008 roku (źródło danych: EMEP, EUROSTAT)

W latach 2000-2005 emisje większości podstawowych zanieczyszczeń gazowych utrzymywały się na podobnym poziomie, zaznaczył się jedynie niewielki trend spadkowy emisji SO₂. Od roku 2006 nastąpił niewielki wzrost emisji tlenków azotu. Jest to związane z bardziej dynamicznym rozwojem gospodarczym, co z kolei wiąże się ze zwiększonym zużyciem paliw zwłaszcza w transporcie. Jednocześnie od roku 2006 zaznaczył się wyraźny spadek wielkości emisji SO₂ z sektora energetycznego.

Wart podkreślenia jest fakt, iż systematyczny rozwój gospodarki polskiej w okresie ostatniej dekady, wyrażony wzrostem PKB, nie powoduje zwiększenia emisji zanieczyszczeń do powietrza, jest to wynikiem coraz powszechniejszego stosowania proekologicznych technologii w przemyśle i energetyce oraz transporcie (rys. 1-13).



Rysunek 1-13. Zmiany emisji podstawowych zanieczyszczeń gazowych powietrza na tle zmian PKB w Polsce w latach 2000-2009 przy założeniu, że wielkość emisji w 2000 r. = 100 % (źródło danych: MŚ/KOBIZE /GUS)

1.2. Emisje pyłu oraz zanieczyszczeń zawartych w pyłe

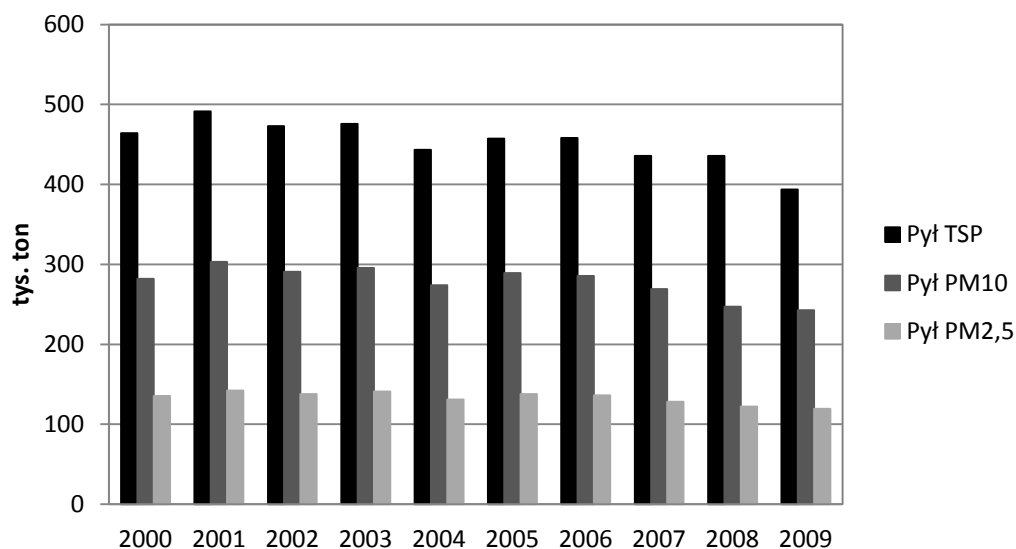
Pył zawieszony jest mieszaniną bardzo drobnych cząstek stałych i ciekłych. W pyłe zawieszonym całkowitym (TSP), ze względu na zdolność wnikania do układu oddechowego, wyróżnia się frakcje o ziarnach: powyżej 10 μm , poniżej 10 μm (pył zawieszony PM10); w skład frakcji PM10 wchodzi frakcja o średnicy ziaren poniżej 2,5 μm (pył zawieszony PM2,5). Cząstki pyłu zawieszonego pochodzą z emisji bezpośredniej (pył pierwotny) lub też powstają w wyniku reakcji między substancjami w atmosferze (pył wtórny). Prekursorami pyłów wtórnych są przede wszystkim tlenki siarki, tlenki azotu i amoniak. Najszkodliwsza dla zdrowia człowieka jest frakcja poniżej 2,5 μm , ponieważ ziarna o tak niewielkich średnicach mają zdolność wnikania do układu oddechowego i mogą być przyczyną chorób układu oddechowego i krwionośnego.

Pył zawieszony może zawierać substancje toksyczne takie jak metale ciężkie i wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (m.in. benzo(a)piren), produkty przemian prekursorów pyłu w atmosferze (np. SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Cl^-), węgiel organiczny i węgiel elementarny, kationy metali alkalicznych (Na^+ , K^+) i metali ziem alkalicznych (Mg^{2+} , Ca^{2+}), krzemionkę oraz w śladowych ilościach szereg innych pierwiastków i związków chemicznych. Skład pyłu i jego toksyczność zależy w dużej mierze od lokalnej charakterystyki emisji oraz od przeważających kierunków napływu mas powietrza. Zarówno prekursorzy jak i cząstki pyłu drobnego mogą być transportowane w górnych warstwach atmosfery na dalekie odległości, stąd problem zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10 i PM2,5 rozważany jest także w kontekście transgranicznym.

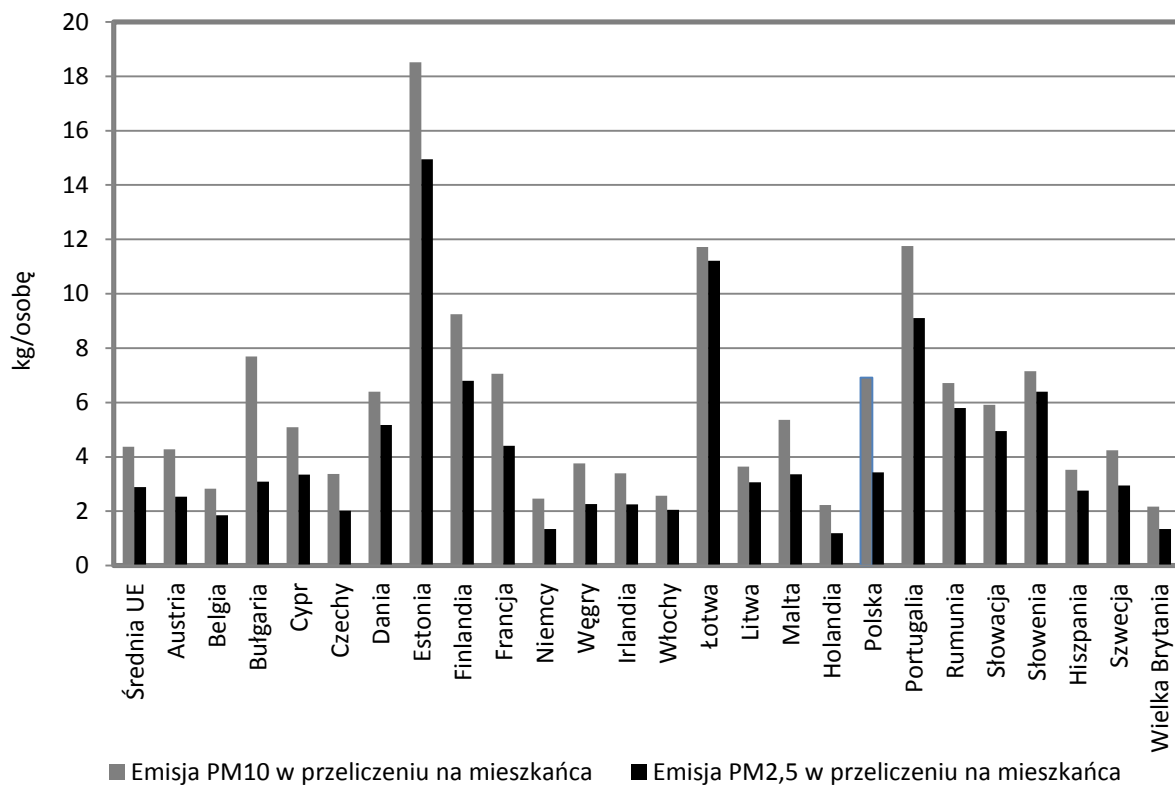
Wielkość emisji pyłu PM10 w Polsce w latach 2000-2009 wahała się od ok. 303 tys. ton w 2001 roku do ok. 242 tys. ton w 2009 roku, w latach 2006-2009 zachowując tendencję spadkową. Podobnie sytuacja wygląda w odniesieniu do pyłu PM2,5 (rys. 1-14). Z emisją pyłu PM10 na poziomie ok. 7 kg/osobę Polska jest jednym z krajów o najwyższej emisji pyłu pierwotnego w Europie (rys. 1-15).

Pył drobny powstaje m.in. w procesach energetycznego spalania, spalania paliw w silnikach samochodowych, w wyniku pożarów lasów oraz w niektórych procesach przemysłowych, ale jego głównym źródłem jest spalanie paliw w sektorze mieszkaniowo-usługowym. Sektor ten jest odpowiedzialny za ponad 46% całkowitej emisji pyłu PM10 i 41% pyłu PM2,5 (rys. 1-16, rys. 1-17). Emisja pyłu towarzyszy niemal wszystkim procesom produkcyjnym. Spośród wielu gałęzi przemysłu szczególnie wysokie emisje pyłu towarzyszą produkcji cementu, poważnym źródłem emisji pyłu jest także przemysł energetyczny, metalurgiczny oraz chemiczny.

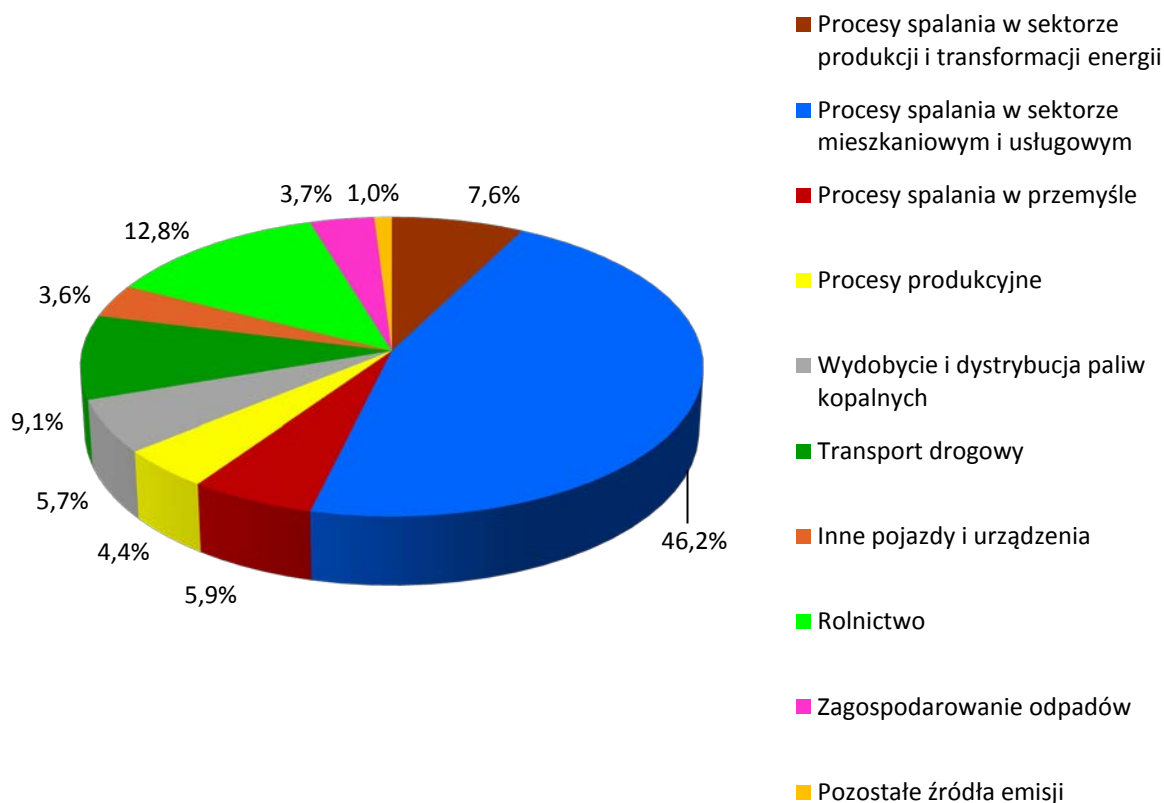
Udział frakcji pyłu PM10 i pyłu PM2,5 w pyłe emitowanym z poszczególnych sektorów gospodarki jest zróżnicowany i zależy m.in. od technologii i specyfiki źródła oraz zastosowanych technologii ochrony powietrza, na uwagę zasługuje jednak fakt stosunkowo wysokiej zawartości frakcji PM2,5 w pyłe PM10 emitowanym ze źródeł należących do kategorii – transport drogowy (rys. 1-18). Emisje pyłu z transportu drogowego pochodzą zarówno z procesów spalania paliw w silnikach pojazdów jak i ze ścierania się opon i hamulców oraz zużywania powierzchni dróg.



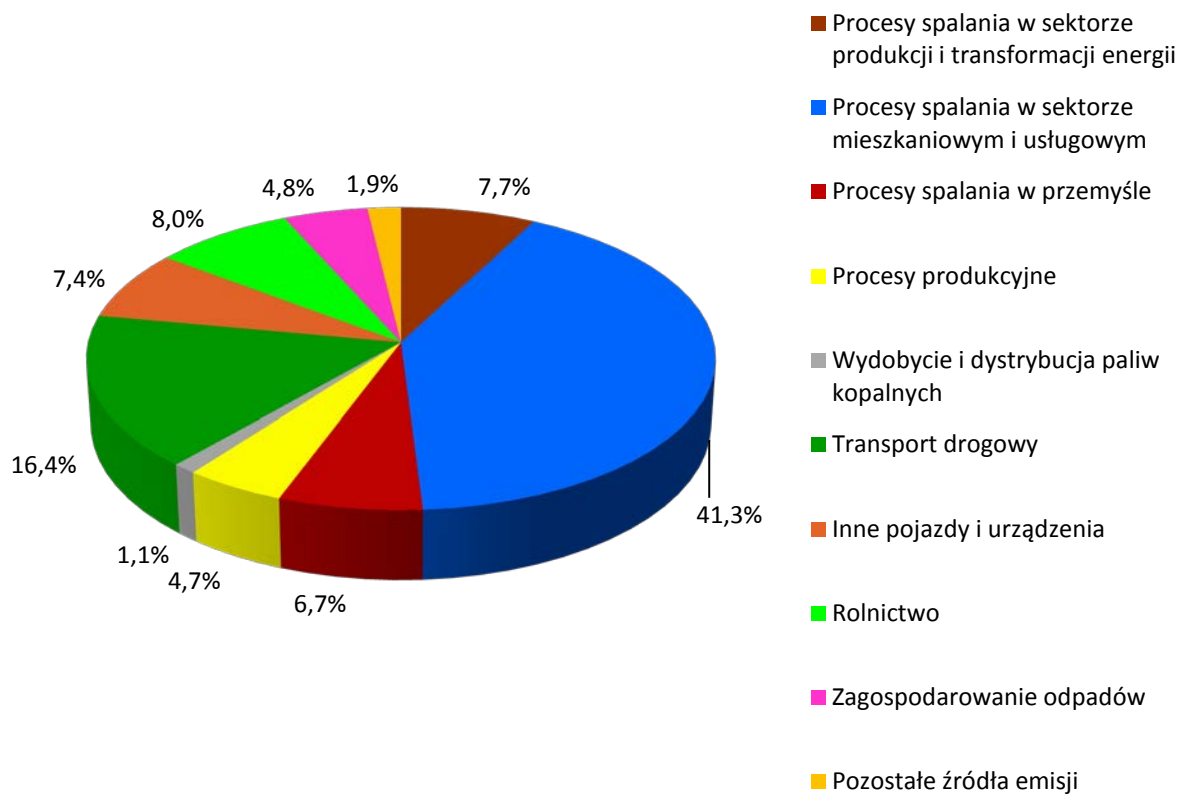
Rysunek 1-14. Zmiany emisji pyłu zawieszonego w Polsce w latach 2000-2009
(źródło danych: GUS/MŚ/KOBIZE)



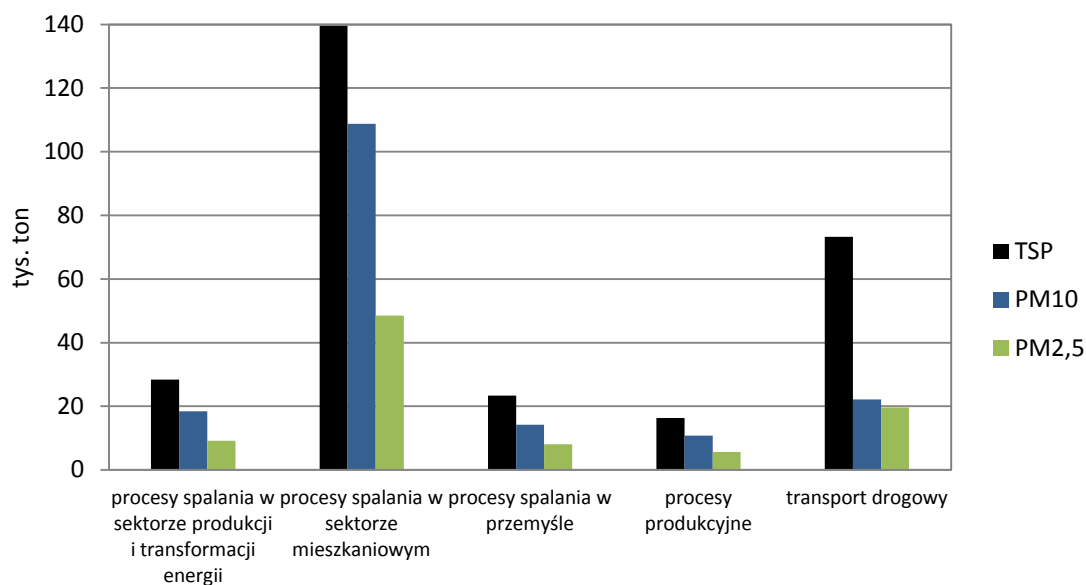
Rysunek 1-15. Wielkość emisji pyłu pierwotnego PM10 i PM2,5 w przeliczeniu na mieszkańca w wybranych krajach Unii Europejskiej w 2008 r. (źródło danych: EMEP, EUROSTAT)



Rysunek 1-16. Struktura sektorowa emisji pyłu PM10 w Polsce w 2009 r.
(źródło danych: MŚ/KOBIZE)



Rysunek 1-17. Struktura sektorowa emisji pyłu PM2,5 w Polsce w 2009 r.
(źródło danych: MŚ/KOBIZE)

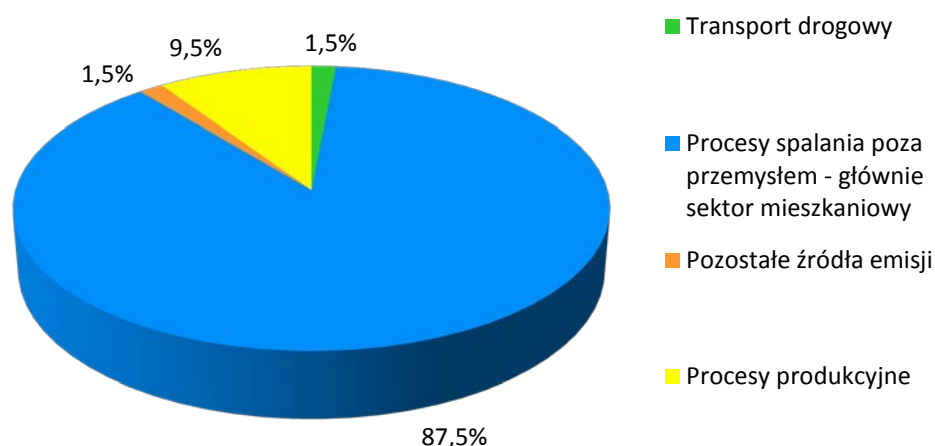


Rysunek 1-18. Struktura sektorowa emisji pyłu zawieszonego z uwzględnieniem udziału frakcji PM10 i PM 2,5 w pyłe zawieszonym całkowitym w 2009 r. (źródło danych: MŚ/KOBIZE)

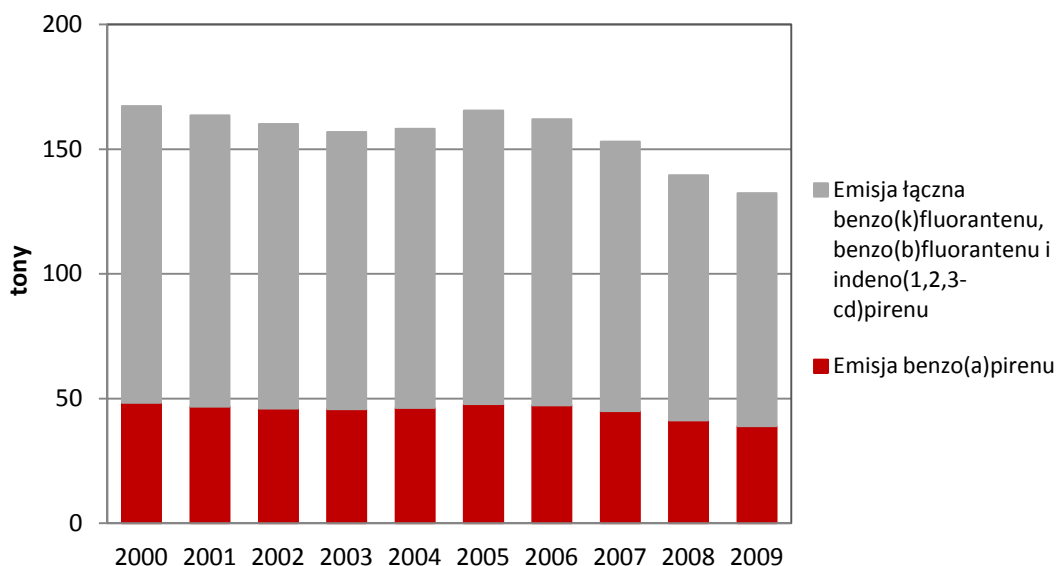
Struktura emisji zanieczyszczeń pyłowych w Polsce jest pochodną struktury zużycia i jakości paliw, czynniki te decydują bowiem o wielkości emisji zanieczyszczeń pyłowych. Duże znaczenie dla wielkości emisji pyłów mają również technologie produkcji energii elektrycznej i ciepłej, należy jednak mieć świadomość, iż procesom spalania węgla kamiennego lub brunatnego zawsze towarzyszy większa emisja pyłów aniżeli procesom spalania paliw gazowych.

Szczególnie niebezpiecznymi dla zdrowia składnikami pyłu są wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (np. benzo(a)piren, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, i indeno(1,2,3-cd)piren). Podobnie jak w przypadku pyłu zawieszonego, tak i w przypadku emisji wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, podstawowym źródłem emisji są procesy spalania w sektorze usługowo-mieszkaniowym. Udział tych sektorów w krajowej emisji WWA stanowi ok. 87,5% i jest on wynikiem dużego zużycia węgla kamiennego do celów grzewczych w gospodarstwach domowych. Około 9,5% całkowitej krajowej emisji WWA pochodzi z procesów produkcyjnych, głównie z produkcji koksu (rys.1-19).

Emisja wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w Polsce od lat utrzymuje się na stałym, wysokim poziomie ok. 150 ton/rok. Wielkość emisji WWA w Polsce na tle krajów europejskich jest wysoka, jedynie w Niemczech, Włoszech i Hiszpanii emisja ta jest na zbliżonym poziomie. Wg danych EMEP w większości krajów europejskich wielkość emisji WWA jest niska i nie przekracza 20 ton/rok. Wysoka emisja WWA w Polsce przekłada się na podwyższone poziomy tych związków w powietrzu atmosferycznym.



Rysunek 1-19. Struktura sektorowa emisji WWA w Polsce w 2009 r. (źródło danych: MŚ/KOBIZE)

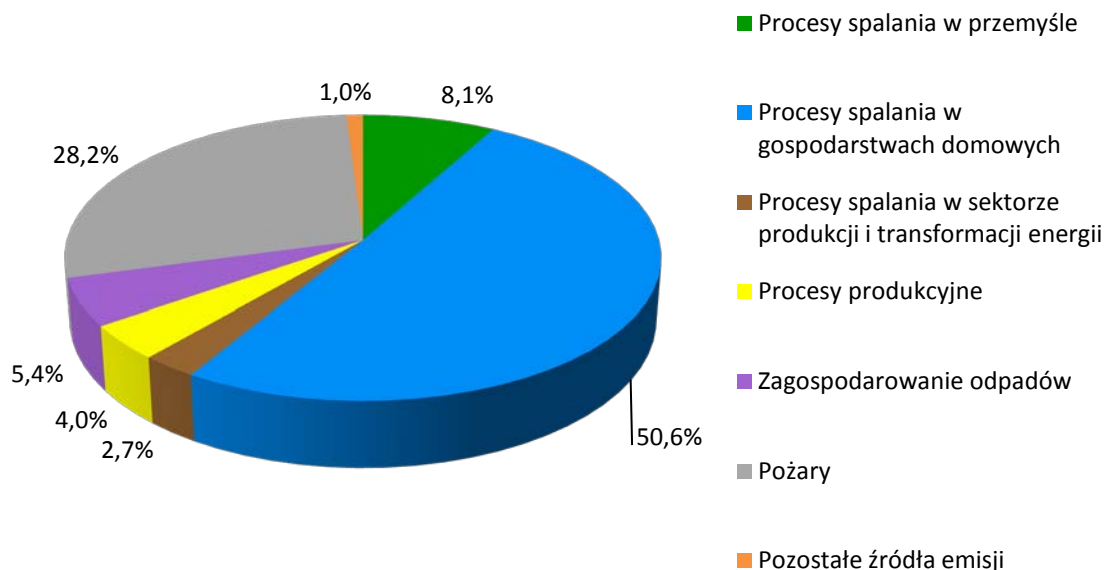


Rysunek 1-20. Zmiany emisji WWA w Polsce w latach 2000-2009 (źródło danych: GUS/MŚ/KOBIZE)

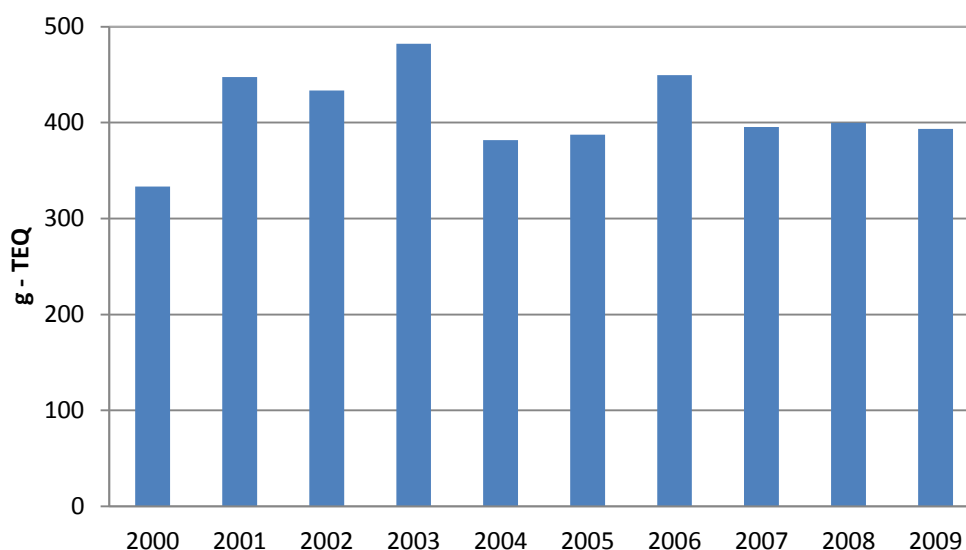
Kolejnymi zanieczyszczeniami, których głównym źródłem emisji jest spalanie paliw w sektorze mieszkaniowym są polichlorowane dibenzodioksyny (PCDD) i polichlorowane dibenzofurany (PDDF). Emisja dioksyn i furanów z tego sektora w 2009 roku wyniosła 199 g I-TEQ⁶, co stanowiło ok. 50,6% całkowitej emisji tych substancji w Polsce (rys. 1-21). Istotnym źródłem emisji dioksyn i furanów są również pożary, w tym pożary wysypisk. Emisja dioksyn i furanów z tego źródła w 2009 roku wyniosła 111 g I-TEQ (ok. 28% całkowitej emisji). Oszacowanie emisji z pożarów jest obarczone dużą niepewnością, trudno bowiem ustalić dokładnie masę spalonych podczas pożarów materiałów, sprzętów i odpadów. Emisja PCDD i PDDF ma miejsce również podczas palenia papierosów.

⁶ TEQ (toxic equivalent) to równoważniki toksyczności charakteryzujące poszczególne dioksyny i furany najbardziej trująca dioksyna TCDD ma największy równoważnik i jest on równy 1, g – TEQ to całkowita masa wszystkich dioksyn w gramach w przeliczeniu na TCDD z uwzględnieniem współczynników toksyczności.

W latach 2000-2009 emisja dioksyn i furanów w Polsce wahała się na poziomie ok. 400 g I-TEQ (rys. 1-22).



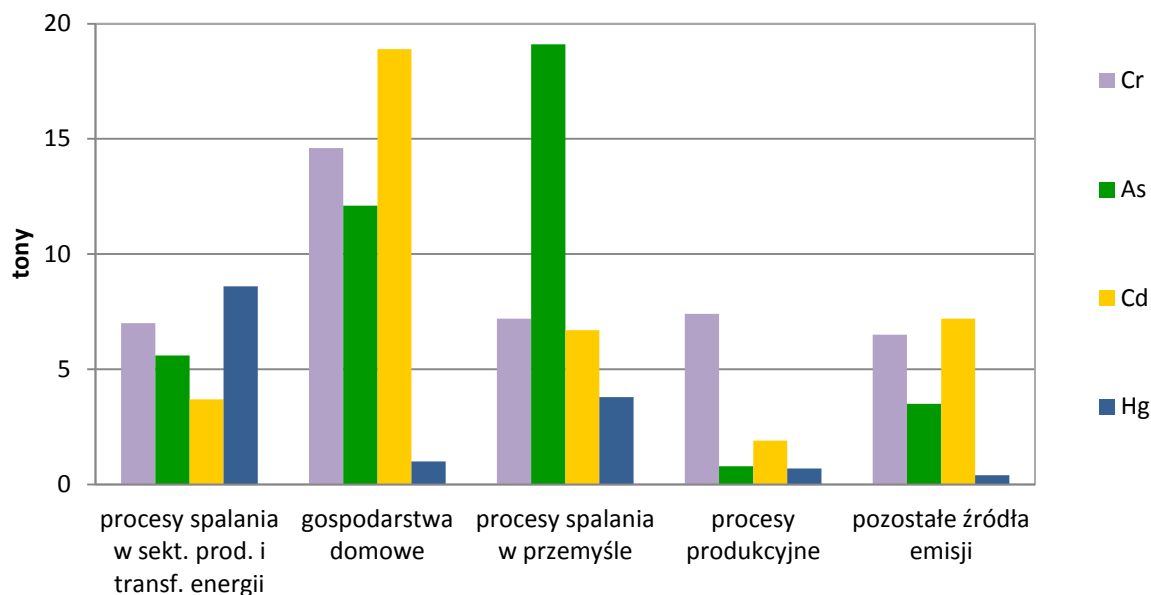
Rysunek 1-21. Struktura sektorowa emisji PCDD/F w Polsce w 2009 r.
(źródło danych: MŚ/KOBIZE)



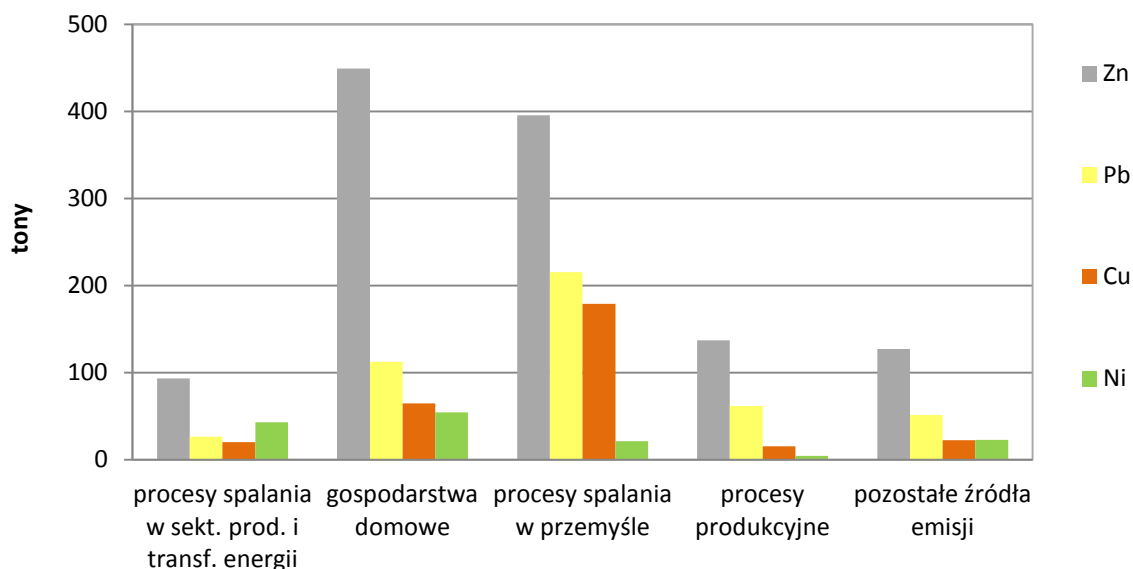
Rysunek 1-22. Zmiany emisji dioksyn i furanów w Polsce w latach 2000-2009
(źródło danych: GUS/MŚ/KOBIZE)

Procesy spalania mają największy udział w emisji do powietrza metali ciężkich (rys. 1-23 i rys. 1-24). W emisji kadmu, chromu i cynku dominują procesy spalania w gospodarstwach domowych, są one odpowiedzialne odpowiednio za 49,2%, 34,2% i 37,4% emisji tych metali. Głównym źródłem emisji rtęci jest sektor produkcji i transformacji energii (58,9%). Procesy spalania w przemyśle są znaczącym źródłem emisji ołowiu (46,1%), cynku (32,9%) i arsenu (46,5%). Grupą procesów mających istotny udział w emisji metali

ciężkich w Polsce są również procesy przemysłowe, które są źródłem 13,2% krajowej emisji ołowiu, 18% krajowej emisji chromu oraz 11,4% krajowej emisji cynku. W tej grupie dominują procesy hutnictwa żelaza i stali oraz metali nieżelaznych. Z uwagi na efektywne metody odpylania stosowane w obiektach energetyki zawodowej, procesy energetycznego spalania paliw nie stanowią znaczącego źródła emisji metali ciężkich. Wyjątkiem są tu emisje rtęci, która w gazach odlotowych znajduje się również w postaci gazowej i nie jest zatrzymywana w urządzeniach odpylających.

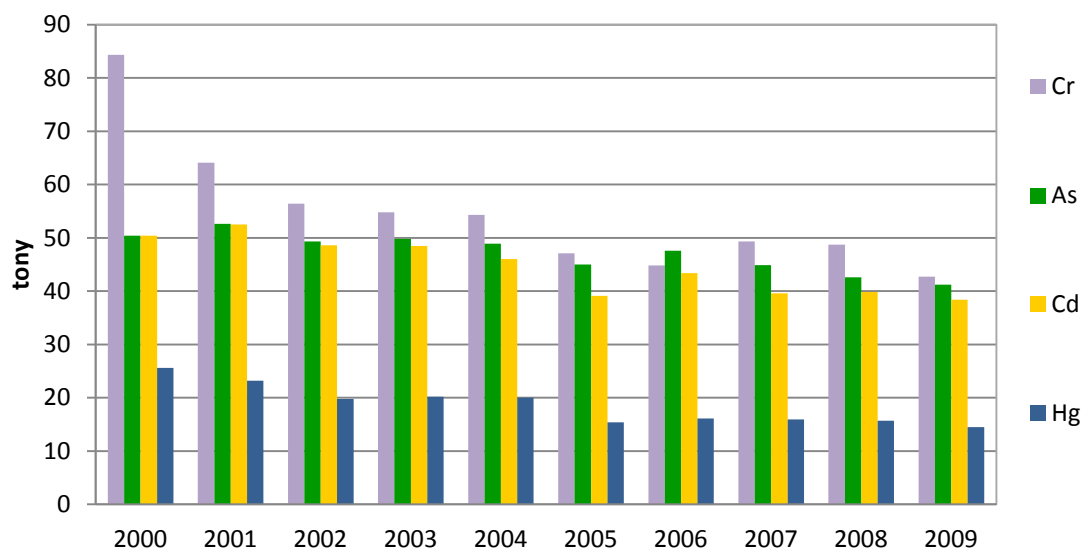


Rysunek I-23. Struktura sektorowa emisji kadmu, rtęci, arsenu i chromu w Polsce w 2009 r. (źródło danych: MŚ/KOBIZE)

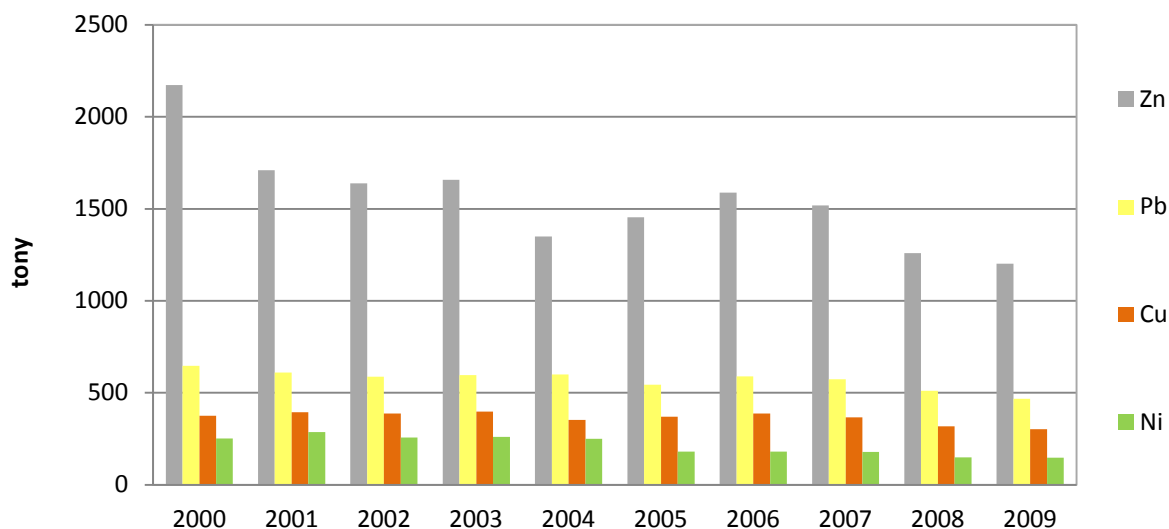


Rysunek I-24. Struktura sektorowa emisji cynku, niklu, miedzi i ołowiu w Polsce w 2009 r. (źródło danych: MŚ/KOBIZE)

W ciągu ostatniej dekady można zaobserwować spadek emisji metali ciężkich w Polsce. Największe redukcje emisji w porównaniu z rokiem 2000 nastąpiły w odniesieniu do chromu, cynku, rtęci i niklu odpowiednio o 49,4%, 44,7%, 43,4% i 41,6%. Istotne były również redukcje pozostałych inwentaryzowanych metali: ołowiu o 27,7%, kadmu o 23,8%, miedzi o 19,4% i arsenu o 18,3% (rys. 1-25 i 1-26).



Rysunek 1-25. Zmiany emisji kadmu, rtęci, arsenu i chromu w Polsce w latach 2000-2009
(źródło danych: GUS/MŚ/KOBIZE)



Rysunek 1-26. Zmiany emisji ołowiu, cynku, miedzi i niklu w Polsce w latach 2000-2009
(źródło danych: GUS/MŚ/KOBIZE)

1.3. Emisje zanieczyszczeń gazowych mających wpływ na globalne ocieplenie klimatu

Gazy zapobiegające wydostawaniu się promieniowania podczerwonego z Ziemi, w wyniku czego następuje zwiększenie temperatury powierzchni Ziemi, nazywa się gazami cieplarnianymi. Gazy cieplarniane emitowane są do atmosfery zarówno w wyniku procesów naturalnych, jak i na skutek działalności człowieka.

Najważniejszym gazem cieplarnianym jest para wodna, odpowiada ona bowiem za około 60% efektu cieplarnianego. Zakłada się jednak, że globalna zawartość pary wodnej w atmosferze nie zmieniła się zbytnio w ciągu ostatnich stuleci. Oprócz pary wodnej duży wpływ na efekt cieplarniany ma dwutlenek węgla (CO_2), metan (CH_4), tlenek azotu(I) (N_2O), ozon (O_3) oraz gazy przemysłowe (sześćsiopluorek siarki (SF_6), wodorofluorowęglowodory (HFCs) i perfluorowęglowodory (PFCs)).

Zmiany atmosferycznej koncentracji gazów cieplarnianych i aerozoli oraz zmiany pokrywy roślinnej lądów i promieniowania słonecznego są przyczyną zmiany klimatu ponieważ zmieniają bilans energetyczny systemu klimatycznego. Wpływają one na absorpcję, rozpraszanie i emisję promieniowania w atmosferze i na powierzchni Ziemi. Wpływ jaki ma dany czynnik na dodatnie lub ujemne zmiany bilansu energetycznego Ziemi nazywa się wymuszaniem promieniowania (ang. radiative forcing), a jego wielkość wyraża się w W/m^2 . Wielkość wymuszenia promieniowania, wywołaną przez oddziaływanie emisji antropogenicznych gazów cieplarnianych wyemitowanych w latach 1750-2005 przedstawiono na rys. 1-27.

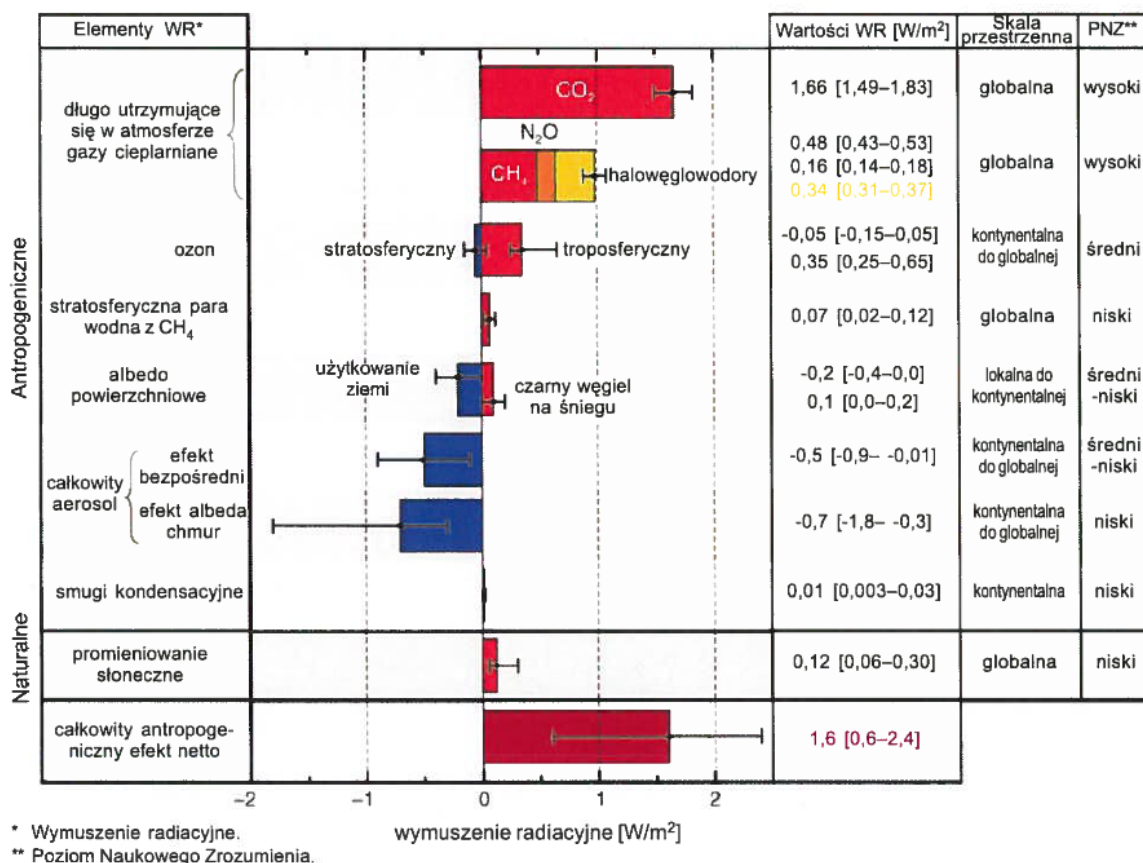
Wpływ gazu cieplarnianego na bilans energetyczny zależy od zdolności pochłaniania promieniowania podczerwonego i ilości gazu w atmosferze. Przykładowo, tlenek azotu (I) silniej niż dwutlenek węgla pochłania promieniowanie podczerwone, ale ilość jego w atmosferze jest mniejsza, co powoduje, iż ma on ogólnie mniejszy wpływ na efekt cieplarniany.

Największy udział w kształtowaniu obecnych zmian klimatu przypisuje się wzrostowi emisji dwutlenku węgla (CO_2). Globalna koncentracja CO_2 w atmosferze zwiększyła się od ok. 280 ppm na początku ery przemysłowej do 379 ppm w roku 2005. W latach 1995-2005 średnie roczne tempo zwiększania się stężenia CO_2 w atmosferze było największe od rozpoczęcia ciągłych pomiarów tego zanieczyszczenia i wynosiło ok. 1,9 ppm/rok (średnia dla lat 1960-2005 1,4 ppm/rok). W 2009 roku Polsce stężenie CO_2 w powietrzu na stacji zlokalizowanej w Puszczy Boreckiej (województwo warmińsko-mazurskie), wyniosło 403 ppm i było o 19 ppm wyższe od średniej wartości z okresu 1998-2008 (rys. 1-28).

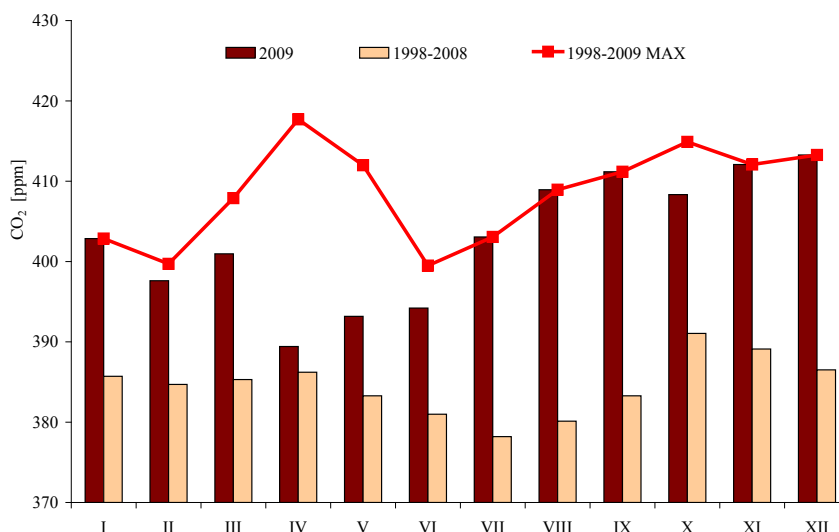
Wymuszenie radiacyjne CO_2 w latach 1995-2005 zwiększyło się o 20% i jest to największa zmiana w okresie ostatnich 200 lat.

W Polsce w roku 2009 emisja całkowita dwutlenku węgla wyniosła ok. 310,4 mln ton. Emisja CO_2 stanowiła 82,4% łącznej krajowej emisji gazów cieplarnianych. Podstawowym krajowym źródłem emisji CO_2 są procesy spalania paliw w przemyśle energetycznym, z których pochodzi 53,7% emitowanego CO_2 , znaczącym źródłem CO_2 jest również spalanie paliw w transporcie (14,1%) oraz w przemyśle wytwórczym i budownictwie (9,7%) (rys. 1-29).

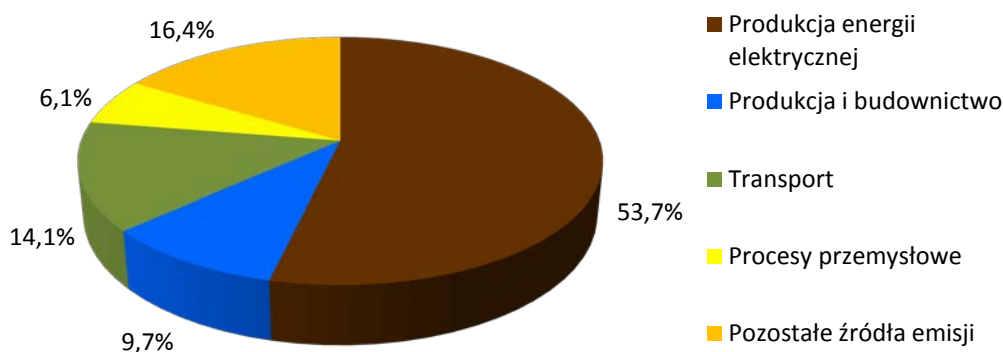
Składowe wymuszenia radiacyjnego



Rysunek I-27. Średnie globalne wymuszenie radiacyjne (RF) w roku 2005 (najlepsze szacunki oraz 5 i 95% przedziały ufności) w stosunku do koncentracji CO₂, CH₄, N₂O w roku 1750 i innych ważnych czynników i mechanizmów, wspólnie z typowym geograficznym zasięgiem (skala przestrzenna) wymuszenia i oszacowany poziom naukowego zrozumienia (PNZ). Aerosole pochodzące z wybuchów wulkanicznych przyczyniają się do epizodycznych przypadków ochłodzeń trwających przez kilka lat po wybuchu. Zakres podany dla smug kondensacyjnych nie obejmuje innych możliwych efektów wpływu lotnictwa na zachmurzenie {WGI rys. SPM.2} (źródło danych: IPCC 2007. Zmiana Klimatu 2007. Raport Syntetyczny)

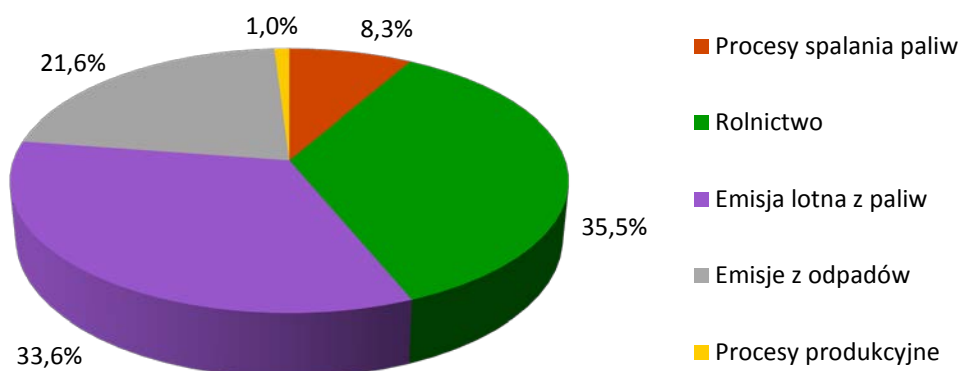


Rysunek I-28. Średnie miesięczne stężenia CO₂ na stacji Puszcza Borecka w 2009 r. na tle średnich i maksymalnych wartości miesięcznych z wielolecia (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)



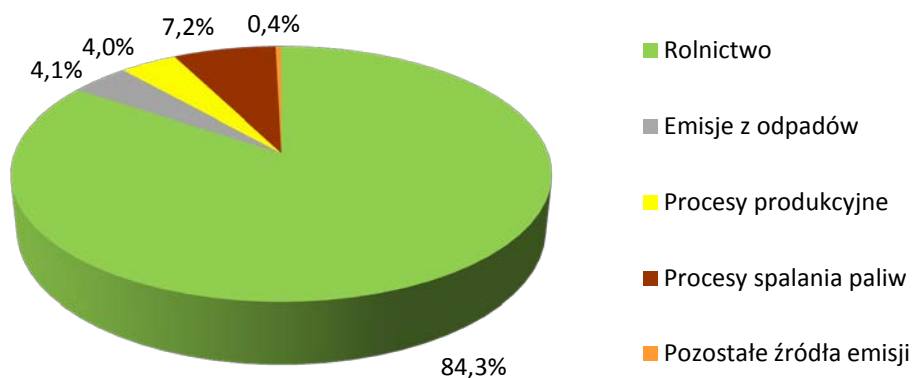
Rysunek 1-29. Struktura emisji CO₂ w Polsce w roku 2009 w podziale na sektory gospodarki (źródło danych: MŚ/KOBIZE)

Udział metanu w krajowej emisji gazów cieplarnianych wynosi 9,2%, a tlenku azotu(I) 7,3%. Główny udział w wielkości emisji metanu ma rolnictwo, w którym podstawowym źródłem emisji metanu są procesy fermentacji jelitowej. Z tego sektora pochodzi 35,5% emisji metanu. Równie znaczącym źródłem emisji CH₄ są emisje lotne z paliw, w szczególności emisje pochodzące z kopalń węgla kamiennego i z instalacji przeróbki ropy naftowej (33,6%). Znaczącym źródłem emisji metanu są również odpady, głównie składowiska odpadów stałych (21,6%) (rys. 1-30).



Rysunek 1-30. Struktura emisji CH₄ w Polsce w roku 2009 w podziale na sektory gospodarki (źródło danych: MŚ/ KOBIZE)

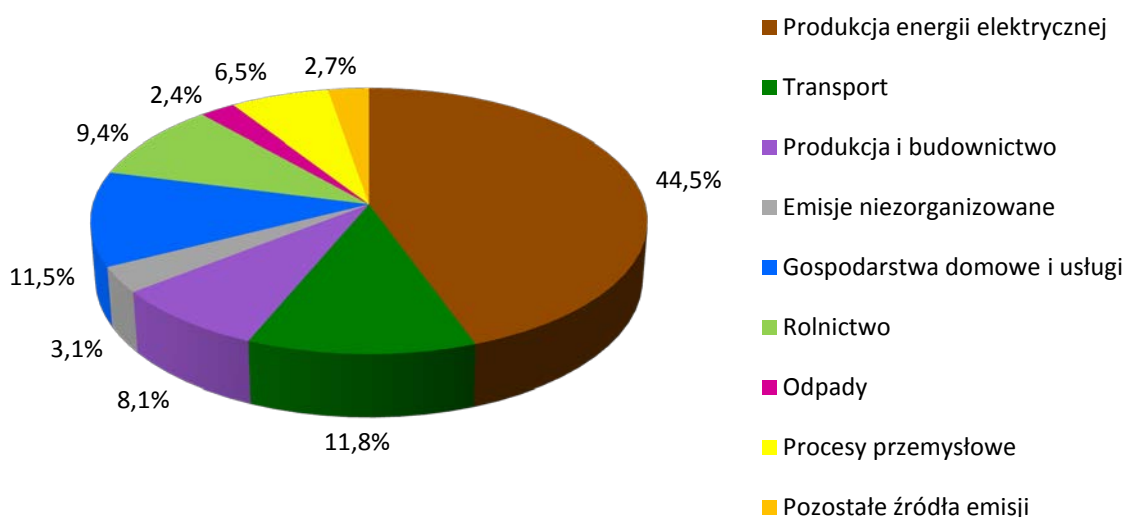
Rolnictwo jest podstawowym źródłem emisji tlenku azotu(I). Na wielkość emisji N₂O z tego sektora decydujący wpływ mają emisje z rolnictwa (84,3%), w tym emisje z gleb rolnych (65,9%) oraz odchodów zwierzęcych (18,3%). Ponadto źródłem emisji N₂O są również procesy przemysłowe oraz procesy spalania paliw i odpady (rys. 1-31).



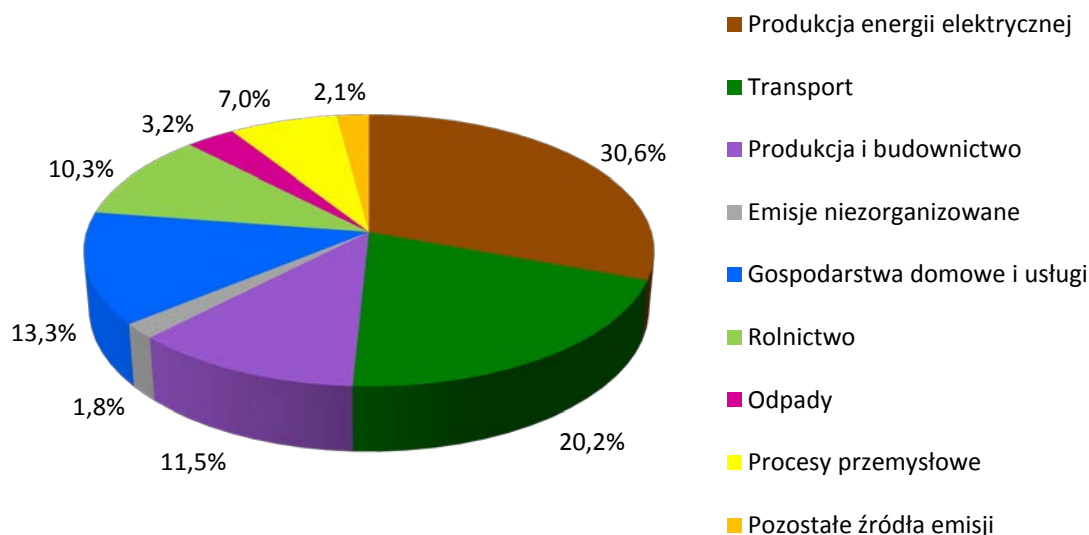
Rysunek 1-31. Struktura emisji N_2O w Polsce w roku 2009 w podziale na sektory gospodarki (źródło danych: MŚ/KOBIZE)

Pozostałe gazy cieplarniane pochodzą wyłącznie ze źródeł antropogenicznych i ich udział w całkowitej krajowej emisji gazów cieplarnianych jest niewielki i wynosi ok. 1 %. Podstawowym źródłem emisji perfluorowęglowodorów (PFCs) są procesy produkcji aluminium, wodorofluorowęglowodorów (HFCs) urządzenia chłodnicze i klimatyzacyjne, sześćiofluorku siarki (SF_6) urządzenia elektroenergetyczne. W 2009 roku emisje HFCs, PFCs, SF_6 - liczone jako ekwiwalent CO_2 wynosiły odpowiednio: HFCs – 3930,82 Gg, PFCs – 28,56 Gg, SF_6 – 39,42 Gg (źródło danych: MŚ/KOBIZE).

Struktura emisji gazów cieplarnianych w Polsce (rys. 1-32) nieco różni się od struktury uśrednionej dla 27 krajów Unii Europejskiej (rys. 1-33). Zwłaszcza różnica ta jest istotna w odniesieniu do emisji gazów cieplarnianych, przede wszystkim CO_2 , z procesów produkcji energii elektrycznej. W Polsce sektor ten generuje 44,5% emisji gazów cieplarnianych, podczas gdy średnia UE-27 wynosi 30,6%. Tak duży udział sektora energetycznego w emisji gazów cieplarnianych jest konsekwencją struktury zużycia paliw w energetyce, opartej na spalaniu paliw stałych (rys. 1-32).



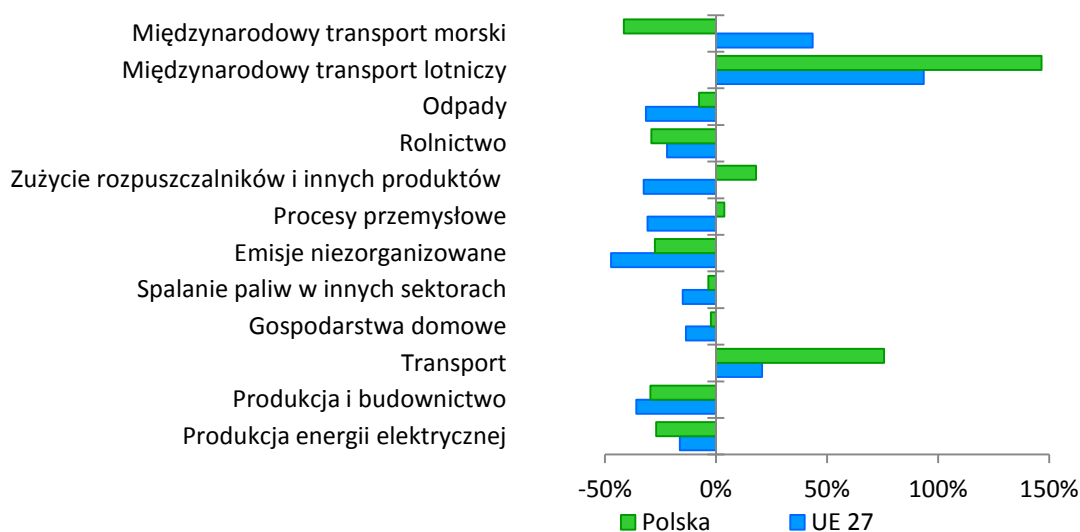
Rysunek 1-32. Struktura emisji gazów cieplarnianych w Polsce w roku 2009 w podziale na sektory gospodarki (źródło danych: IPCC, EAŚ)



Rysunek 1-33. Struktura emisji gazów cieplarnianych w UE 27 w roku 2009 w podziale na sektory gospodarki (źródło danych: IPCC, EAŚ)

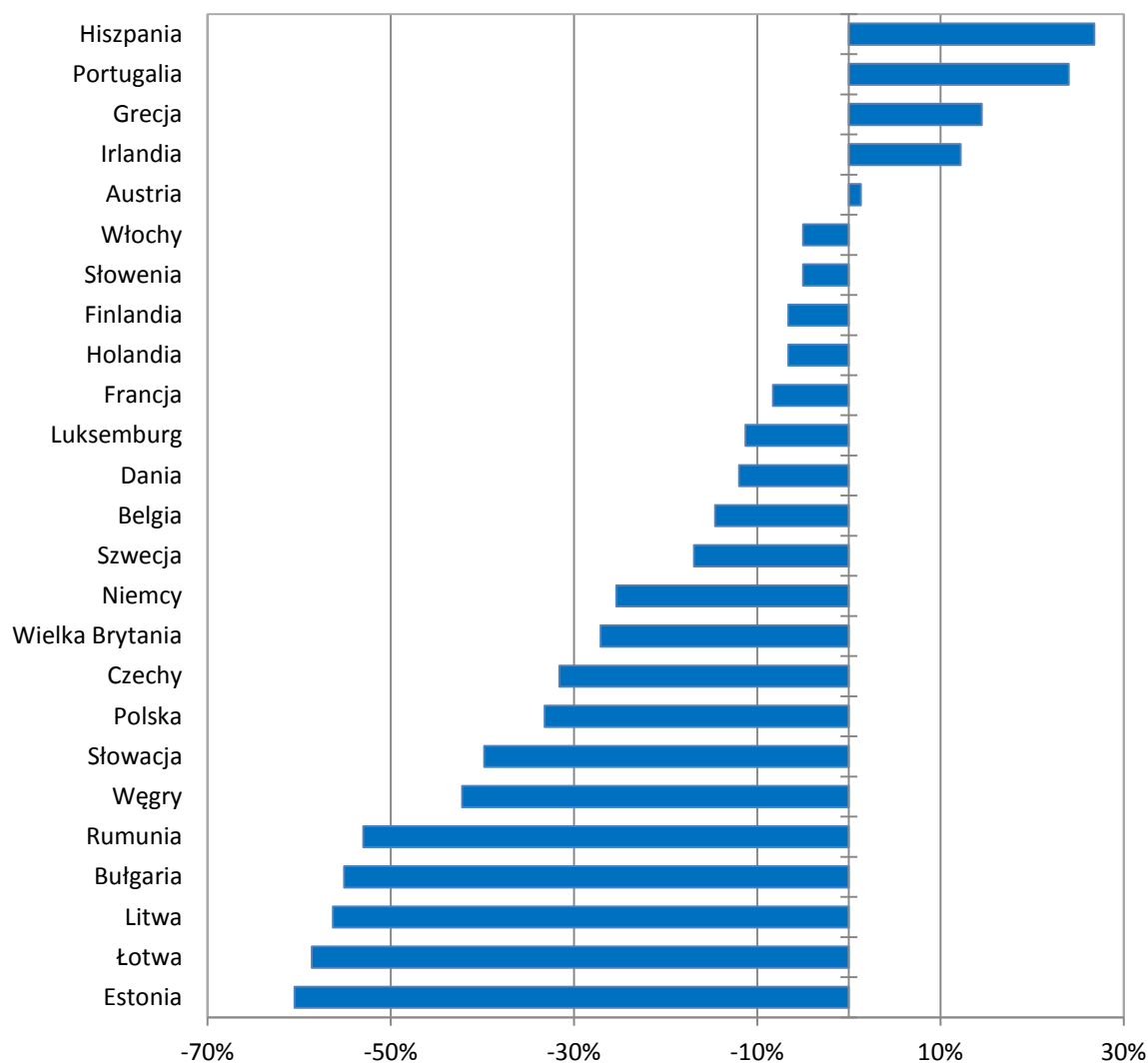
Znaczące różnice występują również w udziale emisji gazów cieplarnianych z transportu. Średnia dla krajów UE-27 wynosi 20,2%, udział tego sektora w strukturze emisji gazów cieplarnianych w Polsce jest znacznie mniejszy i wynosi 11,8%. Zaznaczyć jednak należy, iż jego udział w całkowitych emisjach gazów cieplarnianych systematycznie rośnie, przy czym w Polsce bardziej dynamicznie niż w krajach Europy Zachodniej.

Wzrost emisji gazów cieplarnianych z transportu w Polsce, w porównaniu z rokiem 1990 wyniósł 75%, podczas gdy średni wzrost z tego sektora dla UE-27 w porównywalnym okresie wyniósł ponad 20% (rys.1-34). W omawianym okresie bardzo istotny był również wzrost emisji gazów cieplarnianych z międzynarodowego transportu lotniczego, dla UE-27 wyniósł on 93,5%, dla Polski 146,6%. Istotne zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych, zarówno w Polsce jak i w całej Unii Europejskiej osiągnięto dla takich sektorów jak: rolnictwo, produkcja energii elektrycznej, produkcja i budownictwo oraz w odniesieniu do emisji niezorganizowanej.



Rysunek 1-34. Zmiany emisji gazów cieplarnianych według sektorów w Polsce oraz w UE-27 w latach 1990-2009 (źródło danych: IPCC, EAŚ)

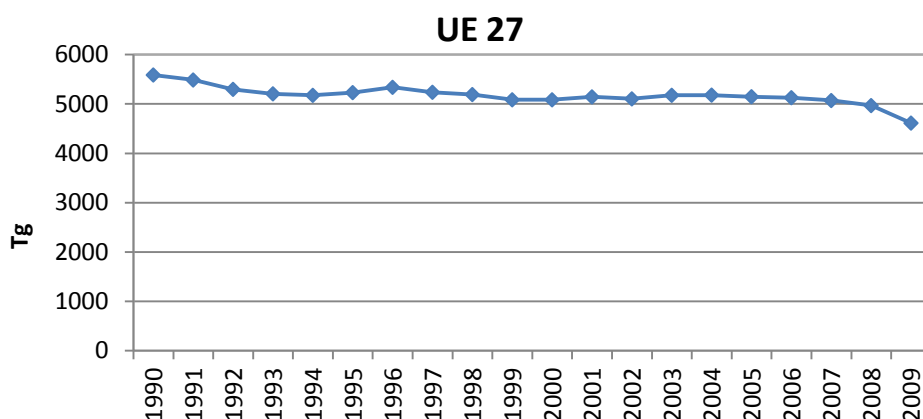
Waga problemu zmian klimatu i jego globalny charakter zrodziły konieczność prowadzenia skutecznych działań w skali międzynarodowej mających na celu spowolnienie procesu ocieplania się klimatu poprzez redukcję emisji gazów cieplarnianych. Społeczność międzynarodowa, w tym Polska zobowiązała się do redukcji emisji gazów cieplarnianych podpisując w 1992 r. Ramową Konwencję Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu oraz w 1997 r. protokół z Kioto, który dla krajów Unii Europejskiej zakłada łączną redukcję emisji sześciu kluczowych gazów cieplarnianych do 8% poniżej poziomu emisji z roku bazowego 1990 do lat 2008-2012. Dla Polski celem zapisanym w Protokole jest redukcja emisji gazów cieplarnianych do 6% poniżej poziomu emisji z roku bazowego 1988 do lat 2008-2012. Wielkość emisji CO₂ w porównaniu do roku bazowego w większości krajów członkowskich, w tym w Polsce, znacząco się zmniejszyła, co sprawia, iż większość z nich jest na dobrej drodze do osiągnięcia poziomów redukcji określonych w protokole z Kioto (rys. 1-35). W okresie 1988–2009 Polska osiągnęła ponad 30% redukcję emisji gazów cieplarnianych, czyli znacznie powyżej poziomu redukcji wymaganego Protokołem z Kioto. Pozwoli to osiągnąć krajowy cel redukcyjny określony Protokołem w wymaganym terminie do końca 2012 r.



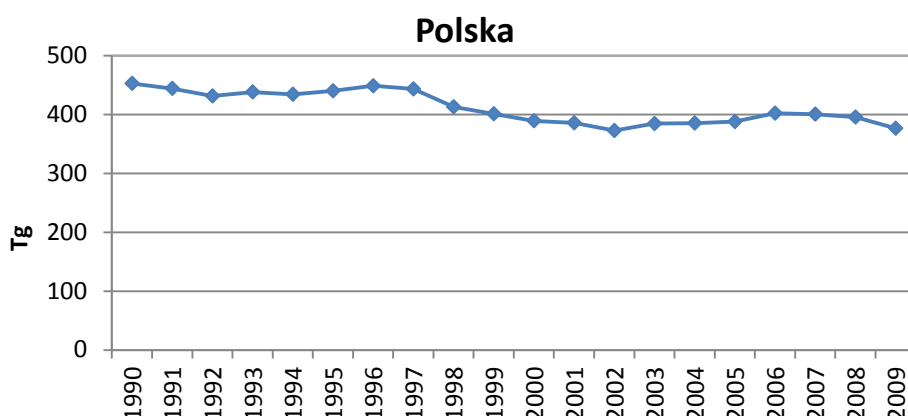
Rysunek 1-35. Procent redukcji emisji gazów cieplarnianych w latach 1990-2009 liczonych jako ekwiwalent CO₂. Uwaga: dane dla Polski dotyczą lat 1988-2009, w Protokole z Kioto rok 1988 jest rokiem bazowym dla Polski

Istotnym elementem przeciwdziałania zmianom klimatu jest prawodawstwo unijne obligujące kraje członkowskie Unii Europejskiej do redukcji emisji CO₂ w ramach systemu handlu uprawnieniami do emisji dwutlenku węgla. Rada Europejska - określając działania, jakie powinny zostać podjęte w ramach redukcji gazów cieplarnianych po roku 2012 przyjęła założenia tzw. pakietu energetyczno-klimatycznego, w tym założenie o wspólnej redukcji emisji o 20% do roku 2020 względem poziomu z roku 1990. Mechanizmem mającym na celu zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych określony został dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2003/87/WE z dnia 13 października 2003 r. ustanawiającą system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych we Wspólnocie oraz dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/29/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. zmieniającą dyrektywę 2003/87/WE.

Zasady realizacji redukcyjnego celu UE zostały określone w dyrektywie 2009/29/WE oraz w decyzji Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2009/406/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie wysiłków podjętych przez państwa członkowskie, zmierzających do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych w celu realizacji do roku 2020 zobowiązań Wspólnoty dotyczących redukcji emisji gazów cieplarnianych.

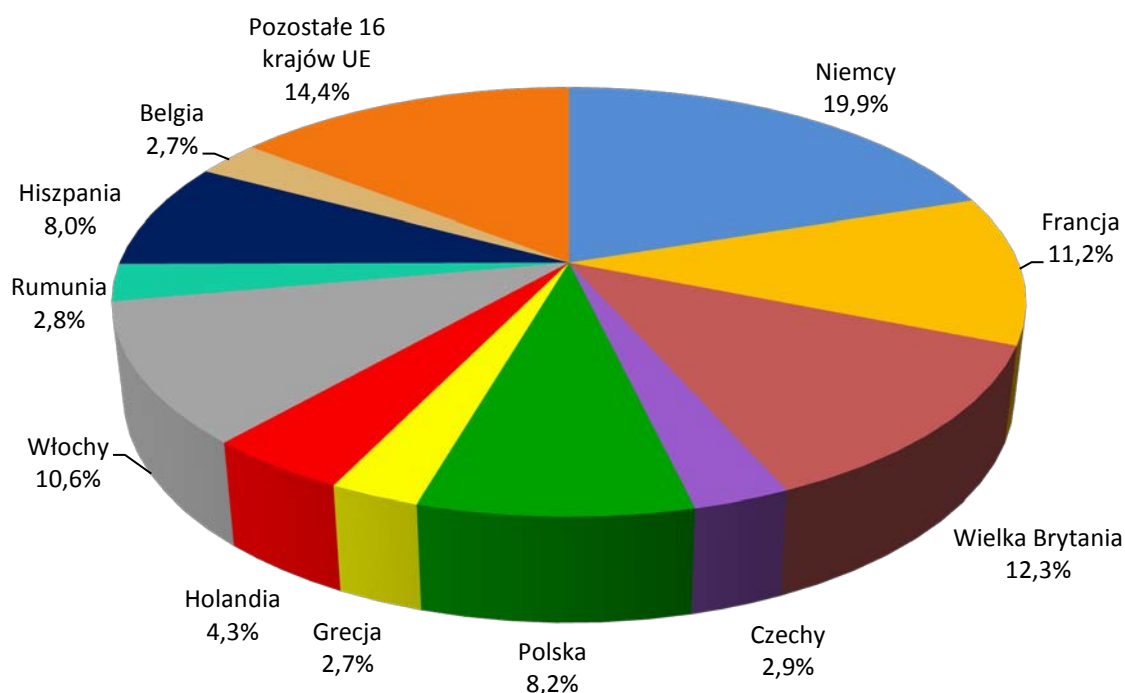


Rysunek 1-36. Zmiany emisji gazów cieplarnianych w UE-27 w latach 1990-2009, liczone jako ekwiwalent CO₂ (źródło danych: IPCC, EAS)



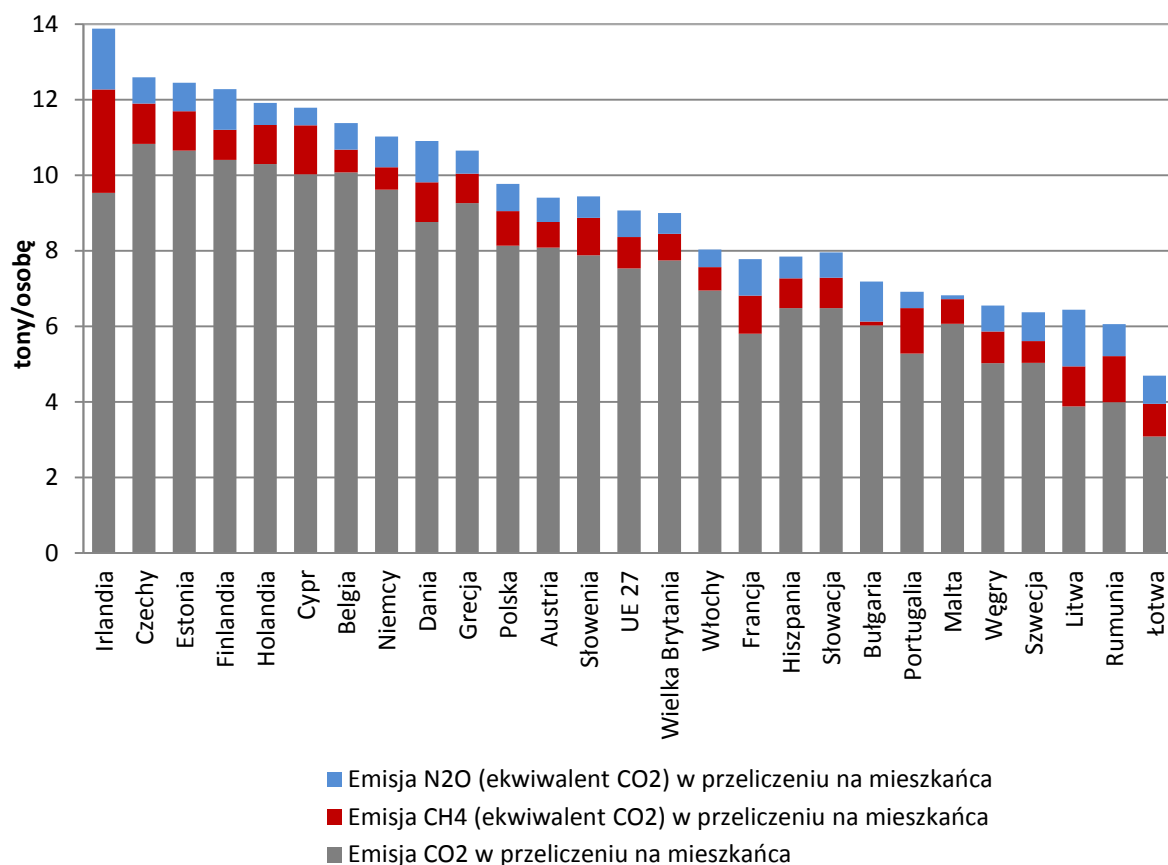
Rysunek 1-37. Zmiany emisji gazów cieplarnianych w Polsce w latach 1990-2009, liczone jako ekwiwalent CO₂ (źródło danych: MŚ/KOBIZE)

Obecne trendy emisji CO₂ we Wspólnocie pokazują, iż UE-27 dokonuje postępu w kierunku osiągnięcia celu redukcji emisji do 2020 r. (rys. 1-36). Podobnie jak ma to miejsce w przypadku UE-27, również w Polsce obserwowany jest spadek wielkości emisji gazów cieplarnianych. W 2009 roku emisja gazów cieplarnianych w Polsce liczona jako ekwiwalent CO₂ wyniosła 376,66 mln ton (rys. 1-37). Emisje gazów cieplarnianych w Polsce stanowią 8,2% całkowitej emisji gazów cieplarnianych ze wszystkich krajów UE (rys. 1-38), co w przeliczeniu na mieszkańca pozycjonuje Polskę nieznacznie powyżej średniej dla UE-27 wynoszącej ok. 9,1 tony/osobę – emisja liczona jako ekwiwalent CO₂ (rys. 1-39).



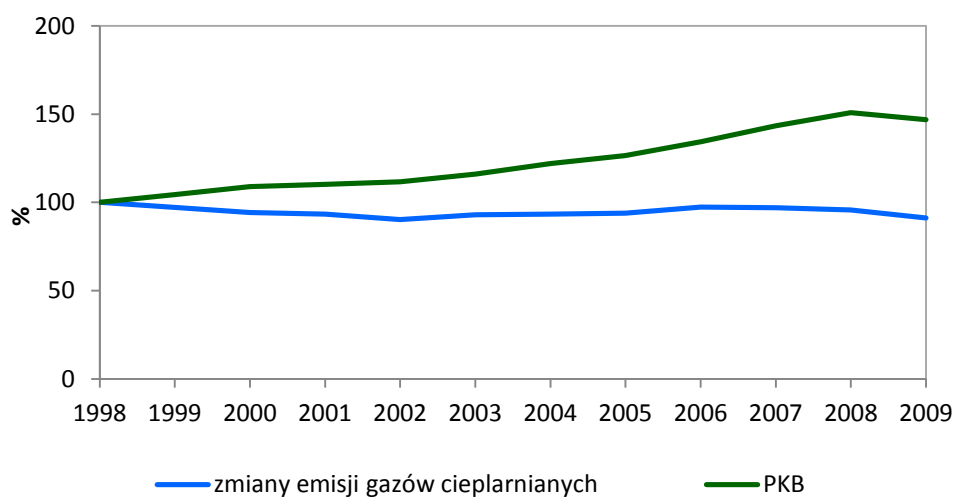
Rysunek 1-38. Udział poszczególnych krajów Unii Europejskiej w wielkości emisji gazów cieplarnianych liczonych jako ekwiwalent CO₂ (źródło: IPCC, EAŚ)

Istotnym elementem działań na rzecz ochrony klimatu są działania mające na celu wzrost udziału energii odnawialnej w całkowitym bilansie energii. Cele w tym zakresie zostały określone w dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych. Polska docelowo, w 2020 roku, ma osiągnąć udział energii odnawialnej w końcowym zużyciu brutto energii na poziomie 15%. Dyrektywa określa również ścieżkę dojścia do osiągnięcia wyznaczonego indywidualnego celu poprzez wytyczenie minimalnego udziału energii ze źródeł odnawialnych w całkowitym finalnym zużyciu energii brutto w latach 2011 - 2018. Dla Polski udział ten wynosi 8,8% w latach 2011-2012, 9,5% w latach 2013-2014, 10,7% w latach 2015-2016, osiągając poziom 12,3% w latach 2017-2018. Udział odnawialnych źródeł energii w produkcji energii w Polsce w 2009 r. wyniósł 8,5%.



Rysunek 1-39. Wielkość emisji gazów cieplarnianych liczona jako ekwiwalent CO₂ w przeliczeniu na mieszkańca w krajach Unii Europejskiej w 2009 roku (źródło danych: IPCC, EAS)

Na podkreślenie zasługuje fakt, iż dość dynamicznemu wzrostowi PKB w ostatniej dekadzie (wyjątek stanowi rok 2009), nie towarzyszył znaczący wzrost emisji gazów cieplarnianych, a od roku 2006 emisja gazów cieplarnianych stopniowo maleje (rys. 1-40).



Rysunek 1-40. Zmiany emisji gazów cieplarnianych w Polsce, na tle zmian PKB w latach 1998-2009 przy założeniu, że wielkość emisji w 1998 roku jest równa 100% (źródło danych: GUS/MŚ/KOBIZE)

1.4. Podsumowanie

Po wyraźnych spadkach wielkości emisji wszystkich podstawowych zanieczyszczeń powietrza w Polsce w latach 90-tych XX w. oraz w pierwszych latach XXI w., w okresie 2004-2006 nastąpiło zatrzymanie tendencji spadkowych, a w przypadku emisji niektórych zanieczyszczeń zanotowano nawet niewielkie wzrosty wielkości emisji (np. NO_x). Kolejne lata to jednak powrót do tendencji spadkowej, zwłaszcza wyraźnej w odniesieniu do SO_2 . Rok 2009 był rokiem nietypowym ponieważ w roku tym nastąpiło spowolnienie rozwoju gospodarczego kraju będące efektem światowego kryzysu gospodarczego. Głównie z tego powodu w roku 2009 spadło zapotrzebowanie na węgiel kamienny, i jego zużycie w porównaniu z rokiem 2008 spadło o ok.10%. Przełożyło się to bezpośrednio na spadek emisji podstawowych zanieczyszczeń do powietrza.

Głównym nośnikiem energii w Polsce pozostaje węgiel kamienny, jego udział w krajowym zużyciu energii pierwotnej utrzymuje się na zbliżonym poziomie, w 2009 roku udział ten wyniósł ok. 45%, jednocześnie struktura zużycia nośników energii w Polsce nie ulega znaczącym zmianom. Systematycznie zwiększa się udział odnawialnych źródeł energii w produkcji energii w Polsce, zwłaszcza wzrost ten jest wyraźny w ostatnich latach. Udział odnawialnych źródeł energii w produkcji energii w Polsce w roku 2009 wyniósł 8,5%.

Mając powyższe na uwadze zmiany w sektorowej strukturze emisji poszczególnych zanieczyszczeń na przestrzeni ostatniej dekady są nieduże, na uwagę zasługuje jednak fakt, iż systematycznie spada udział zanieczyszczeń z procesów spalania w sektorze produkcji i transformacji energii przy czym jednocześnie rośnie udział zanieczyszczeń z transportu.

Polska jako jeden z większych krajów europejskich jest znaczącym emitentem zanieczyszczeń do powietrza, jednakże z analizy wielkości emisji do powietrza podstawowych zanieczyszczeń oraz gazów cieplarnianych w przeliczeniu na mieszkańca wynika, iż w przypadku większości substancji emisje oscylują wokół średniej w Unii Europejskiej. Jedynie emisje SO_2 , CO oraz pyłu PM_{10} są znacząco wyższe od średniej UE-27.

Wart podkreślenia jest fakt, iż systematyczny rozwój gospodarki polskiej wyrażony wzrostem PKB nie powoduje wzrostu emisji zanieczyszczeń do powietrza. Jest to efekt równoważenia ekologicznych skutków dynamicznego rozwoju gospodarczego poprzez stosowanie nowoczesnych rozwiązań technologicznych i technicznych, proces ten jest szczególnie wyraźny w transporcie. W ciągu ostatniej dekady w Polsce przybyło ok. 6,5 mln pojazdów, co jednak nie przełożyło się na wzrost emisji zanieczyszczeń z tego sektora.

Jednocześnie wzrost zamożności Polaków oraz coraz większa świadomość ekologiczna społeczeństwa sprawia, iż chętniej korzystają oni z proekologicznych rozwiązań w gospodarstwach domowych.

Najistotniejsze cele wspólnotowe i wynikające z nich działania w zakresie ochrony powietrza są zawarte w dyrektywach UE, są one nakierowane na osiągnięcie norm jakości powietrza określonych w dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 roku w sprawie jakości powietrza i czystsze powietrze dla Europy oraz dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2004/107/WE z dnia 15 grudnia 2004 r. w sprawie arsenu, kadmu, niklu, rtęci i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w otaczającym powietrzu. Z potrzeby wywiązania się ze zobowiązań międzynarodowych w zakresie zapewnienia dotrzymania norm jakości powietrza (w szczególności dla pyłu PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, benzo(a)pirenu i ozonu) oraz zobowiązań z zakresu redukcji emisji gazów do powietrza, w tym gazów cieplarnianych, wynika konieczność stosowania proekologicznych i efektywnych energetycznie technologii produkcji, efektywniejszego wykorzystywania

surowców energetycznych, promocji bardziej efektywnych sposobów użytkowania energii, a także wzrost produkcji energii ze źródeł odnawialnych tak, aby rozwój gospodarczy nie powodował zwiększania się emisji zanieczyszczeń do środowiska.

Mając powyższe na uwadze w Polsce ustanowionych zostało szereg instrumentów redukcji emisji zanieczyszczeń do powietrza mających pomóc w osiągnięciu dobrej jakości powietrza. Najistotniejsze z nich to pozwolenia na wprowadzanie gazów i pyłów do powietrza, pozwolenia zintegrowane, standardy emisji z instalacji, standardy jakości paliw. Ponadto stopniowo zwiększany jest udział energii ze źródeł odnawialnych w całkowitej produkcji energii i zmniejszana jest energochłonność polskiej gospodarki.

Istotne efekty w postaci poprawy jakości powietrza powinny również przynieść realizowane obecnie prace inwestycyjne związane z budową nowoczesnej infrastruktury transportowej (np. budowa szybkich połączeń drogowych i kolejowych), które finansowane są m.in. przy wsparciu europejskich funduszy strukturalnych i funduszy spójności.

W skali regionalnej i lokalnej istotne znaczenie dla jakości powietrza ma również realizacja zadań określonych w programach ochrony powietrza. Opracowywanie i wdrażanie programów ochrony powietrza jest zadaniem organów samorządowych szczebla wojewódzkiego, co powinno przyczynić się do trwałej i systematycznej poprawy jakości powietrza poprzez działania podejmowane w ramach realizacji polityki zrównoważonego rozwoju regionów.

Biorąc pod uwagę, stan zanieczyszczenia powietrza w Polsce przedstawiony szczegółowo w rozdziałach 3, 4, 5 i 6 niniejszego opracowania oraz przedstawioną w niniejszym rozdziale analizę wielkości, struktury i trendów emisji zanieczyszczeń do powietrza należy zauważyć, iż dotychczasowe redukcje emisji zwłaszcza pyłów drobnych i ich prekursorów (SO_2 , NO_x , NH_3) są niewystarczające dla zapewnienia dotrzymania standardów jakości powietrza.

Bibliografia

1. Roczniki Statystyczne Rzeczypospolitej Polskiej 1990-2010, GUS, Warszawa
2. Roczniki Statystyczne: Ochrona Środowiska 2000-2010, GUS, Warszawa
3. Raport: Krajowa inwentaryzacja emisji SO_2 , NO_x , CO , NH_3 , NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2008-2009 w układzie klasyfikacji SNAP i NFR, Warszawa 2011
4. <http://www.ceip.at/emission-data-webdab/officially-reported-emission-data/> - baza oficjalnie raportowanych danych emisyjnych - EMEP
5. Poland's National Inventory Report 2011. Greenhouse Gas Inventory for 1988-2009, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym, Warszawa 2011
6. Annual European Union greenhouse gas inventory 1990-2009 and inventory report 2011, nr 2/2011, Europejska Agencja Środowiska, Kopenhaga 2011
7. <http://dataservice.eea.europa.eu/PivotApp/pivot.aspx?pivotid=475> - EEA greenhouse gas data viewer
8. Śnieżek T., Degórska A., Prządka Z.: Monitoring tła zanieczyszczenia atmosfery na stacji „Puszcza Borecka” Raport roczny, praca wykonana na zlecenie GIOŚ przez Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2011
9. Raport o stanie środowiska w Polsce 2008, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2010
10. EEA 2010. Środowisko Europy 2010 – Stan i Prognozy. Synteza. Europejska Agencja Środowiska, Kopenhaga 2010

11. V Raport Rządowy dla Konferencji Stron Ramowej Konferencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2009
12. IPCC, 2007: Zmiana Klimatu 2007: Raport Syntetyczny. Wkład Grup roboczych I, II i III do Czwartego Raportu Oceniającego Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu [(red.) Główny zespół autorski, Pachauri R.K. i Reisinger A.], Wyd. IOŚ, Warszawa 2009
13. Falkowska L., Lewandowska A.: Aerozole i gazy w atmosferze ziemskiej – zmiany globalne. Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2009
14. Polityka Ekologiczna Państwa na lata 2007-2010 z uwzględnieniem perspektywy na lata 2011-2014
15. Zanieczyszczenie powietrza w Polsce w latach 2005-2006, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2007

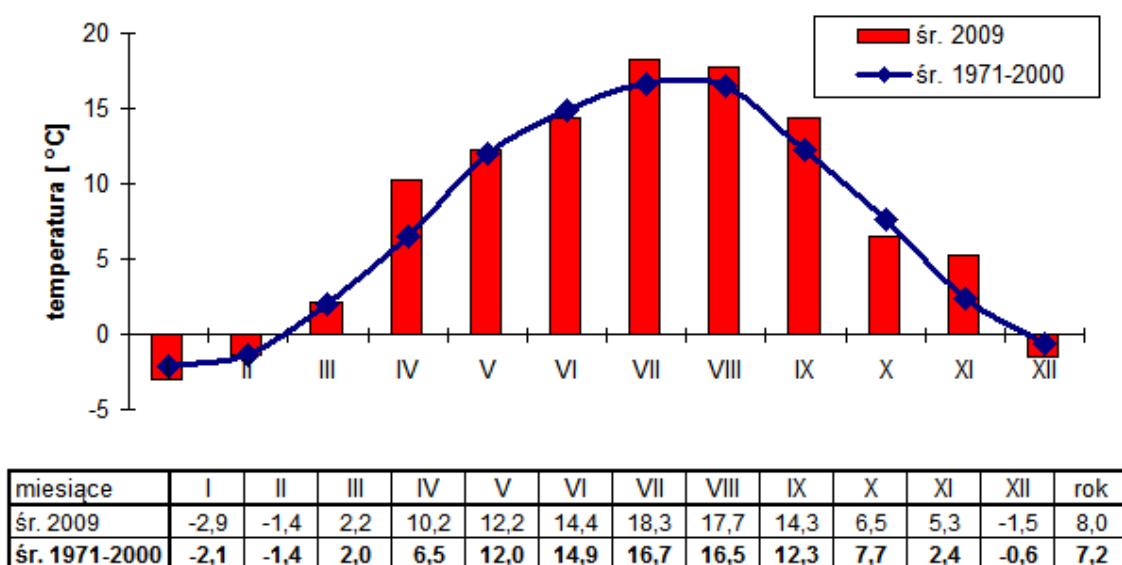
2. CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW METEOROLOGICZNYCH W 2009 ROKU

Warunki meteorologiczne na obszarze Polski w 2009 roku scharakteryzowano w oparciu o analizę wyników pomiarów i obserwacji z 25 stacji meteorologicznych IMGW, wchodzących w skład sieci stacji krajowego monitoringu chemizmu opadów i oceny depozycji do podłoża (Świnoujście, Łeba, Gdańsk, Suwałki, Chojnice, Olsztyn, Gorzów Wlkp., Toruń, Białystok, Zielona Góra, Poznań, Warszawa, Kalisz, Sulejów, Włodawa, Legnica, Wrocław, Śnieżka, Kłodzko, Racibórz, Katowice, Nowy Sącz, Sandomierz, Kasprowy Wierch i Lesko) oraz o sporządzane codzienne w IMGW mapy synoptyczne. Analizę przeprowadzono także w porównaniu do warunków przeciętnych w wieloleciu 1971-2000 oraz do roku 2008.

Rok 2009 na obszarze Polski był w porównaniu do wielolecia cieplejszy z nadmiarem opadów atmosferycznych.

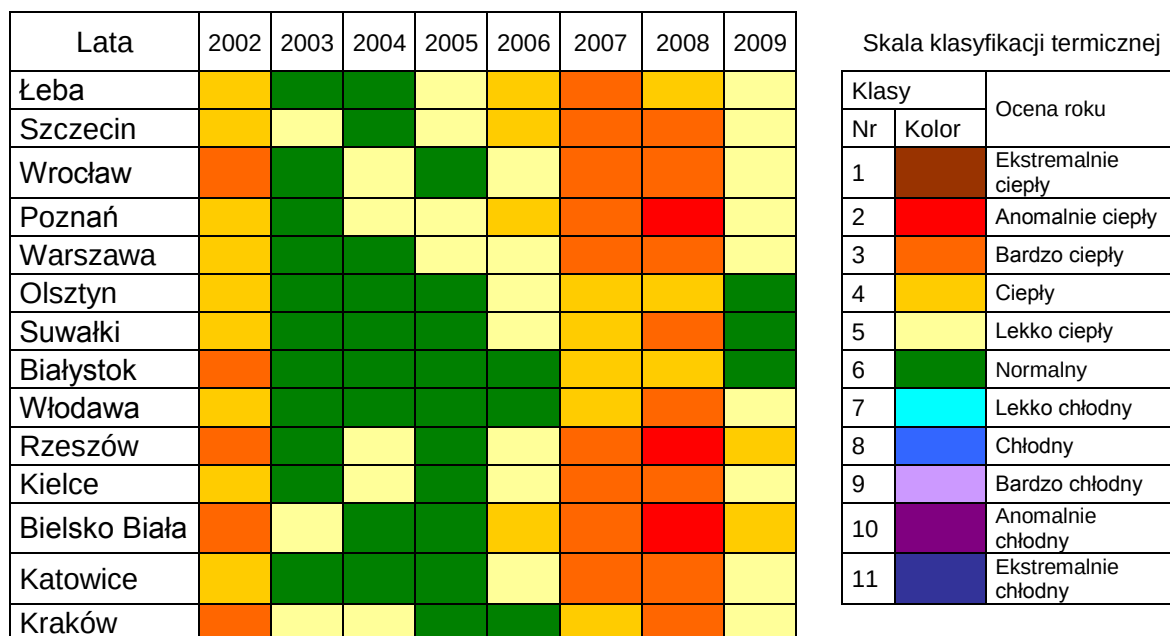
Średnia roczna temperatura powietrza wyniosła $8,0^{\circ}\text{C}$ i była wyższa o $0,8^{\circ}\text{C}$ od normy wieloletniej (rys. 2-1), zmieniając się w części nizinnej w przedziale od $6,8^{\circ}\text{C}$ na północnym-wschodzie (Suwałki) do $9,4^{\circ}\text{C}$ na Dolnym Śląsku (Wrocław i Legnica). Na Śnieżce wyniosła ona $1,6^{\circ}\text{C}$ a na Kasprowym Wierchu $0,1^{\circ}\text{C}$. Rekordowo ciepły w porównaniu do wielolecia był kwiecień z temperaturą średnią $10,2^{\circ}\text{C}$, wyższą o $3,7^{\circ}\text{C}$ i listopad ze średnią $5,3^{\circ}\text{C}$, wyższą o $2,9^{\circ}\text{C}$ od normy wieloletniej. Najcieplejszym miesiącem był lipiec z temperaturą średnią $18,3^{\circ}\text{C}$, wyższą o $1,6^{\circ}\text{C}$ od przeciętnej w wieloleciu (ze średnimi temperaturami w przedziale od $17,7^{\circ}\text{C}$ w Łebie do $20,0^{\circ}\text{C}$ w Sandomierzu oraz $10,8^{\circ}\text{C}$ na Śnieżce i $9,2^{\circ}\text{C}$ na Kasprowym Wierchu). Najchłodniejszym miesiącem był mroźny styczeń ze średnią temperaturą $-2,9^{\circ}\text{C}$, niższą od normy o $0,8^{\circ}\text{C}$ (ze średnimi temperaturami w przedziale od $-4,3^{\circ}\text{C}$ w Kłodzku, $-4,1^{\circ}\text{C}$ w Białymstoku do $+0,1^{\circ}\text{C}$ w Gdańsku oraz $-6,8^{\circ}\text{C}$ na Śnieżce i $-8,0^{\circ}\text{C}$ na Kasprowym Wierchu).

W porównaniu do 2008 roku, rok 2009, był ogólnie o $0,8^{\circ}\text{C}$ chłodniejszy, ponieważ znacznie chłodniejsze były miesiące okresu chłodnego – luty o $4,0^{\circ}\text{C}$, styczeń o $3,9^{\circ}\text{C}$, październik o $2,4^{\circ}\text{C}$ i grudzień o $2,1^{\circ}\text{C}$.



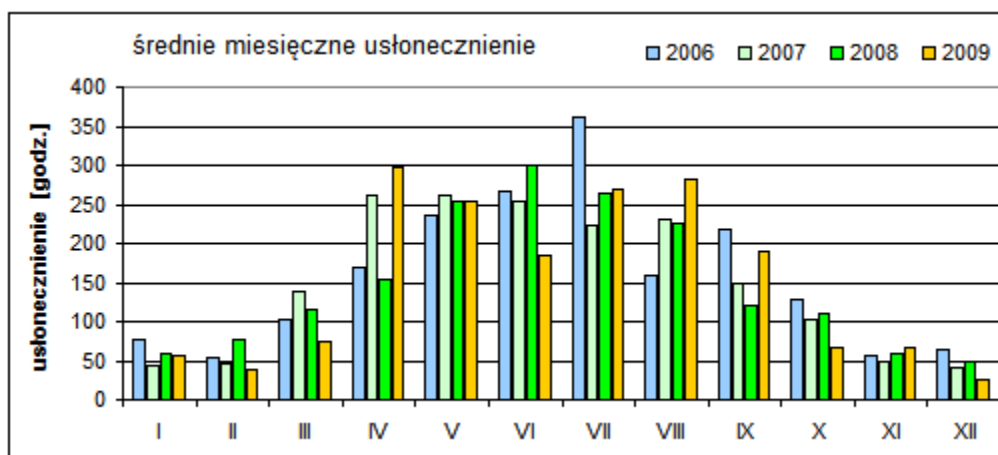
Rysunek 2-1. Średnia miesięczna temperatura powietrza w 2009 roku i w latach 1971-2000 w Polsce (25 stacji meteorologicznych) (źródło danych: IMGW PIB)

Zgodnie z klasyfikacją termiczną wg H. Lorenc rok 2009 na przeważającym obszarze Polski był tylko lekko ciepły, w południowej Polsce (Rzeszów, Bielsko Biała) ciepły, a w północnej Polsce (Olsztyn, Suwałki i Białystok) – normalny, podczas, gdy rok poprzedni, 2008, na przeważającym obszarze kraju był bardzo ciepły, w północnej (Łeba, Olsztyn) i we wschodniej Polsce (Białystok) był ciepły, a anomalnie ciepły był w Polsce centralnej (Poznań) oraz południowej (Rzeszów i Bielsko Biała) (rys. 2-2).



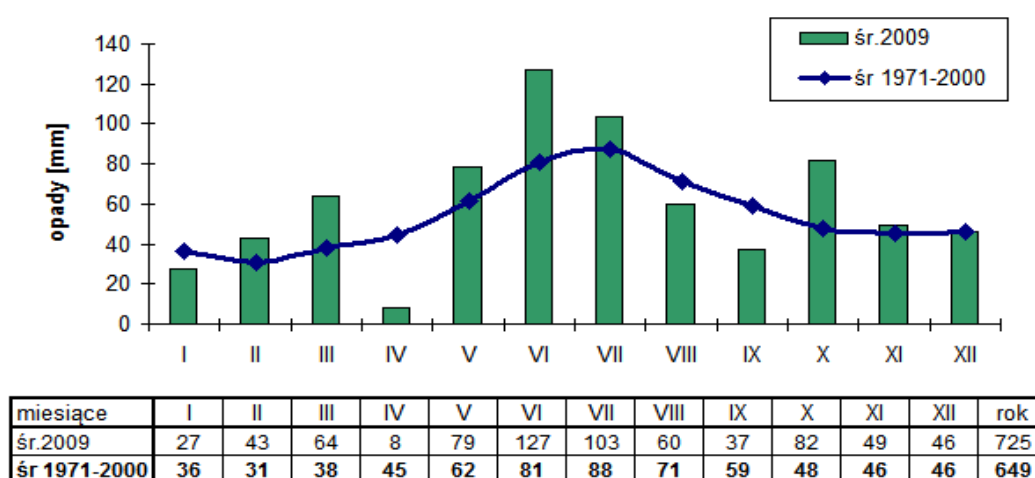
Rysunek 2-2. Termiczna klasyfikacja lat 2002-2009 dla wybranych stacji meteorologicznych.
(źródło danych: IMGW PIB)

Usłonecznienie na obszarze Polski w 2009 roku w poszczególnych miesiącach wahało się od 25 godzin w grudniu do 296 godzin w kwietniu. Zwraca uwagę mała (185 h) liczba godzin usłonecznienia (znacznie odbiegająca od normy) w czerwcu (rys. 2-3).

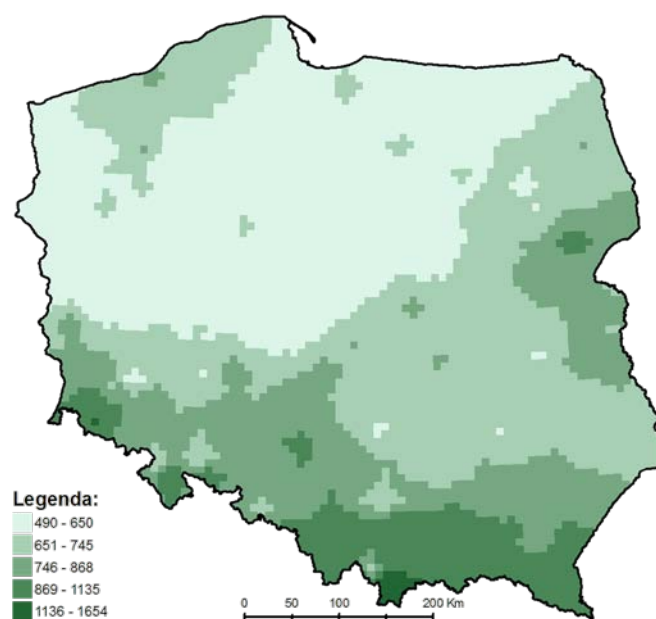


Rysunek 2-3. Średnie miesięczne usłonecznienie w Polsce w latach 2006-2009 - 22 stacje meteorologiczne (źródło danych: IMGW PIB)

Roczna suma opadów w roku 2009 w skali kraju stanowiła 112% normy z lat 1971-2000. Średnio sumy opadów atmosferycznych kształtowały się na poziomie 725 mm (w przedziale od 490 mm w Gdańsku do 1654 mm na Kasprowym Wierchu) przy średniej z wielolecia wynoszącej 649 mm. Ilościowo najwięcej opadów atmosferycznych spadło w czerwcu (średnio dla obszaru całego kraju 127 mm, co stanowi 167% normy), a najmniej 8 mm w kwietniu (18% normy wieloletniej) (gdzie: 1mm = 1 litr wody na 1m²). Natomiast w porównaniu do wielolecia, najwięcej wody opadowej otrzymał październik 82 mm co stanowi 172% normy oraz marzec 64 mm, co stanowi 171% normy wieloletniej (rys.2-4). Rozkład przestrzenny wysokości opadów atmosferycznych (rys. 2-5) wykazuje wyraźne różnice między pasem północnym (średnio obszarowo 594 mm) i centralnym (średnio obszarowo 635 mm) o stosunkowo małych opadach, a południową i południowo-wschodnią Polskę z opadami wyraźnie wyższymi (ze średnia obszarową 764 mm, bez Śnieżki i Kasprowego Wierchu) (tab. 2-1, rys. 2-4 i 2-5).



Rysunek 2-4. Średnia miesięczna suma opadów atmosferycznych w 2009 roku i w latach 1971-2000 w Polsce - 25 stacji meteorologicznych (źródło danych: IMGW PIB)



Rysunek 2-5. Wysokości opadów atmosferycznych [mm] na obszarze Polski w 2009 roku (źródło danych: PMŚ/GIOŚ, IMGW PIB)

Tabela 2-1. Miesięczne i roczne sumy opadów atmosferycznych [mm] na 25 wybranych stacjach meteorologicznych IMGW w Polsce w 2009 roku (źródło danych: IMGW PIB)

Lp	Stacja	Suma opadów [mm]														
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK	O.C.	O.CH.
1	Białystok	31	29	57	4	84	148	93	78	25	62	44	47	703	432	271
2	Suwałki	32	29	37	6	75	97	91	51	20	72	56	35	600	339	261
3	Olsztyn	29	31	67	11	65	100	93	38	32	65	44	29	604	339	265
4	Gdańsk	19	23	40	1	63	56	97	21	22	67	28	53	490	260	230
5	Łeba	25	39	38	5	60	53	129	84	60	98	47	46	682	390	291
6	Świnoujście	10	35	39	3	48	59	94	50	55	79	69	29	569	308	260
7	Chojnice	17	21	47	3	70	111	77	36	46	63	56	39	584	341	243
8	Toruń	16	22	45	1	80	66	115	28	31	47	42	36	527	321	206
9	Gorzów Wlkp	20	45	55	16	76	89	88	20	32	68	47	31	586	320	265
10	Kalisz	13	21	29	0	59	88	107	33	77	69	35	32	563	363	200
11	Poznań	21	30	54	20	86	110	86	24	32	52	35	33	584	358	226
12	Włodawa	14	21	64	14	100	214	40	57	31	89	41	55	738	455	283
13	Sulejów	18	33	59	0	81	154	118	41	33	74	50	36	696	428	269
14	Warszawa	19	33	44	6	79	149	88	60	13	67	51	45	652	394	258
15	Kasprowy W.	79	174	214	10	121	203	117	235	103	196	117	86	1654	789	865
16	Nowy Sącz	38	17	75	0	86	229	90	150	28	90	67	39	908	583	325
17	Lesko	28	44	76	26	120	152	103	79	60	126	62	50	925	540	385
18	Sandomierz	19	18	66	8	73	89	72	58	45	101	49	50	647	344	303
19	Katowice	28	67	96	0	38	117	165	61	57	91	68	51	838	438	400
20	Racibórz	23	36	78	7	63	130	135	41	18	78	53	55	716	395	322
21	Kłodzko	29	39	53	19	82	193	101	60	13	55	17	39	702	469	233
22	Legnica	29	37	43	5	82	141	126	52	12	59	14	53	652	418	234
23	Śnieżka	68	133	122	4	112	190	182	60	40	147	63	90	1209	587	621
24	Wrocław	30	45	46	14	78	171	124	69	9	64	29	45	724	464	260
25	Zielona Góra	31	45	66	15	93	67	53	10	31	66	43	59	580	270	310

O.C. - okres ciepły / IV-VX/

O.CH.- okres chłodny / I-III,X-XII/

Zgodnie z kryteriami klasyfikacji opadowej wg Z. Kaczorowskiej, rok 2009 w północnej i zachodniej Polsce, od Suwałk po Świnoujście i Zieloną Górę oraz Gorzów Wlkp., a także na Śnieżce i na Kasprowym Wierchu był „normalny” (suma opadów w granicach 90-110% normy). W rejonie Kalisza i Poznania oraz Białegostoku, a także w pasie południowym od Kłodzka do Leska rok był „wilgotny” (111-125% normy). Natomiast na wschodnich terenach Polski w rejonie Włodawy oraz w okolicach Warszawy i Sulejowa, a także w rejonie Legnicy i Wrocławia rok był „bardzo wilgotny” (125-150% normy).

2.1. Geneza powstawania opadów atmosferycznych i kierunki napływu mas powietrza na wysokości występowania opadów na obszarze Polski

Masami powietrza nazywamy części atmosfery, które różnią się przede wszystkim temperaturami oraz zawartością pary wodnej, a nazywają, od obszarów na których się kształtowały, masami zwrotnikowymi, arktycznymi lub polarnymi.

Cyrkulacja mas powietrza nad obszarem Polski zależy głównie od rozkładu ośrodków barycznych nad Oceanem Atlantyckim i nad kontynentem euroazjatyckim oraz zmian ich położenia. Dlatego napływ genetycznie różnych masy powietrza, z różną frekwencją, dokonuje zmiany parametrów meteorologicznych, w tym częstości i ilości opadów atmosferycznych, które w stosunku do przeciętnej wartości mogą się zmieniać od wielkości powodziowych do such atmosferycznych. W wyniku powyższych procesów do podłoża wnoszone są bardzo zróżnicowane wielkości ładunków substancji, które zawarte są w opadach atmosferycznych.

Ze względu na makroskalę procesów synoptycznych (od Atlantyku po Ural, od Arktyki po Północną Afrykę), a także z uwagi na konieczność prawidłowego odzwierciedlenia obszaru powstawania i kierunku przemieszczania się mas powietrza z opadami atmosferycznymi na obszar Polski, wydzielono cztery sektory napływu: północny N (331°-060°), dla mas pochodzenia arktycznego znad obszarów Arktyki, wschodni E (061°-150°), dla powietrza kontynentalnego znad Europy Wschodniej i Syberii, południowy S (151°-240°), dla mas powietrza polarnego morskiego ciepłego i zwrotnikowego znad rejonu Wysp Azorskich oraz znad Afryki i Azji Mniejszej oraz zachodni W (241°-330°), dla powietrza polarnego morskiego znad Oceanu Atlantyckiego i Europy Zachodniej. Dla warunków barycznych, w których nie występuje adwekcja przyjęto określenie cyrkulacja miejscowa „Z”. Biorąc pod uwagę poziom powstawania opadów atmosferycznych oraz fakt, że od wysokości 1500 m n.p.m. przyjmuje się, że spływ mas powietrza nie jest zniekształcony wpływem orografii, sektory napływu mas powietrza określane są na powierzchni izobarycznej 850 hPa.

W roku 2009 na obszarze Polski przeważał napływ polarno-morskich mas powietrza z zachodniego sektora, który średnio wyniósł 39% ogólnej liczby przypadków. W drugiej kolejności odnotowano napływ mas powietrza z sektora południowego 23%, a następnie z północnego 15%. Cyrkulacja kontynentalnych mas powietrza z sektora wschodniego stanowiła 14%, a najmniejszy był udział cyrkulacji miejscowej 9% (tab.2-2).

Tabela 2-2. Częstość [w %] występowania na obszarze Polski w 2009 r. wydzielonych sektorów napływu mas powietrza (określanych na poziomie 850 hPa) na 25 wybranych stacjach meteorologicznych IMGW (źródło danych: IMGW PIB)

ROK	SEKTORY NAPŁYWU MAS POWIETRZA				
	N	E	S	W	Z
2002	12	17	22	36	15
2003	16	12	20	34	19
2004	14	10	16	43	18
2005	13	14	20	39	14
2006	14	8	23	40	14
2007	12	13	18	48	9
2008	12	12	26	42	9
2009	15	14	23	39	9

W poszczególnych miesiącach częstość występowania napływu mas powietrza z wydzielonych sektorów, określonego na poziomie 850 hPa, kształtowała się następująco: sektor północny (N) od 3,1% w lipcu i listopadzie do 25,2% w lutym; sektor wschodni (E) od 1,5% w lipcu do 37,9% w kwietniu; sektor południowy (S) od 9,2% w czerwcu do 46,7% w listopadzie; sektor zachodni (W) od 12,2% w kwietniu do 59,8% w lipcu; sektor cyrkulacji miejscowej (Z) od 1,1% w listopadzie do 13,1% w lipcu (rys. 2-6).

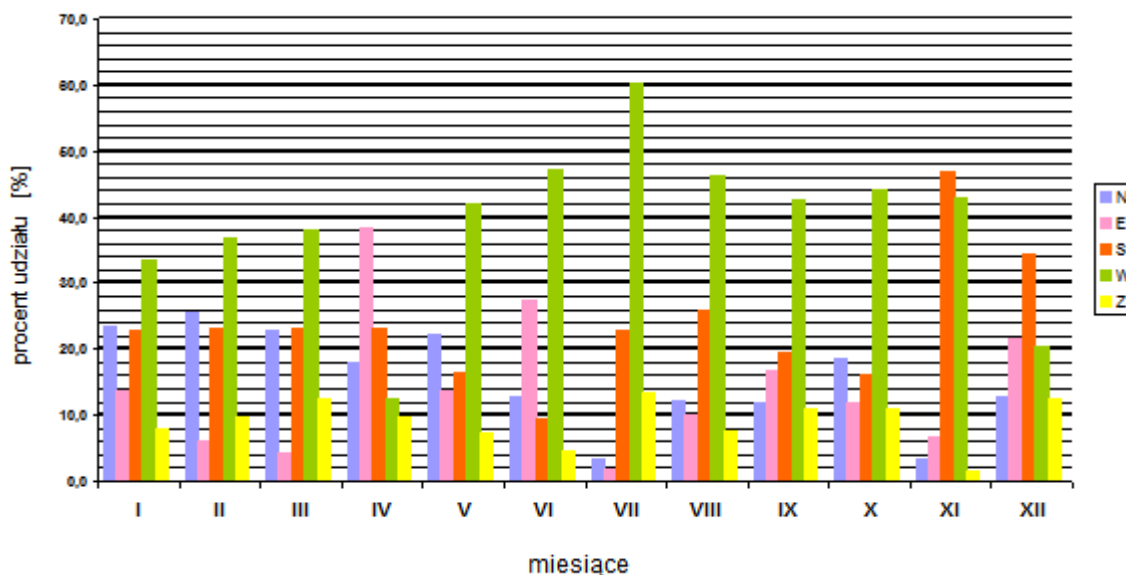
Największa ilość wód opadowych w 2009 roku (średnio 47%) wystąpiła przy napływie mas powietrza z zachodniego sektora (rys. 2-7). Z tego sektora najwięcej wody opadowej było w północnej Polsce (64% rocznej sumy opadów w Łebie), najmniej w południowej Polsce (od około 34% rocznej sumy opadów w Nowym Sączu do 19% na Kasprowym

Wierchu). Przy napływie mas powietrza z północnego sektora (rys. 2-8) zanotowano średnio 18% wody opadowej w sumie rocznej opadów. Największy udział opadów z tego sektora odnotowano w południowej i południowo-wschodniej Polsce (30% rocznej sumy opadów w Sandomierzu) i na Kasprowym Wierchu (49%), natomiast najmniejszy w rejonie północnym i zachodnim (Chojnice około 7% i Gorzów Wielkopolski 8% rocznej sumy opadów). Przy napływie mas powietrza z południowego sektora (rys. 2-9) średni udział wody opadowej w rocznej sumie opadów wynosił także 18%. Największy był w północnej i centralnej części Polski (Gorzów Wielkopolski 24%, Olsztyn, Sulejów, Suwałki i Chojnice po 22% rocznej sumy opadów), najmniejszy na południu (Katowice 11%, Lesko 12% i Sandomierz, Nowy Sącz oraz Racibórz po 13% rocznej sumy opadów). Opady przy napływie mas powietrza ze wschodniego sektora (rys. 2-10) stanowiły 12% rocznej sumy opadów. Największy udział był w południowej i centralnej części Polski (Włodawa 24%, Nowy Sącz 22% i Kłodzko 21% rocznej sumy opadów), najmniejszy na północy (Łeba 2%, Gdańsk i Świnoujście po 5% rocznej sumy opadów). Na cyrkulację miejscową (rys. 2-11) przypada 5% rocznej ilości wód opadowych. Największy ich udział był w Kłodzku (10% rocznej sumy opadów), najmniejszy w Olsztynie (poniżej 1%).

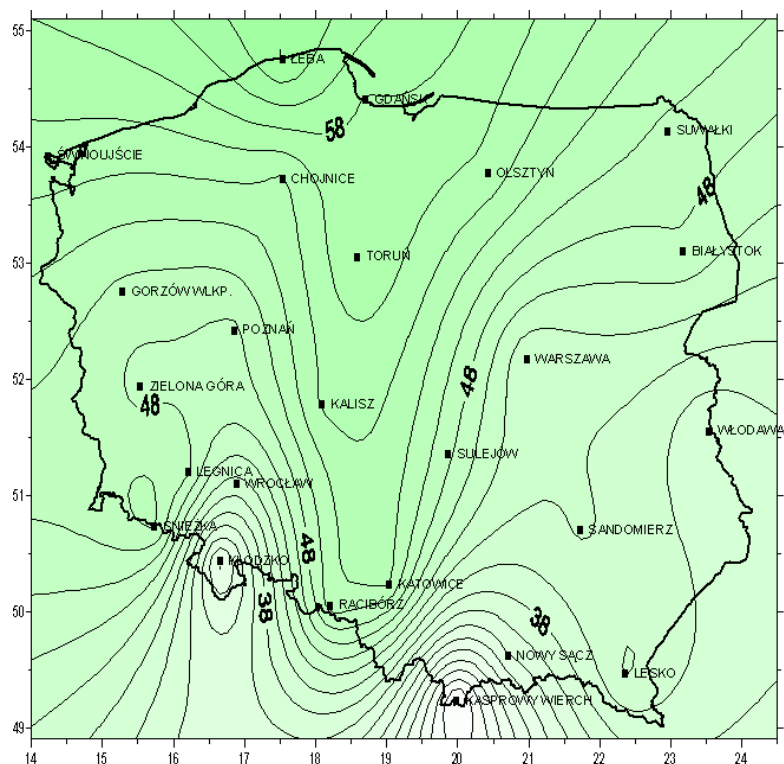
W porównaniu do 2008 roku zmalała o 6% ilość wody opadowej przy napływie mas powietrza z zachodniego sektora i o 2% z sektora północnego. Wzrósł udział wód opadowych z sektorów wschodniego i cyrkulacji miejscowej (odpowiednio o 5 i 2%). Udział wody opadowej z południowego sektora nie zmienił się.

Analiza opadów atmosferycznych pod względem ich genezy wykazała w 2009 roku przewagę opadów frontalnych, które występowały ponad dwukrotnie częściej niż opady z procesów wewnątrzmasowych i średnio stanowiły 71% ogólnej liczby przypadków.

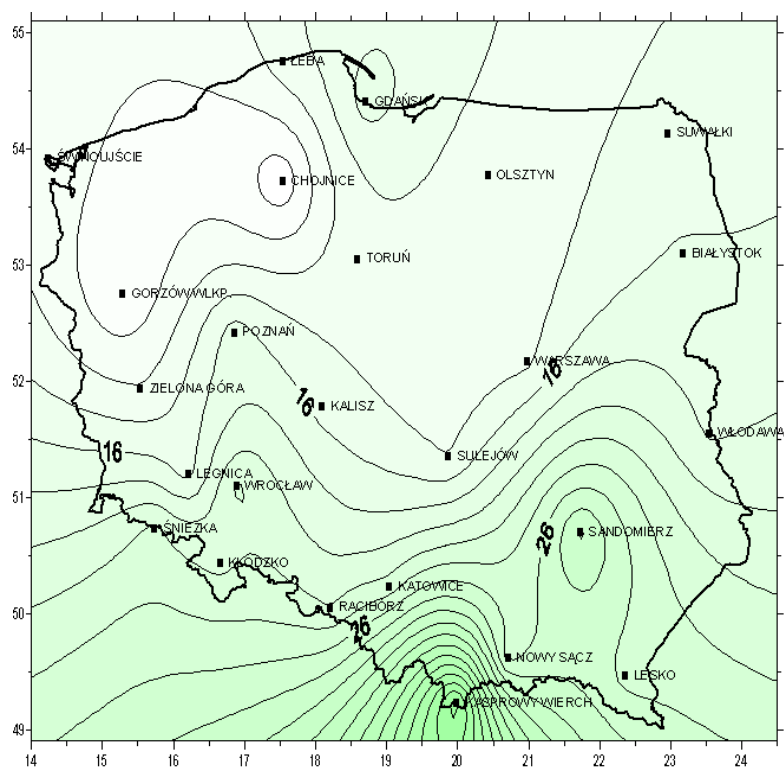
Najczęściej opady frontalne występowały przy napływie mas powietrza z zachodniego sektora (49% przypadków). Także opady wewnątrzmasowe w roku 2009 najczęściej notowano przy napływie mas powietrza z sektora zachodniego (38%).



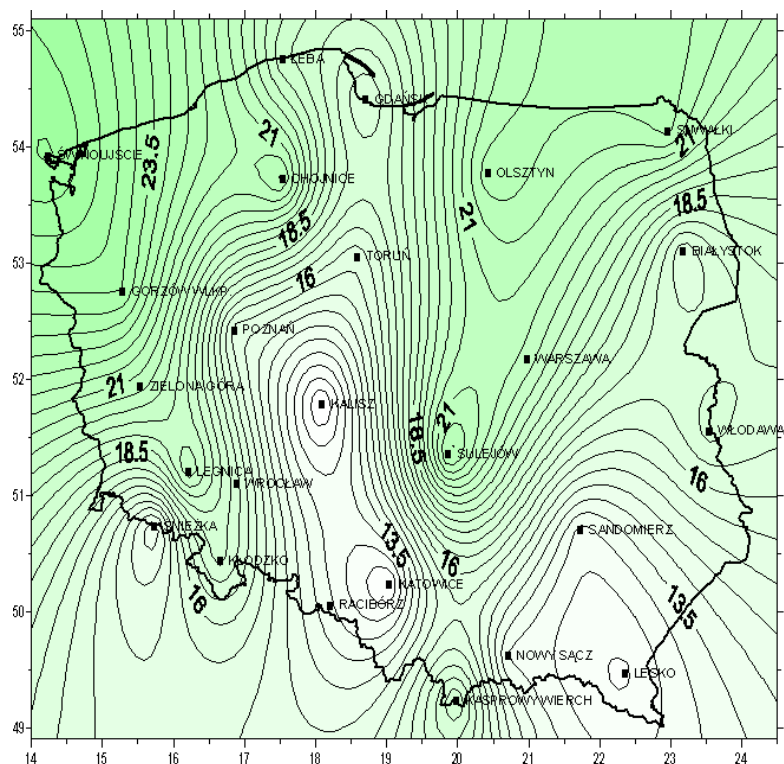
Rysunek 2-6. Kierunek napływu mas powietrza, określony na poziomie 850 hPa, dla 25 stacji meteorologicznych IMGW w poszczególnych miesiącach 2009 roku (źródło danych: IMGW PIB)



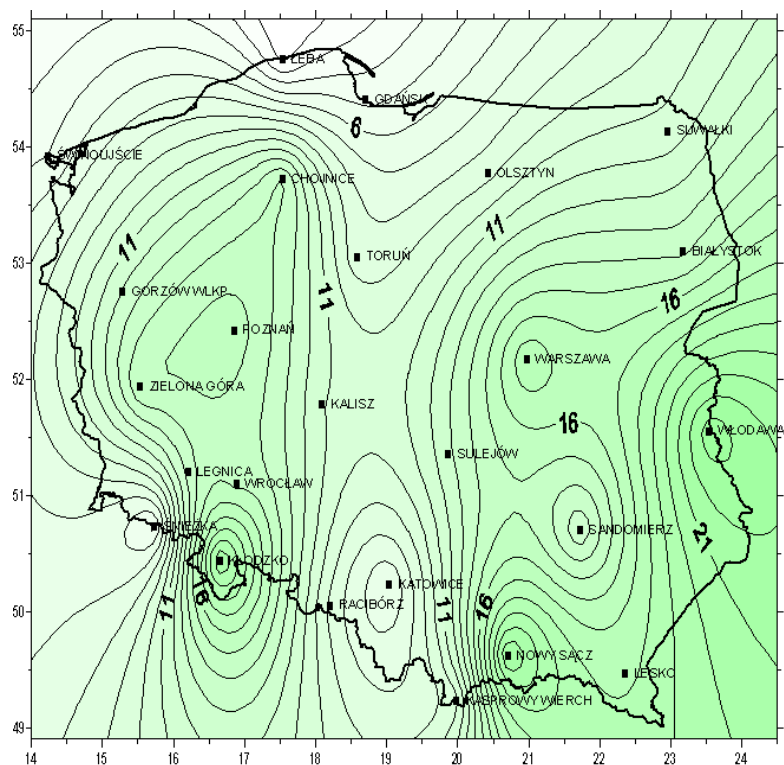
Rysunek 2-7. Udział [w %] wód opadowych z zachodniego (W) sektora napływu mas powietrza (określanego na poziomie 850 hPa) w sumie opadów w 2009 roku (źródło danych: PMS/GIOŚ, IMGW PIB)



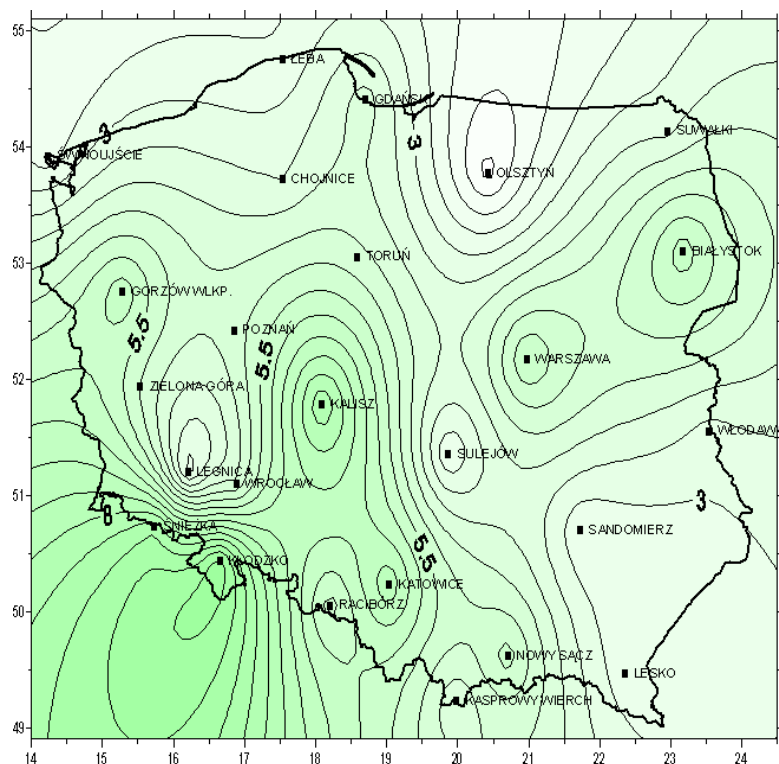
Rysunek 2-8. Udział [w %] wód opadowych z północnego (N) sektora napływu mas powietrza (określanego na poziomie 859 hPa) w sumie opadów w 2009 roku (źródło danych: PMS/GIOŚ, IMGW PIB)



Rysunek 2-9. Udział [w %] wód opadowych z południowego (S) sektora napływu mas powietrza (określanego na poziomie 850 hPa) w sumie opadów w 2009 roku (źródło danych: PMŚ/GIOŚ, IMGW PIB)



Rysunek 2-10. Udział [w %] wód opadowych ze wschodniego (E) sektora napływu mas powietrza (określanego na poziomie 850 hPa) w sumie opadów w 2009 roku (źródło danych: PMŚ/GIOŚ, IMGW PIB)



Rysunek 2-11. Udział [w %] wód opadowych z cyrkulacji miejscowej, zmiennej (Z) mas powietrza (określanej na poziomie 850 hPa) w sumie opadów w 2009 roku (źródło danych: PMŚ/GIOŚ, IMGW PIB)

Bibliografia

1. Biuletyny Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa, styczeń-grudzień 2009
2. Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża w latach 2010-2012. Raport roczny z badań monitoringowych w 2009 roku; praca niepublikowana, wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Liana E., Błachuta J., Gendolla T., Pobudejski M., Karska L., IMGW, Wrocław 2010

3. OCENA JAKOŚCI POWIETRZA W POLSCE ZA 2009 ROK – KLASYFIKACJA STREF. PODSUMOWANIE WYNIKÓW ROCZNEJ OCENY JAKOŚCI POWIETRZA ZA ROK 2009

3.1. Wstęp

Na mocy art. 89 ustawy - Prawo ochrony środowiska, z dnia 27 kwietnia 2001 r. z późniejszymi zmianami, wojewódzki inspektor ochrony środowiska każdego roku dokonuje oceny poziomów substancji w powietrzu w danej strefie za rok poprzedni, a następnie dokonuje klasyfikacji stref, dla każdej substancji odrębnie, według określonych kryteriów (poziom dopuszczalny substancji, poziom dopuszczalny powiększony o margines tolerancji, poziom docelowy, poziom celu długoterminowego). Wyniki ocen dla danego województwa przekazywane są marszałkowi województwa oraz Głównemu Inspektorowi Ochrony Środowiska, który na ich podstawie dokonuje zbiorczej oceny jakości powietrza w skali kraju.

W rozdziale przedstawiono informacje stanowiące podsumowanie wyników rocznej oceny jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2009, przygotowane na podstawie wyników ocen wojewódzkich przeprowadzonych w 2010 roku przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska.

Zasadnicza część rozdziału, prezentująca rezultaty oceny na poziomie kraju, zawiera omówienie wyników oceny jakości powietrza w strefach, przeprowadzonej z uwzględnieniem kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia dla jedenastu zanieczyszczeń i ochrony roślin dla trzech substancji.

W podrozdziałach dotyczących poszczególnych zanieczyszczeń podano kryteria oceny obowiązujące w 2009 roku i omówiono wyniki klasyfikacji stref - na poziomie poszczególnych parametrów - kryteriów oraz klasy wynikowe dla danego zanieczyszczenia. Podano także informacje na temat metod wykorzystanych w ocenie. Dokonano przeglądu przyczyn przekroczeń wartości kryterialnych dla określonych zanieczyszczeń.

W podrozdziałach zawierających ocenę sumaryczną za 2009 rok, łączącą wyniki ocen prowadzonych pod kątem ochrony zdrowia ludzi oraz pod kątem ochrony roślin, przedstawiono informacje na temat liczby stref w poszczególnych klasach, ze szczególnym zwróceniem uwagi na strefy zaliczone do klasy C (tzn. na terenie których, miało miejsce przekroczenie określonych wartości kryterialnych) dla jednego lub kilku zanieczyszczeń.

Rozdział zawiera też podstawowe informacje na temat oceny rocznej: uwzględnianych w niej obszarów i zanieczyszczeń, zasad klasyfikacji stref obowiązujących w omawianej ocenie i działań wynikających z zaliczenia strefy do określonej klasy, potencjalnych przyczyn wystąpienia przekroczeń wartości kryterialnych, metod stosowanych w ocenie.

Podano tu również informacje na temat stref uwzględnionych w ocenie za 2009 rok, według obowiązującego podziału kraju na strefy, z uwzględnieniem uzdrowisk, do których odnoszą się odrębne kryteria oceny dla niektórych zanieczyszczeń.

3.2. Informacje ogólne

3.2.1. Podstawowe informacje na temat rocznej oceny jakości powietrza

Roczna ocena jakości powietrza obejmuje wszystkie substancje, dla których w prawie krajowym (rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 marca 2008 r. w sprawie poziomów

niektórych substancji w powietrzu) określono normatywne stężenia w powietrzu, w postaci poziomów dopuszczalnych, poziomów docelowych lub poziomów celu długoterminowego:

- ze względu na ochronę zdrowia ludzi,
- oraz ze względu na ochronę roślin.

W ocenie pod kątem spełnienia kryteriów określonych w celu ochrony zdrowia uwzględniono:

- dwutlenek siarki SO₂,
- dwutlenek azotu NO₂,
- tlenek węgla CO,
- benzen C₆H₆,
- ozon O₃,
- pył zawieszony PM₁₀,
- ołów Pb w pyle PM₁₀,
- arsen As w pyle PM₁₀,
- kadm Cd w pyle PM₁₀,
- nikiel Ni w pyle PM₁₀,
- benzo(a)piren B(a)P w pyle PM₁₀.

Ocena dokonywana pod kątem spełnienia kryteriów określonych w celu ochrony roślin dotyczy:

- dwutlenku siarki SO₂,
- tlenków azotu NO_x,
- ozonu O₃.

Oceny jakości powietrza wykonywane są w odniesieniu do obszaru strefy.

W ocenie za rok 2009, wykonanej w 2010 roku, uwzględniono definicje stref określone w art. 87 ustawy - Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. oraz w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 6 marca 2008 r. w sprawie stref, w których dokonuje się oceny jakości powietrza.

Zgodnie ze wspomnianymi przepisami prawa, strefami są:

- a) dla SO₂, NO₂, NO_x, CO, C₆H₆, pyłu PM₁₀ i zawartości ołowiu (Pb), arsenu (As), kadmu (Cd), niklu (Ni) i benzo(a)pirenu (B(a)P) w pyle:
- aglomeracje o liczbie mieszkańców powyżej 250 tys.,
 - obszar jednego lub więcej powiatów położonych na obszarze tego samego województwa, nie wchodzący w skład aglomeracji,
- b) dla ozonu:
- aglomeracje o liczbie mieszkańców powyżej 250 tys.,
 - obszar województwa nie wchodzący w skład aglomeracji.

Na podstawie wyników rocznej oceny jakości powietrza, odrębnie dla każdej substancji, dokonuje się klasyfikacji stref, w których stężenie odpowiadające wartości normowanej:

- przekracza poziom dopuszczalny powiększony o margines tolerancji,
- mieści się pomiędzy poziomem dopuszczalnym a poziomem dopuszczalnym powiększonym o margines tolerancji,
- nie przekracza poziomu dopuszczalnego,
- przekracza poziom docelowy,
- nie przekracza poziomu docelowego,
- przekracza poziom celu długoterminowego,
- nie przekracza poziomu celu długoterminowego.

Dopuszczalne/docelowe poziomy substancji obowiązujące w Polsce, określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 3 marca 2008 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, ustanowiono:

- ze względu na ochronę zdrowia ludzi: dla obszaru całego kraju oraz, w przypadku kilku zanieczyszczeń (dwutlenku siarki, dwutlenku azotu, benzenu i tlenku węgla) dla obszarów ochrony uzdrowiskowej – gdzie obowiązują normy bardziej rygorystyczne,
- ze względu na ochronę roślin: dla obszaru całego kraju.

Zgodnie ze wspomnianym rozporządzeniem MŚ, oceny poziomów substancji w powietrzu ze względu na ochronę roślin (SO_2 , NO_x i O_3) dokonuje się na terenie całego kraju z wyłączeniem obszarów miast.

Kryteria obowiązujące w ocenie za rok 2009 dla poszczególnych zanieczyszczeń zamieszczono w podrozdziałach przedstawiających wyniki oceny rocznej dla tych zanieczyszczeń.

Wykaz podstawowych aktów prawnych, określających obowiązki, zasady i kryteria w zakresie prowadzenia rocznej oceny jakości powietrza w Polsce oraz innych przepisów prawa krajowego, powiązanych z wykonywaniem oceny, przedstawiono na końcu rozdziału.

3.2.2. Zasady klasyfikacji stref

Klasyfikacji stref dokonuje się oddzielnie dla dwóch grup kryteriów:

- określonych w celu ochrony zdrowia,
- określonych w celu ochrony roślin (z wyłączeniem stref będących aglomeracjami lub miastami na prawach powiatu).

W ocenach rocznych wyróżnia się dwa poziomy agregacji wyników klasyfikacji stref:

Poziom 1: Klasyfikacja według parametrów

Klasyfikacji dokonuje się dla każdego zanieczyszczenia, dla każdego parametru - kryterium znajdującego zastosowanie w strefie, z uwzględnieniem różnych czasów uśredniania normowanych stężeń substancji (rok, 24 godz., 8 godz., 1 godz.) oraz norm dla obszarów wydzielonych (uzdrowisk i obszarów ochrony uzdrowiskowej).

Poziom 2: Klasyfikacja wg zanieczyszczeń

Każdej strefie przypisuje się jedną klasę dla każdego zanieczyszczenia, tzw. klasę wynikową (oddzielnie ze względu na ochronę zdrowia ludzi i ze względu na ochronę roślin). Klasa wynikowa strefy dla danego zanieczyszczenia odpowiada najmniej korzystnej spośród uzyskanych z klasyfikacji według parametrów dla tego zanieczyszczenia.

3.2.3. Klasy stref i wymagane działania wynikające z oceny

Wynik klasyfikacji strefy dla danego zanieczyszczenia zależy od stężeń tego zanieczyszczenia występujących na terenie strefy - zwykle w rejonach o najwyższym stopniu zanieczyszczenia daną substancją. Uzyskany wynik przekłada się na określone wymagania w zakresie działań na rzecz poprawy jakości powietrza (w przypadku, gdy nie są spełnione odpowiednie kryteria) lub na rzecz utrzymania tej jakości (jeżeli spełnia ona przyjęte standardy).

Powiązanie poziomów stężeń zanieczyszczenia, uzyskanych w wyniku oceny rocznej, z klasami stref i wymaganymi działaniami przedstawiono w tabelach 3-1 - 3-4.

Tabela 3-1. Klasy stref i wymagane działania w zależności od poziomów stężeń zanieczyszczenia, uzyskanych w rocznej ocenie jakości powietrza, dla przypadków gdy dla zanieczyszczenia jest określony poziom dopuszczalny i margines tolerancji

Klasa strefy	Poziom stężeń zanieczyszczenia	Wymagane działania
A	nie przekraczający poziomu dopuszczalnego*	brak
B	powyżej poziomu dopuszczalnego* lecz nie przekraczający poziomu dopuszczalnego powiększonego o margines tolerancji*	— określenie obszarów przekroczeń poziomów dopuszczalnych — określenie przyczyn przekroczenia poziomów dopuszczalnych substancji w powietrzu, podjęcie działań w celu zmniejszenia emisji tych substancji
C	powyżej poziomu dopuszczalnego powiększonego o margines tolerancji*	— określenie obszarów przekroczeń poziomów dopuszczalnych oraz poziomów dopuszczalnych powiększonych o margines tolerancji — opracowanie programu ochrony powietrza (POP) mającego na celu osiągnięcie poziomów dopuszczalnych substancji w powietrzu - jeśli POP nie był uprzednio opracowany pod kątem określonej substancji

* z uwzględnieniem dozwolonych częstości przekroczeń określonych w rozporządzeniu MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu

Tabela 3-2. Klasy stref i wymagane działania w zależności od poziomów stężeń zanieczyszczenia, uzyskanych w rocznej ocenie jakości powietrza, dla przypadków gdy dla zanieczyszczenia jest określony poziom dopuszczalny i nie jest określony margines tolerancji

Klasa strefy	Poziom stężeń zanieczyszczenia	Wymagane działania
A	nie przekraczający poziomu dopuszczalnego *	brak
C	powyżej poziomu dopuszczalnego*	— określenie obszarów przekroczeń poziomów dopuszczalnych — opracowanie programu ochrony powietrza (POP) mającego na celu osiągnięcie poziomów dopuszczalnych substancji w powietrzu (jeśli POP nie był uprzednio opracowany pod kątem określonej substancji)

* z uwzględnieniem dozwolonych częstości przekroczeń określonych w rozporządzeniu MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu

Tabela 3-3. Klasy stref i wymagane działania w zależności od poziomów stężeń zanieczyszczenia, uzyskanych w rocznej ocenie jakości powietrza, dla przypadków gdy dla zanieczyszczenia jest określony poziom docelowy

Klasa strefy	Poziom stężeń zanieczyszczenia	Wymagane działania
A	nie przekraczający poziomu docelowego*	brak
C	powyżej poziomu docelowego*	— dążenie do osiągnięcia poziomu docelowego substancji w określonym czasie za pomocą ekonomicznie uzasadnionych działań technicznych i technologicznych — opracowanie programu ochrony powietrza, mającego na celu osiągnięcie odpowiednich poziomów docelowych substancji (jeśli POP nie był uprzednio opracowany pod kątem określonej substancji)

* z uwzględnieniem dozwolonych częstości przekroczeń określonych w rozporządzeniu MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu

Tabela 3-4. Klasy stref i wymagane działania w zależności od poziomów stężeń ozonu z uwzględnieniem poziomu celu długoterminowego

Klasa strefy	Poziom stężenie ozonu	Wymagane działania
D1	nie przekraczający poziomu celu długoterminowego	brak
D2	powyżej poziomu celu długoterminowego	dążenie do osiągnięcia poziomu celu długoterminowego do roku 2020

W przypadku stref zaliczonych do klasy C dla danego zanieczyszczenia wymagane jest prowadzenie działań mających na celu osiągnięcie odpowiednich poziomów dopuszczalnych lub docelowych substancji w powietrzu w wyznaczonym terminie, w tym opracowanie programu ochrony powietrza (POP) – o ile program taki nie został opracowany wcześniej i nie jest realizowany w odniesieniu do danego zanieczyszczenia i obszaru. Należy tu wyraźnie podkreślić, że działania wynikające z zaliczenia strefy do klasy C dla określonych zanieczyszczeń nie dotyczą całej strefy – a jedynie obszarów, na których wystąpiły przekroczenia odpowiednich wartości kryterialnych.

Zakwalifikowanie strefy do klasy C powinno być oparte na uzasadnionych podstawach (odpowiednio udokumentowane przekroczenia określonych wartości kryterialnych dla danego zanieczyszczenia w strefie, w szczególności potwierdzone wiarygodnymi wynikami pomiarów stężeń tego zanieczyszczenia).

3.2.4. Przyczyny przekroczeń wartości kryterialnych

Na mocy rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie zakresu i sposobu przekazywania informacji dotyczących zanieczyszczenia powietrza, dla każdej strefy zakwalifikowanej do opracowania POP (tzn. zaliczonej do klasy C), dla określonej substancji, podaje się informacje na temat przekroczeń odpowiednich wartości kryterialnych, zarejestrowanych w oparciu o pomiary stężeń tej substancji. Jeżeli w ciągu roku na stanowisku pomiarowym substancji wystąpiły przekroczenia stężeń kryterialnych częściej niż jest to dozwolone, w tabelach zestawia się wszystkie przypadki przekroczeń wartości kryterialnej zarejestrowane w ciągu roku na tym stanowisku. Przypadki przekroczeń raportuje się dla każdej substancji i stanowiska, na którym stwierdzono przekroczenia.

Lista przypadków przekroczeń powinna zawierać: terminy, wartości stężeń oraz przyczyny wystąpienia przekroczenia

Listę potencjalnych przyczyn wystąpienia przekroczeń wartości kryterialnych w roku 2009 oraz przypisane im kody przyczyny przekroczenia (przyjęte w sprawozdawczości na potrzeby Komisji Europejskiej), przedstawiono poniżej:

- S1 - oddziaływanie emisji związanej z ruchem pojazdów w centrum miasta z intensywnym ruchem,
- S2 - oddziaływanie emisji związanej z ruchem pojazdów na głównej drodze leżącej w pobliżu stacji,
- S3 - oddziaływanie emisji z zakładów przemysłowych, ciepłowni, elektrowni zlokalizowanych w pobliżu stacji pomiarowej,
- S4 - oddziaływanie emisji z kopalni, kamieniołomów zlokalizowanych w pobliżu stacji pomiarowej,
- S5 - oddziaływanie emisji związanych z indywidualnym ogrzewaniem budynków,
- S6 - awaryjna emisja z zakładu przemysłowego,

- S7 - awaryjna emisja ze źródeł innych niż przemysłowe,
- S8 - oddziaływania naturalnych źródeł emisji lub zjawisk naturalnych nie związanych z działalnością człowieka,
- S9 - unos pyłu związany z posypywaniem dróg piaskiem lub solą w okresie zimowym,
- S10 - napływ zanieczyszczeń powietrza spoza granic kraju (transgraniczny charakter zanieczyszczenia),
- S11 - oddziaływanie lokalnej stacji paliw,
- S12 - oddziaływanie pobliskiego parkingu,
- S13 - oddziaływanie emisji związanych ze składowaniem benzenu,
- S14 - szczególne lokalne warunki rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń,
- S15 - niekorzystne warunki klimatyczne/meteorologiczne, rozumiane jako wystąpienie szczególnie niekorzystnej sytuacji meteorologicznej, z punktu widzenia zanieczyszczenia powietrza, w rozważanym okresie,
- S16 - emisja wtórna zanieczyszczeń pyłowych z powierzchni odkrytych, np. dróg, chodników, boisk,
- S17 - emisja zanieczyszczeń ze składowisk, hałd, itp.,
- S18 - emisja zanieczyszczeń pyłowych z powierzchni pyłących, np. pól, nieutwardzonych dróg i placów,
- S19 - napływ zanieczyszczeń powietrza spoza granic strefy.

3.2.5. Metody zastosowane w rocznej ocenie jakości powietrza za rok 2009

W rocznych ocenach jakości powietrza wykorzystuje się dane dotyczące zanieczyszczenia powietrza uzyskane za pomocą wszystkich dostępnych metod zastosowanych w strefie. W przypadku zastosowania różnych metod należy przyjąć, że najwyższy priorytet powinny mieć dostępne (wiarygodne) wyniki pomiarów prowadzonych w ramach rutynowych badań w sieciach monitoringu istniejących na danym terenie.

W niektórych przypadkach, wyniki przeprowadzonych pomiarów nie mogą stanowić wystarczająco wiarygodnej podstawy do określenia klasy strefy (np. z uwagi na niedostateczną kompletność serii). Pomiary określone jako „nie stanowiące wystarczającej podstawy oceny” zalicza się od kilku lat do grupy „metod innych”.

Metody zastosowane w rocznej ocenie jakości powietrza za rok 2009, wskazane jako podstawa oceny klasy strefy, podobnie jak w latach poprzednich, należą do trzech głównych grup:

- pomiary („p”), obejmujące pomiary prowadzone w stałych punktach - automatyczne, manualne, pasywne, mobilne oraz pomiar w stałym punkcie znajdującym się w innej strefie (możliwy w przypadku oceny dokonywanej pod kątem ochrony roślin dla SO_2 , NO_x i O_3 oraz pod kątem ochrony zdrowia dla O_3),
- wyniki matematycznego modelowania rozkładów stężeń („m”),
- pozostałe metody (inne – „i”), do których zaliczono: pomiary nie stanowiące wystarczającej podstawy oceny, wyniki modelowania nie stanowiące wystarczającej podstawy oceny, analogię do stężeń pomierzonych w innym obszarze, analogię do stężeń pomierzonych w danym obszarze w innym okresie, inne metody szacowania.

O zaliczeniu strefy do określonej klasy w praktyce decydują obszary o potencjalnie najwyższych stężeniach zanieczyszczenia na terenie strefy. Jako podstawę określenia klasy strefy traktuje się zatem metody oceny zastosowane w tych obszarach.

3.2.6. Strefy, uzdrowiska i obszary ochrony uzdrowiskowej w Polsce w 2009 roku

Ocena jakości powietrza za rok 2009 została przeprowadzona dla układu stref określonego w ustawie - Prawo ochrony środowiska oraz w rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie stref, w których dokonuje się oceny jakości powietrza.

W ocenie uwzględniono:

- 170 stref (w tym 12 aglomeracji), w których dokonuje się oceny jakości powietrza pod kątem ochrony zdrowia dla: SO₂, NO₂, NO_x, CO, C₆H₆, pyłu PM₁₀ oraz zawartości ołowiu (Pb), arsenu (As), kadmu (Cd), niklu (Ni) i benzo(a)pirenu (B(a)P) w pyłe PM₁₀,
- 28 stref (w tym 12 aglomeracji), w których dokonuje się oceny jakości powietrza pod kątem ochrony zdrowia dla O₃.

Oceny pod kątem ochrony zdrowia dokonuje się w odniesieniu do wszystkich stref istniejących dla danego zanieczyszczenia.

Liczba stref uwzględnionych w ocenie pod kątem ochrony roślin, z której wyłączone są aglomeracje (12) i miasta na prawach powiatu (33), wynosi:

- 125 dla SO₂ i NO_x,
- 16 dla ozonu.

Liczbę stref podlegających w 2009 roku ocenie, w skali kraju i w poszczególnych województwach, przedstawiono w tabelach 3-5 i 3-6.

Tabela 3-5. Liczba stref w Polsce i w poszczególnych województwach w 2009 roku, dla których dokonuje się oceny rocznej pod kątem kryteriów ustanowionych w celu ochrony zdrowia i ochrony roślin oraz liczba stref, w których znajdują się uzdrowiska - dla wszystkich zanieczyszczeń z wyłączeniem ozonu

Województwo	Ochrona zdrowia			Ochrona roślin
	Ogólna liczba stref (w tym aglomeracji)	Liczba stref- aglomeracji	Liczba stref, na terenie których znajdują się uzdrowiska	Ogólna liczba stref
dolnośląskie	16	1	5	13
kujawsko-pomorskie	15	1	2	11
lubelskie	9	1	2	5
lubuskie	7			5
łódzkie	7	1		4
małopolskie	11	1	3	8
mazowieckie	18	1	1	13
opolskie	6			6
podkarpackie	9		3	7
podlaskie	10	1	2	7
pomorskie	8	1	2	6
śląskie	10	2	2	6
świętokrzyskie	4		1	3
warmińsko-mazurskie	9		1	7
wielkopolskie	14	1		10
zachodniopomorskie	17	1	5	14
Suma	170	12	29	125

Tabela 3-6. Liczba stref w Polsce i w poszczególnych województwach w 2009 roku, dla których dokonuje się oceny rocznej pod kątem kryteriów ustanowionych w celu ochrony zdrowia i ochrony roślin - dla ozonu

Województwo	Ochrona zdrowia		Ochrona roślin
	Ogólna liczba stref	Liczba stref-aglomeracji	Ogólna liczba stref
dolnośląskie	2	1	1
kujawsko-pomorskie	2	1	1
lubelskie	2	1	1
lubuskie	1		1
łódzkie	2	1	1
małopolskie	2	1	1
mazowieckie	2	1	1
opolskie	1		1
podkarpackie	1		1
podlaskie	2	1	1
pomorskie	2	1	1
śląskie	3	2	1
świętokrzyskie	1		1
warmińsko-mazurskie	1		1
wielkopolskie	2	1	1
zachodniopomorskie	2	1	1
Suma	28	12	16

Przepisy prawa krajowego (rozporządzenie MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu) określają odrębne, zwykle ostrzejsze normy jakości powietrza dla niektórych zanieczyszczeń w uzdrowiskach i na obszarach ochrony uzdrowiskowej. Ocena dotycząca: dwutlenku siarki, dwutlenku azotu, benzeny i tlenku węgla dokonywana jest w tym przypadku w oparciu o bardziej rygorystyczne kryteria niż na pozostałych obszarach w strefie (na etapie tzw. klasyfikacji według parametrów). W rezultacie, w przypadku wspomnianych zanieczyszczeń, obszary uzdrowisk mogą zdecydować o zaliczeniu strefy do mniej korzystnej klasy.

W ocenie za 2009 rok uwzględniono 44 obszary o statusie obszarów ochrony uzdrowiskowej, znajdujące się na terenie 29 stref w 12 województwach.

We wspomnianym rozporządzeniu MŚ nie zostały określone odrębne normy jakości powietrza dla parków narodowych. Tym samym parki narodowe nie stanowią obecnie obszarów wydzielonych w ocenie dokonywanej pod kątem ochrony roślin.

3.3. Wyniki oceny według kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia

3.3.1. Dwutlenek siarki

Kryteria oceny

Tabela 3-7. Kryteria będące podstawą rocznej oceny jakości powietrza za 2009 r. - SO₂, ochrona zdrowia

Obszar	Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom SO ₂ w powietrzu w [µg/m ³]	Dopuszczana częstość przekroczenia dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym
Oz	jedna godzina	350	24 razy
	24 godziny	125	3 razy

Obszar	Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom SO ₂ w powietrzu w [µg/m ³]	Dopuszczana częstość przekroczenia dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym
Uz	jedna godzina	350	-
	24 godziny	125	-

Klasyfikacja stref według parametrów

W rocznej ocenie jakości powietrza w odniesieniu do SO₂, dokonując klasyfikacji stref na pierwszym poziomie (wg parametrów), uwzględnia się stężenia 1-godz. i 24-godz. (oraz odrębne poziomy dopuszczalne dla uzdrowisk).

Zarówno w ocenie dokonanej na podstawie stężeń 24-godz. SO₂, jak i na podstawie stężeń 1-godz., wszystkie strefy w kraju zostały zaliczone do klasy A. Dotrzymane też były ostrzejsze normy obowiązujące na obszarze uzdrowisk.

Klasy wynikowe

Klasę wynikową strefy dla rozważanego zanieczyszczenia stanowi klasa najmniej korzystna spośród określonych dla niej w klasyfikacji według parametrów. W przypadku SO₂ wszystkie strefy zaliczono do klasy A w odniesieniu do obydwu ocenianych parametrów (w tym również w odniesieniu do ostrzejszych norm obowiązujących na obszarze uzdrowisk). W rezultacie, klasą wynikową każdej ze stref jest również klasa A (rys. 3-1).



Rysunek 3-1. Klasyfikacja stref w Polsce dla SO₂ na podstawie rocznej oceny jakości powietrza za rok 2009 (klasa wynikowa, ochrona zdrowia) (źródło danych: PMŚ/GIOS)

Metody oceny

W odniesieniu do 24-godz. stężeń dwutlenku siarki, podstawę oceny w roku 2009 w większości stref w kraju (102 strefy ze 170) stanowiły pomiary w stałych punktach –

tab. 3-8, rys. 3-2 W przypadku stężeń 1-godz. pomiary stanowiły podstawę oceny w 76 strefach.

Tabela 3-8. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla SO₂ (ochrona zdrowia) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Województwo	Liczba stref w województwie	Czas uśredniania stężeń – 1 godz.			Czas uśredniania stężeń – 24 godz.		
		Metoda oceny stężeń			Metoda oceny stężeń		
		p	m	i	p	m	i
dolnośląskie	16	13		3	16		
kujawsko-pomorskie	15	1		14	10		5
lubelskie	9	2		7	4		5
lubuskie	7	6		1	6		1
łódzkie	7	1	6		1	6	
małopolskie	11	6		5	8		3
mazowieckie	18	7	11		7	11	
opolskie	6	3		3	4		2
podkarpackie	9	8		1	8		1
podlaskie	10	2		8	2		8
pomorskie	8	3		5	8		
śląskie	10	10			10		
świętokrzyskie	4	2		2	4		
warmińsko-mazurskie	9	5		4	5		4
wielkopolskie	14	5		9	7		7
zachodniopomorskie	17	2	12	3	2	12	3
Suma	170	76	29	65	102	29	39

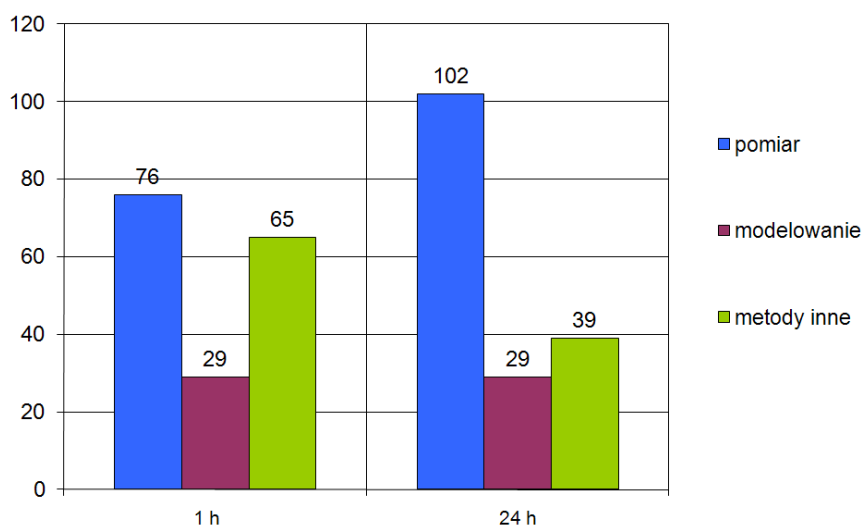
Metody oceny stężeń:

p - pomiary, których wyniki można uznać za wystarczającą podstawę oceny klasy strefy

m - matematyczne modelowanie rozkładów stężeń

i - pozostałe metody (w tym pomiary nie stanowiące wystarczającej podstawy oceny)

Uwaga: w zestawieniu uwzględniono metody wskazane jako podstawa oceny na etapie klasyfikacji wg parametrów



Rysunek 3-2. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla SO₂ (określenie klasy wg parametrów, ochrona zdrowia) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMS/GIOŚ)

W trzech województwach wykorzystano modelowanie matematyczne – łącznie w 29 strefach dla każdego z rozważanych parametrów. W skali kraju była to najrzadziej wykorzystywana metoda oceny. Pozostałe metody, tzw. „metody inne”, w tym pomiary nie stanowiące wystarczającej podstawy oceny, wykorzystane zostały na potrzeby klasyfikacji 65 stref dla stężeń średnich 1-godz. oraz 39 stref przy ocenie dotyczącej średnich 24-godz.

Ocena pod kątem dotrzymania stężeń dopuszczalnych 24-godz. w większości województw wykonywana była najczęściej na podstawie wyników pomiarów stężeń w stałych punktach, a w przypadku kryterium dotyczącego stężeń 1-godz. – najczęściej na podstawie „metod innych” i modelowania. Różnica ta wynika z większej dostępności wyników pomiarów stężeń średnich dobowych, uzyskiwanych zarówno z pomiarów automatycznych jak i z dość powszechnie stosowanych w roku 2009 metod manualnych, które nie pozwalają na pomiar stężeń 1-godzinnych.

3.3.2. Dwutlenek azotu

Kryteria oceny

Tabela 3-9. Kryteria będące podstawą rocznej oceny jakości powietrza za 2009 r. - NO₂, ochrona zdrowia

Obszar	Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom NO ₂ w powietrzu w [µg/m ³]	Wartość marginesu tolerancji w roku 2009 w [µg/m ³]	Dopuszczalny poziom NO ₂ w powietrzu powiększony o margines tolerancji za rok 2009 w [µg/m ³]	Dopuszczana częstość przekroczenia dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym
Oz	jedna godzina	200	10	210	18 razy
	rok kalendarzowy	40	2	42	Nie dotyczy
Uz	jedna godzina	200	Nie dotyczy		
	rok kalendarzowy	35			

Ocena według parametrów

W rocznej ocenie jakości powietrza pod kątem NO₂, klasyfikacji stref na pierwszym poziomie (wg parametrów) dokonuje się z uwzględnieniem dwóch czasów uśredniania stężeń: 1 godzina i rok oraz odrębnych norm dla uzdrowisk.

Wyniki klasyfikacji stref dla NO₂ dokonanej na podstawie stężeń średnich rocznych i 1-godz. w 2009 roku (z uwzględnieniem obszarów zwykłych i uzdrowisk) przedstawiono w tabeli 3-10.

Tabela 3-10. Liczba stref dla NO₂ zaliczonych do określonych klas dla poszczególnych czasów uśredniania stężeń (klasa wg parametrów, ochrona zdrowia) w poszczególnych województwach w 2009 r. (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Województwo	Liczba stref w województwie	Liczba stref zaliczonych do określonych klas wg danego czasu uśredniania stężeń					
		Czas uśredniania – 1 godz.			Czas uśredniania – rok		
		A	B	C	A	B	C
dolnośląskie	16	16			16		
kujawsko-pomorskie	15	14	1		15		
lubelskie	9	9			9		
lubuskie	7	7			7		
łódzkie	7	7			7		
małopolskie	11	11			10		1

Województwo	Liczba stref w województwie	Liczba stref zaliczonych do określonych klas wg danego czasu uśredniania stężeń					
		Czas uśredniania – 1 godz.			Czas uśredniania – rok		
		A	B	C	A	B	C
mazowieckie	18	18			17		1
opolskie	6	6			6		
podkarpackie	9	9			9		
podlaskie	10	10			10		
pomorskie	8	8			8		
śląskie	10	10			10		
świętokrzyskie	4	4			4		
warmińsko-mazurskie	9	9			9		
wielkopolskie	14	14			14		
zachodniopomorskie	17	17			17		
Suma	170	169	1	0	168	0	2

W wyniku oceny za rok 2009 dokonanej na podstawie stężeń 1-godz., jedna strefa w kraju (miasto Włocławek) została zaliczona do klasy B, pozostałe strefy uzyskały klasę A. W ocenie opartej na wartościach stężeń średnich rocznych do klasy A zaliczono 168 stref, pozostałe 2 strefy sklasyfikowano jako C. Przekroczenia poziomu dopuszczalnego powiększonego o margines tolerancji, decydujące o zaliczeniu strefy do klasy C, wystąpiły w strefach: Aglomeracji Krakowskiej i Aglomeracji Warszawskiej - na stacjach komunikacyjnych.

Klasy wynikowe

Klasa wynikowa przypisywana jest każdej strefie na podstawie klasyfikacji dokonywanej z uwzględnieniem poszczególnych parametrów. Jest to klasa najmniej korzystna spośród określonych dla strefy w klasyfikacji według parametrów dla rozważanego zanieczyszczenia. Klasy wynikowe dla NO₂, przypisane poszczególnym strefom w Polsce w rezultacie oceny rocznej za 2009, przedstawiono na rys. 3-3.

Dwie, spośród 170 stref podlegających ocenie pod kątem zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem azotu, uzyskały klasę wynikową C (ok. 1,2% ogólnej liczby stref), jedna strefa (ok. 0,6%) – klasę B, natomiast 167 stref – klasę A (tab. 3-11, rys. 3-4). O przypisaniu strefom klasy C zadecydowała ocena wykonana na podstawie stężeń średnich rocznych na terenie danej strefy. Klasa B, przypisana jednej strefie, wynikała z oceny dokonanej w oparciu o stężenia 1-godz. Do klasy wynikowej C zaliczono dwie aglomeracje: Warszawską i Krakowską.

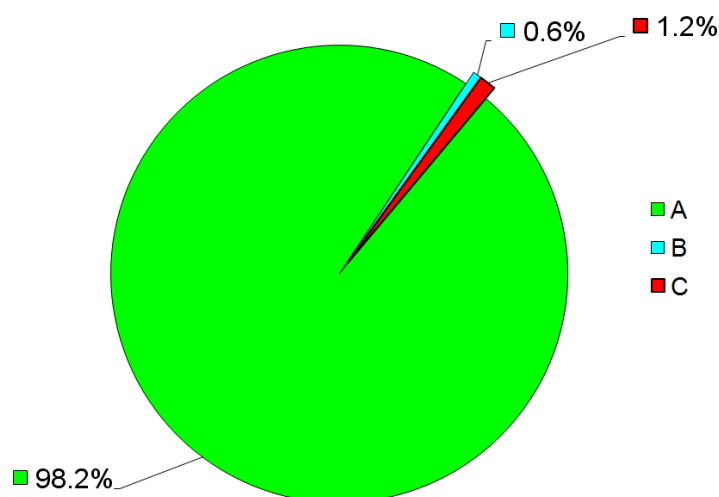
Na obszarach uzdrowisk znajdujących się w poszczególnych strefach w 2009 roku nie stwierdzono przekroczeń ostrzejszych dopuszczalnych stężeń NO₂ określonych dla tych obszarów.



Rysunek 3- 3. Klasyfikacja stref w Polsce dla NO_2 na podstawie oceny jakości powietrza za rok 2009 (klasa wynikowa, ochrona zdrowia) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Tabela 3-11. Liczba stref dla NO_2 zaliczonych do określonych klas (klasa wynikowa, ochrona zdrowia) w poszczególnych województwach w 2009 r. (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Województwo	Liczba stref w województwie	Liczba stref w danej klasie		
		A	B	C
dolnośląskie	16	16		
kujawsko-pomorskie	15	14	1	
lubelskie	9	9		
lubuskie	7	7		
łódzkie	7	7		
małopolskie	11	10		1
mazowieckie	18	17		1
opolskie	6	6		
podkarpackie	9	9		
podlaskie	10	10		
pomorskie	8	8		
śląskie	10	10		
świętokrzyskie	4	4		
warmińsko-mazurskie	9	9		
wielkopolskie	14	14		
zachodniopomorskie	17	17		
Suma	170	167	1	2



Rysunek 3-4. Procent stref zaliczonych do określonych klas dla NO₂ (klasa wynikowa, ochrona zdrowia) w Polsce w 2009 r. (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Metody oceny

Liczbę stref, dla których wskazano określoną metodę jako podstawę oceny dotyczącej stężeń NO₂ za rok 2009, w zależności od czasu uśredniania stężeń (1 godzina i rok), przedstawiono w tabeli 3-12 i na rys. 3-5.

W przeważającej liczbie stref, jako podstawę oceny wskazano pomiar prowadzony w stałych punktach. Dotyczy to szczególnie stężeń średnich rocznych – pomiar stanowił tu podstawę klasyfikacji 134 stref. W ocenie dokonywanej na podstawie stężeń 1-godz. pomiary stanowiły podstawę klasyfikacji 81 stref. Różnica wynika z możliwości oceny stężeń średnich rocznych na podstawie pomiarów automatycznych i manualnych, podczas gdy do określenia stężeń 1-godz. niezbędne są pomiary automatyczne.

W przypadku oceny opartej na stężeniach średnich 1-godzinnych, zwiększa się udział modelowania matematycznego oraz innych metod. W ocenie wg tego parametru, modelowanie wykorzystano łącznie w 27 strefach (w części stref położonych w trzech województwach). Metody inne stanowiły podstawę klasyfikacji 62 stref.

W odniesieniu do stężeń średnich rocznych, modelowanie wykorzystano w 7 strefach (w 2 województwach), metody inne w 29 strefach.

Tabela 3-12. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla NO₂ (ochrona zdrowia) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Województwo	Liczba stref w województwie	Czas uśredniania stężeń – 1 godz.			Czas uśredniania stężeń – rok		
		Metoda oceny stężeń			Metoda oceny stężeń		
		p	m	i	p	m	i
dolnośląskie	16	13		3	16		
kujawsko-pomorskie	15	2		13	10		5
lubelskie	9	2		7	4		5
lubuskie	7	6		1	6		1
łódzkie	7	2	5		7		
małopolskie	11	6		5	11		
mazowieckie	18	9	9		12	6	

Województwo	Liczba stref w województwie	Czas uśredniania stężeń – 1 godz.			Czas uśredniania stężeń – rok		
		Metoda oceny stężeń			Metoda oceny stężeń		
		p	m	i	p	m	i
opolskie	6	3		3	6		
podkarpackie	9	8		1	8		1
podlaskie	10	2		8	2		8
pomorskie	8	3		5	8		
śląskie	10	10			10		
świętokrzyskie	4	2		2	4		
warmińsko-mazurskie	9	5		4	7		2
wielkopolskie	14	5		9	7		7
zachodniopomorskie	17	3	13	1	16	1	
Suma	170	81	27	62	134	7	29

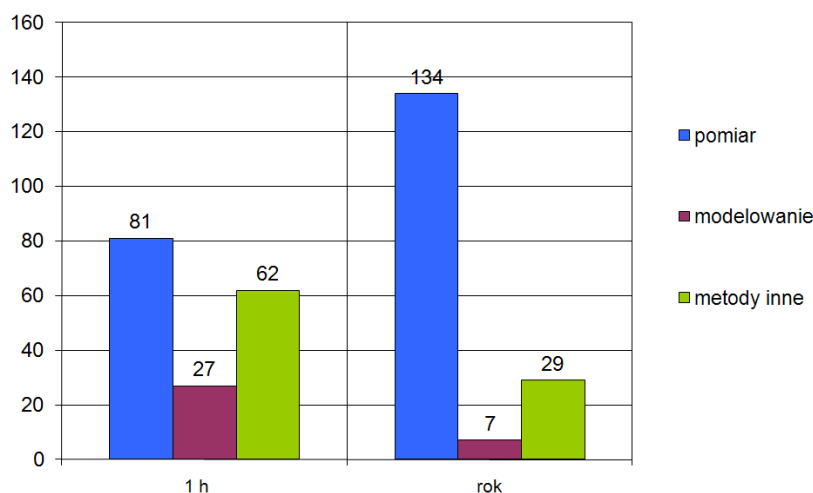
Metody oceny stężeń:

p - pomiary, których wyniki można uznać za wystarczającą podstawę oceny klasy strefy

m - matematyczne modelowanie rozkładów stężeń

i - pozostałe metody (w tym pomiary nie stanowiące wystarczającej podstawy oceny)

Uwaga: w zestawieniu uwzględniono metody wskazane jako podstawa oceny na etapie klasyfikacji wg parametrów



Rysunek 3-5. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla NO₂ (określenie klasy wg parametrów, ochrona zdrowia) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Przyczyny przekroczeń wartości kryterialnych

Odnotowane w 2009 roku przekroczenia dopuszczalnego poziomu dwutlenku azotu wystąpiły w dwóch aglomeracjach: Krakowskiej oraz Warszawskiej. W obu przypadkach dotyczyły poziomu dopuszczalnego dla stężeń średnich rocznych i wystąpiły na stacjach ukierunkowanych na pomiar stężeń „zanieczyszczeń komunikacyjnych”. Jako główne przyczyny wystąpienia przekroczeń na tych stacjach wskazano oddziaływanie emisji związanej z intensywnym ruchem pojazdów w centrum miasta.

3.3.3. Tlenek węgla

Kryteria oceny

Tabela 3-13. Kryteria będące podstawą rocznej oceny jakości powietrza za 2009 r. - CO, ochrona zdrowia

Obszar	Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom CO w powietrzu w [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Dopuszczana częstość przekroczenia dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym
Oz	8 godzin*	10 000	-
Uz		5 000	-

* - stężenie 8-godz., max wartość średnia krocząca obliczana ze stężeń 1-godz.

Wyniki oceny

W rezultacie oceny jakości powietrza za rok 2009 pod kątem tlenku węgla, wszystkie strefy w kraju, za wyjątkiem jednej, zostały zaliczone do klasy A (rys. 3-6, tab. 3-14). W żadnej ze stref nie stwierdzono wystąpienia przekroczeń poziomu dopuszczalnego CO określonego dla obszarów zwykłych.

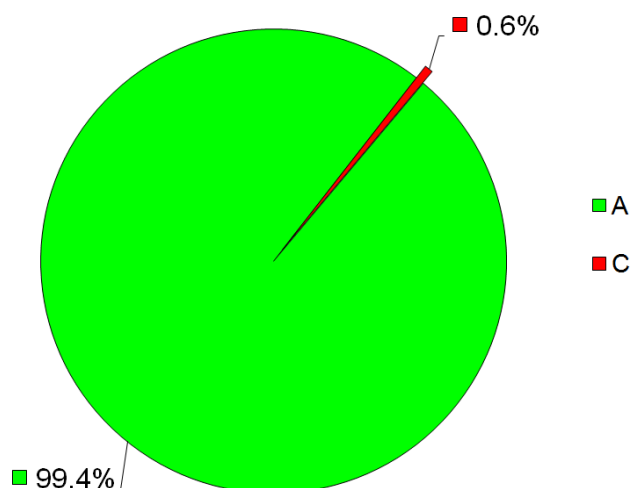
Jedna strefa - miasto Jelenia Góra w województwie dolnośląskim - uzyskała klasę C ze względu na wystąpienie przekroczenia (o około 3%) bardziej rygorystycznej wartości normatywnej dla tlenku węgla na terenie znajdującego się na jej obszarze uzdrowiska Cieplice Śląskie Zdrój.



Rysunek 3-6. Klasyfikacja stref w Polsce dla CO na podstawie rocznej oceny jakości powietrza za rok 2009 (klasa wynikowa, ochrona zdrowia) (źródło danych: PMŚ/GIOS)

Tabela 3-14. Liczba stref dla CO zaliczonych do określonych klas (klasa wynikowa, ochrona zdrowia) w poszczególnych województwach w 2009 r. (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Województwo	Liczba stref w województwie	Liczba stref w danej klasie	
		A	C
dolnośląskie	16	15	1
kujawsko-pomorskie	15	15	
lubelskie	9	9	
lubuskie	7	7	
łódzkie	7	7	
małopolskie	11	11	
mazowieckie	18	18	
opolskie	6	6	
podkarpackie	9	9	
podlaskie	10	10	
pomorskie	8	8	
śląskie	10	10	
świętokrzyskie	4	4	
warmińsko-mazurskie	9	9	
wielkopolskie	14	14	
zachodniopomorskie	17	17	
Suma	170	169	1



Rysunek 3-7. Procent stref zaliczonych do określonych klas dla CO (klasa wynikowa, ochrona zdrowia) w Polsce w 2009 r. (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Metody oceny

W ocenie dotyczącej CO za 2009 rok, najczęściej, około 49% stref w kraju, sklasyfikowano w oparciu o tzw. „metody inne” (tab. 3-15, rys. 3-8), w tym dość często na podstawie analogii stężeń w innych obszarach lub w innym okresie w rozważanych obszarach. W przypadku około 31% stref podstawę oceny stanowiły wyniki pomiarów (automatycznych). W oparciu o wyniki modelowania matematycznego sklasyfikowano 20% stref.

Tabela 3-15. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla CO (ochrona zdrowia) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Województwo	Liczba stref w województwie	Czas uśredniania stężeń – rok		
		Metoda oceny stężeń		
		p	m	i
dolnośląskie	16	8		8
kujawsko-pomorskie	15	3		12
lubelskie	9	1		8
lubuskie	7	4		3
łódzkie	7	2	5	
małopolskie	11	4		7
mazowieckie	18	4	14	
opolskie	6	1		5
podkarpackie	9	2		7
podlaskie	10	1		9
pomorskie	8	3		5
śląskie	10	10		
świętokrzyskie	4	1		3
warmińsko-mazurskie	9	5		4
wielkopolskie	14	3		11
zachodniopomorskie	17	1	15	1
Suma	170	53	34	83

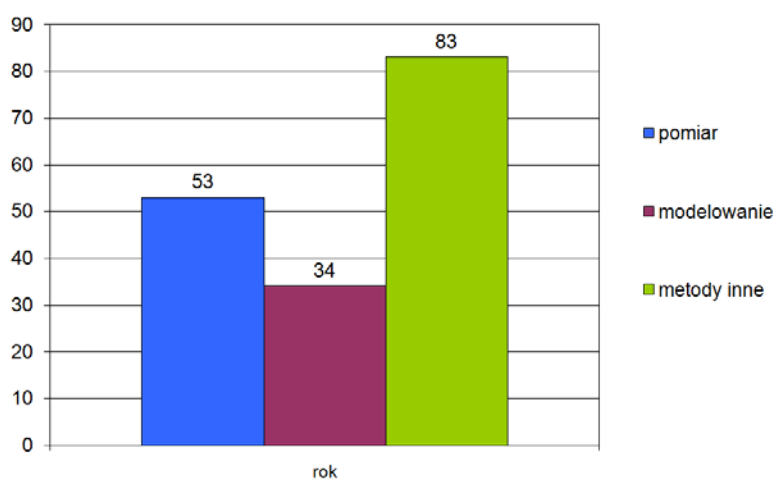
Metody oceny stężeń:

p - pomiary, których wyniki można uznać za wystarczającą podstawę oceny klasy strefy

m - matematyczne modelowanie rozkładów stężeń

i - pozostałe metody (w tym pomiary nie stanowiące wystarczającej podstawy oceny)

Uwaga: w zestawieniu uwzględniono metody wskazane jako podstawa oceny na etapie klasyfikacji wg parametrów



Rysunek 3-8. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla CO (określenie klasy wg parametrów, ochrona zdrowia) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Przyczyny przekroczeń wartości kryterialnych

Wystąpienie niewielkiego przekroczenia dopuszczalnego poziomu stężenia określonego dla obszarów uzdrowisk, odnotowane na terenie uzdrowiska Cieplice Śląskie Zdrój, w strefie miasta Jelenia Góra, powiązane z oddziaływaniem emisji związanej z ruchem pojazdów na głównej drodze leżącej w pobliżu stacji, szczególnymi lokalnymi warunkami rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń oraz z niekorzystnymi warunkami meteorologicznymi w rozważanym okresie.

3.3.4. Benzen

Kryteria oceny

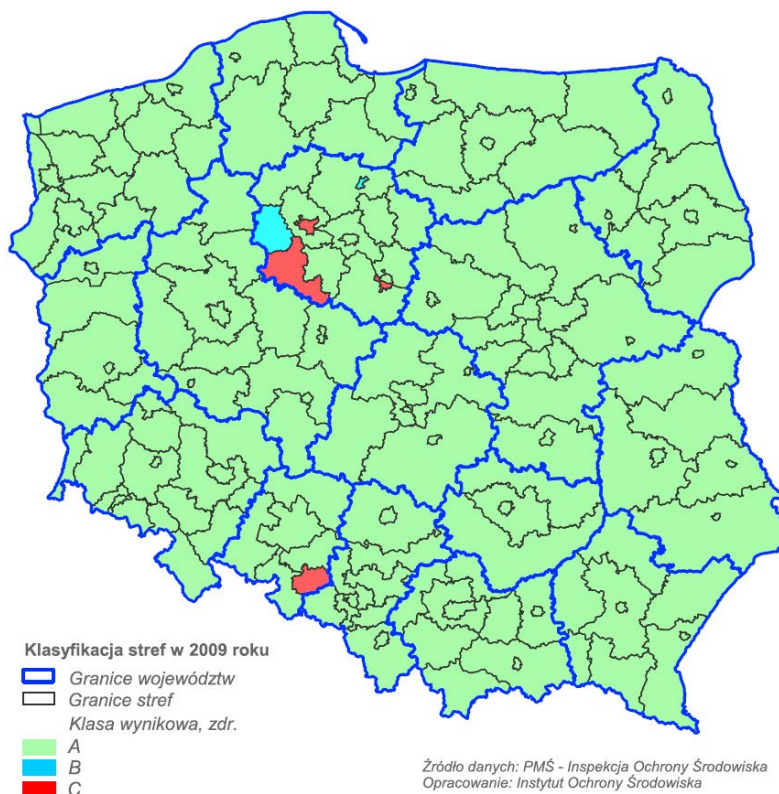
Tabela 3-16. Kryteria będące podstawą rocznej oceny jakości powietrza za 2009 r. – C₆H₆, ochrona zdrowia

Obszar	Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom C ₆ H ₆ w powietrzu w [µg/m ³]	Wartość marginesu tolerancji w roku 2009 w [µg/m ³]	Dopuszczalny poziom C ₆ H ₆ w powietrzu powiększony o margines tolerancji za rok 2009 w [µg/m ³]	Dopuszczana częstość przekroczenia dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym
Oz	rok kalendarzowy	5	1	6	Nie dotyczy
Uz		4	Nie dotyczy		

Wyniki oceny

Wyniki klasyfikacji stref dokonanej w oparciu o ocenę jakości powietrza pod kątem stężeń benzenu w 2009 roku przedstawiono na rys. 3-9 i w tabeli 3-17.

Spośród 170 stref podlegających ocenie, 164 (96%) zaliczono do klasy A - na ich obszarze nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnego poziomu benzenu w powietrzu. Do klasy B zaliczono dwie strefy z województwa kujawsko-pomorskiego. Klasę C przypisano 4 strefom w kraju - trzem w województwie kujawsko-pomorskim (w tym Aglomeracji Bydgoskiej) oraz jednej w województwie opolskim (powiat kędzierzyńsko-kozielski).

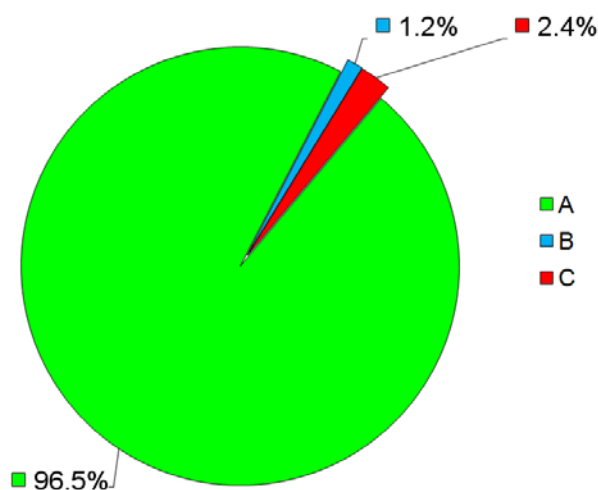


Rysunek 3-9. Klasyfikacja stref w Polsce dla benzenu (C₆H₆) na podstawie rocznej oceny jakości powietrza za rok 2009 (klasa wynikowa, ochrona zdrowia) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Tabela 3-17. Liczba stref dla C_6H_6 zaliczonych do określonych klas (klasa wynikowa, ochrona zdrowia) w poszczególnych województwach w 2009 r. (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Województwo	Liczba stref w województwie	Liczba stref w danej klasie		
		A	B	C
dolnośląskie	16	16		
kujawsko-pomorskie	15	10	2	3
lubelskie	9	9		
lubuskie	7	7		
łódzkie	7	7		
małopolskie	11	11		
mazowieckie	18	18		
opolskie	6	5		1
podkarpackie	9	9		
podlaskie	10	10		
pomorskie	8	8		
śląskie	10	10		
świętokrzyskie	4	4		
warmińsko-mazurskie	9	9		
wielkopolskie	14	14		
zachodniopomorskie	17	17		
Suma	170	164	2	4

Na obszarach uzdrowisk w 2009 roku nie stwierdzono przekroczeń ostrzejszych dopuszczalnych stężeń benzenu określonych dla tych obszarów.



Rysunek 3-10. Procent stref zaliczonych do określonych klas dla C_6H_6 (klasa wynikowa, ochrona zdrowia) w Polsce w 2009 r. (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Metody oceny

Podstawę rocznej oceny jakości powietrza pod kątem benzenu w 2009 r. w przypadku 49% stref stanowiły wyniki pomiarów. Około 38% stref sklasyfikowano na podstawie tzw. „metod innych”. W ocenie około 13% stref wykorzystano rezultaty modelowania matematycznego (tab. 3-18, rys. 3-11).

Tabela 3-18. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla C_6H_6 (ochrona zdrowia) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Województwo	Liczba stref w województwie	Czas uśredniania stężeń – rok		
		Metoda oceny stężeń		
		p	m	i
dolnośląskie	16	3		13
kujawsko-pomorskie	15	11		4
lubelskie	9	3		6
lubuskie	7	1		6
łódzkie	7	1	6	
małopolskie	11	11		
mazowieckie	18	16		2
opolskie	6	3		3
podkarpackie	9	6		3
podlaskie	10	1		9
pomorskie	8	8		
śląskie	10	10		
świętokrzyskie	4	1		3
warmińsko-mazurskie	9	2		7
wielkopolskie	14	6		8
zachodniopomorskie	17	1	16	
Suma	170	84	22	64

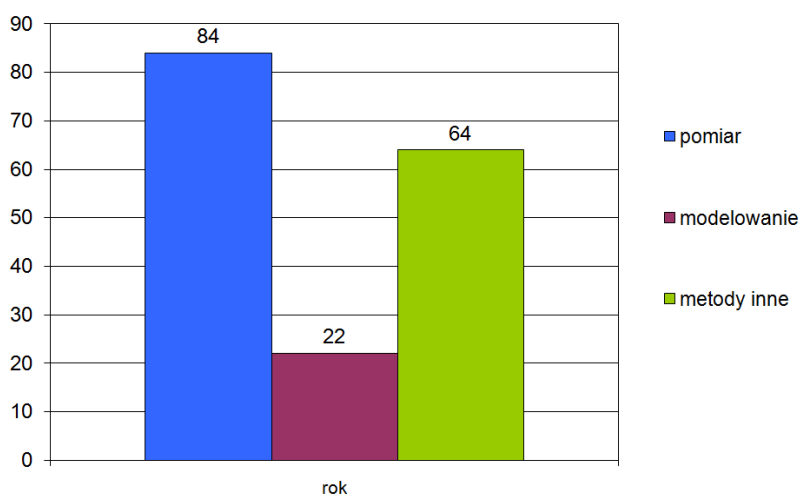
Metody oceny stężeń:

p - pomiary, których wyniki można uznać za wystarczającą podstawę oceny klasy strefy

m - matematyczne modelowanie rozkładów stężeń

i - pozostałe metody (w tym pomiary nie stanowiące wystarczającej podstawy oceny)

Uwaga: w zestawieniu uwzględniono metody wskazane jako podstawa oceny na etapie klasyfikacji wg parametrów



Rysunek 3-11. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla C_6H_6 (określenie klasy wg parametrów, ochrona zdrowia) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Przyczyny przekroczeń wartości kryterialnych

Przekroczenia dopuszczalnego poziomu stężenia benzenu powiększonego o margines tolerancji, zarejestrowane w Bydgoszczy i Kędzierzynie-Koźlu powiązano przede wszystkim z oddziaływaniem emisji z zakładów przemysłowych, ciepłowni, elektrowni zlokalizowanych w pobliżu stacji pomiarowej. W pozostałych dwóch strefach województwa kujawsko-pomorskiego zaliczonych do klasy C, jako główną przyczynę ponadnormatywnych stężeń

podano oddziaływanie emisji związanej z ruchem pojazdów w centrum miasta z intensywnym ruchem oraz oddziaływanie emisji związanych z indywidualnym ogrzewaniem budynków.

3.3.5. Ozon

Kryteria oceny

Tabela 3-19. Kryteria będące podstawą rocznej oceny jakości powietrza za 2009 r. – O₃, ochrona zdrowia

Obszar	Kryterium	Okres uśredniania stężeń	Kryterialna wartość stężenia O ₃ w powietrzu w [µg/m ³]	Dopuszczana liczba dni z przekroczeniami docelowego poziomu w roku kalendarzowym
Oz/Uz	poziom docelowy	8 godzin*	120	25 dni**
Oz/Uz	poziom celu długoterminowego	8 godzin*	120	-

* stężenie 8-godz., wartość średnia krocząca obliczana ze stężeń 1-godz.

** liczba dni z przekroczeniem poziomu docelowego w roku kalendarzowym uśredniona w ciągu kolejnych trzech lat; w przypadku braku danych pomiarowych z trzech lat, dotrzymanie dopuszczalnej częstości przekroczeń sprawdza się na podstawie danych pomiarowych z co najmniej jednego roku.

Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu określa dwie wartości kryterialne dla ozonu, związane z ochroną zdrowia: poziom docelowy oraz poziom celu długoterminowego. Wynikiem oceny pod kątem ochrony zdrowia dla ozonu są dwie niezależne klasyfikacje stref: dokonana w oparciu o poziom docelowy ozonu (klasy A i C) oraz w oparciu o poziom celu długoterminowego (klasy D1 i D2).

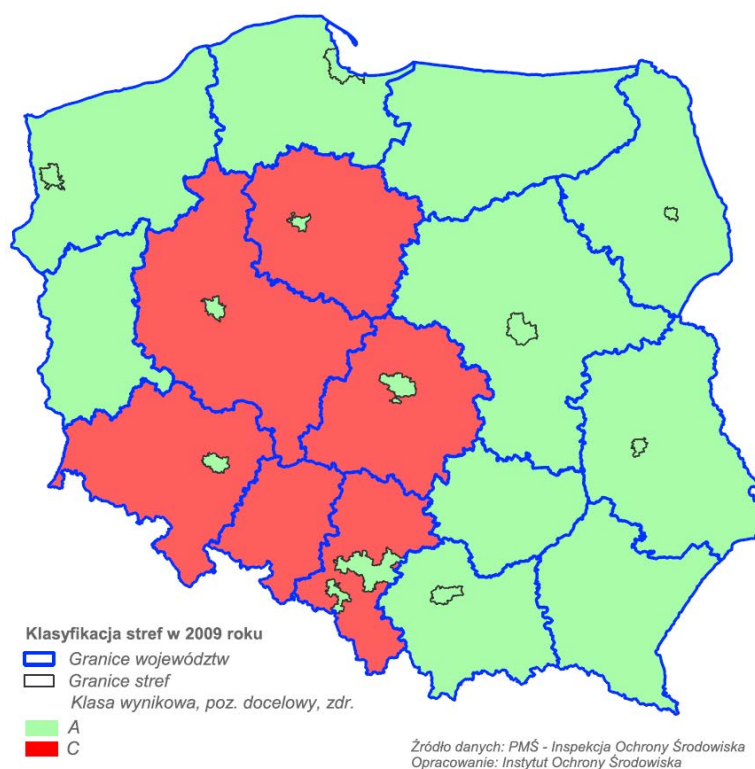
Wyniki oceny

W rocznej ocenie jakości powietrza dotyczącej ozonu, w oparciu o poziom docelowy określony w celu ochrony zdrowia, podstawę klasyfikacji stref stanowi jeden parametr – liczba dni ze stężeniem 8-godzinnym przewyższającym 120 µg/m³ uśredniona dla okresu 1-3 lat.

Spośród 28 stref w kraju, 22 strefy (ok. 79%) zaliczono do klasy A (tab. 3-20, rys. 3-12, rys. 3-14). Pozostałe 6 stref sklasyfikowano jako C. W grupie tej znalazły się strefy położone w południowo-zachodniej i centralnej Polsce. Do klasy C zakwalifikowano całe województwo opolskie oraz pięć stref obejmujących obszar województwa z wyłączeniem aglomeracji: strefę dolnośląską, śląską, wielkopolską, łódzką i kujawsko-pomorską.

W rocznej ocenie jakości powietrza w oparciu o poziom celu długoterminowego dla ozonu określony w celu ochrony zdrowia, podstawę klasyfikacji stref stanowi jeden parametr – stężenie maksymalne 8-godzinne ozonu z 2009 roku.

W wyniku oceny za 2009 rok, do klasy D2 (oznaczającej wystąpienie przekroczenia poziomu celu długoterminowego przynajmniej na jednym stanowisku w strefie) zakwalifikowano wszystkie 28 stref w kraju (tab. 3-20, rys. 3-13).



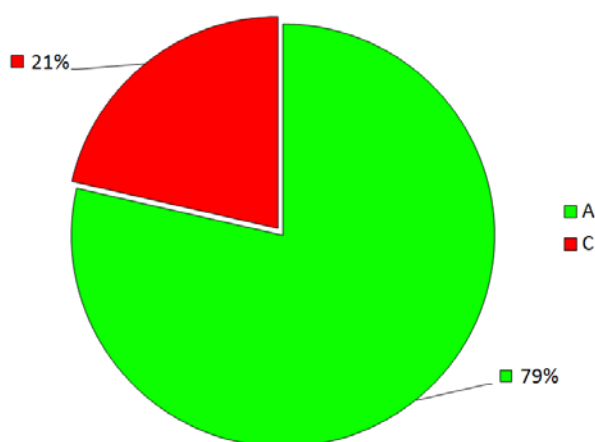
Rysunek 3-12. Klasyfikacja stref w Polsce dla O_3 na podstawie oceny jakości powietrza za rok 2009 (poziom docelowy, ochrona zdrowia) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)



Rysunek 3-13. Klasyfikacja stref w Polsce dla O_3 na podstawie oceny jakości powietrza za rok 2009 (poziom celu długoterminowego, ochrona zdrowia) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Tabela 3-20. Liczba stref dla O₃ zaliczonych do określonych klas (na podstawie poziomu docelowego i poziomu celu długoterminowego, ochrona zdrowia) w poszczególnych województwach w 2009 r. (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Województwo	Liczba stref w województwie	Liczba stref zaliczonych do określonych klas wg danego kryterium			
		Poziom docelowy		Poziom celu długoterminowego	
		A	C	D1	D2
dolnośląskie	2	1	1		2
kujawsko-pomorskie	2	1	1		2
lubelskie	2	2			2
lubuskie	1	1			1
łódzkie	2	1	1		2
małopolskie	2	2			2
mazowieckie	2	2			2
opolskie	1		1		1
podkarpackie	1	1			1
podlaskie	2	2			2
pomorskie	2	2			2
śląskie	3	2	1		3
świętokrzyskie	1	1			1
warmińsko-mazurskie	1	1			1
wielkopolskie	2	1	1		2
zachodniopomorskie	2	2			2
Suma	28	22	6	0	28



Rysunek 3-14. Procent stref zaliczonych do określonych klas dla O₃ (poziom docelowy, ochrona zdrowia) w Polsce w 2009 r. (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Metody oceny

W ocenie jakości powietrza dotyczącej ozonu za rok 2009, wszystkie strefy, z wyjątkiem jednej, sklasyfikowano w oparciu o pomiary stężeń (tab. 3-21, rys. 3-15). Jedynie w strefie świętokrzyskiej klasyfikacji dokonano w oparciu o metody inne niż pomiar.

Tabela 3-21. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla O_3 (ochrona zdrowia) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

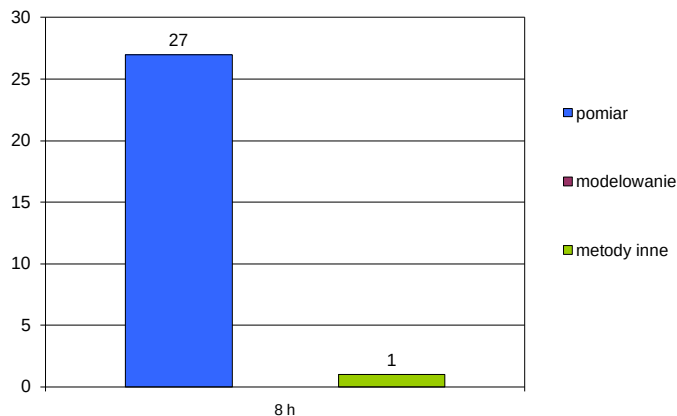
Województwo	Liczba stref w województwie	Czas uśredniania stężeń – 8 godzin		
		Metoda oceny stężeń		
		p	m	i
dolnośląskie	2	2		
kujawsko-pomorskie	2	2		
lubelskie	2	2		
lubuskie	1	1		
łódzkie	2	2		
małopolskie	2	2		
mazowieckie	2	2		
opolskie	1	1		
podkarpackie	1	1		
podlaskie	2	2		
pomorskie	2	2		
śląskie	3	3		
świętokrzyskie	1			1
warmińsko-mazurskie	1	1		
wielkopolskie	2	2		
zachodniopomorskie	2	2		
Suma	28	27		1

Metody oceny stężeń:

p - pomiary, których wyniki można uznać za wystarczającą podstawę oceny klasy strefy

m - matematyczne modelowanie rozkładów stężeń

i - pozostałe metody (w tym pomiary nie stanowiące wystarczającej podstawy oceny)



Rysunek 3-15. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla O_3 (ochrona zdrowia) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Przyczyny przekroczeń

Najczęściej, jako przyczyny przekroczenia poziomu docelowego lub celu długoterminowego, określonych dla stężeń ozonu, wskazywane były:

- oddziaływanie naturalnych źródeł emisji lub zjawisk naturalnych nie związanych z działalnością człowieka;
- napływ zanieczyszczeń powietrza z innych obszarów (w tym spoza granic kraju);
- niekorzystne warunki klimatyczne;
- przemiany fotochemiczne na skutek intensywnego promieniowania słonecznego.

Z reguły, dla każdego przypadku przekroczeń poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i dla wszystkich stacji leżących w obrębie jednego województwa podawane były te same przyczyny przekroczeń.

3.3.6. Pył PM10

Kryteria oceny

Tabela 3-22. Kryteria będące podstawą rocznej oceny jakości powietrza za 2009 r. – pył PM10, ochrona zdrowia

Obszar	Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom PM10 w powietrzu w $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	Dopuszczana częstość przekroczenia dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym
Oz/Uz	24 godziny	50	35 razy
	rok kalendarzowy	40	Nie dotyczy

Ocena według parametrów

W rocznej ocenie jakości powietrza, w przypadku pyłu PM10, klasyfikacji stref według parametrów dokonuje się w odniesieniu do dwóch wartości kryterialnych: poziomu dopuszczalnego dla stężeń 24-godzinnych i poziomu dopuszczalnego dla stężenia średniego rocznego, obowiązujących na obszarze całego kraju (bez odrębnych norm dla uzdrowisk).

Spośród 170 stref podlegających ocenie, w 2009 roku na podstawie stężeń 24-godz. do klasy A zaliczono 91 stref (ok. 54%), do klasy C - 79 stref (46%).

W oparciu o stężenia średnie roczne, 141 stref zaliczono do klasy A (ok. 83% wszystkich) i 29 stref (ok. 17%) do klasy C.

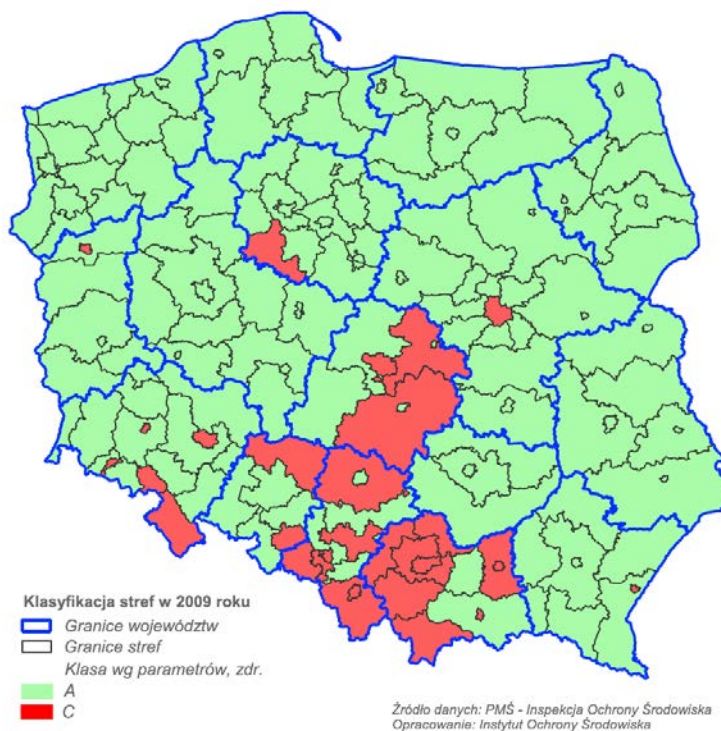
Liczba stref zaliczonych do klasy C w wyniku oceny opartej na 24-godz. stężeniach pyłu jest blisko trzykrotnie większa w porównaniu z liczbą stref w klasie C uzyskaną na podstawie stężeń średnich rocznych. Podobne relacje obserwowano także w poprzednich latach.

Wyniki klasyfikacji stref według parametrów, uzyskane dla pyłu PM10 w ocenie za rok 2009, przedstawiono w tab. 3-23. Z uwagi na znaczną liczbę stref zaliczonych do klasy C oraz istotne różnice wyników klasyfikacji dla stężeń średnich rocznych i 24-godz. pyłu PM10, rezultaty oceny według parametrów w przypadku tego zanieczyszczenia przedstawiono także na rys. 3-16 i 3-17.

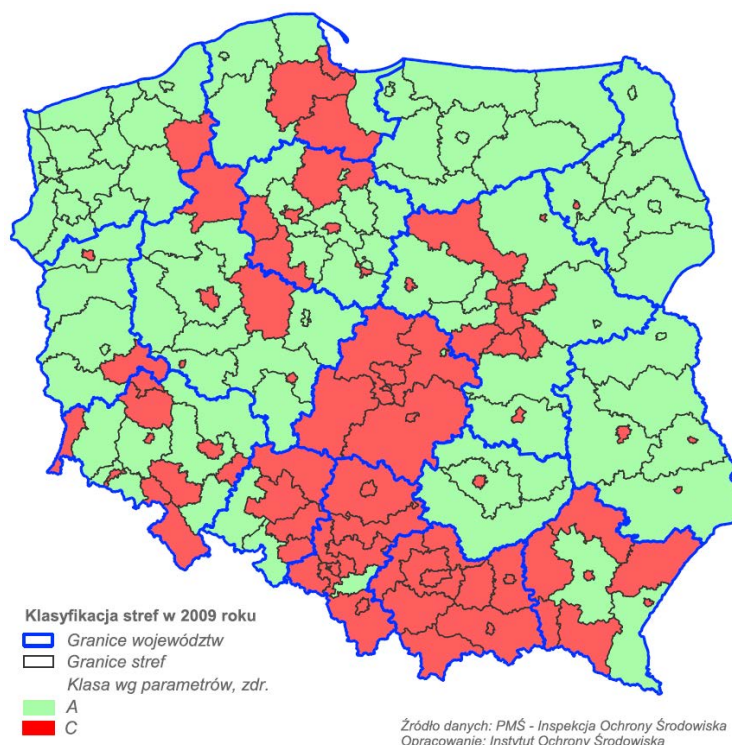
Tabela 3-23. Liczba stref dla PM10 zaliczonych do określonych klas dla poszczególnych czasów uśredniania stężeń (klasa wg parametrów, ochrona zdrowia) w poszczególnych województwach w 2009 r. (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Województwo	Liczba stref w województwie	Liczba stref zaliczonych do określonych klas wg danego czasu uśredniania stężeń			
		Czas uśredniania – 24 godz.		Czas uśredniania – rok	
		A	C	A	C
dolnośląskie	16	6	10	11	5
kujawsko-pomorskie	15	9	6	14	1
lubelskie	9	6	3	9	
lubuskie	7	5	2	6	1
łódzkie	7	1	6	4	3
małopolskie	11		11	2	9
mazowieckie	18	8	10	17	1
opolskie	6	2	4	4	2

Województwo	Liczba stref w województwie	Liczba stref zaliczonych do określonych klas wg danego czasu uśredniania stężeń			
		Czas uśredniania – 24 godz.		Czas uśredniania – rok	
		A	C	A	C
podkarpackie	9	2	7	8	1
podlaskie	10	9	1	10	
pomorskie	8	5	3	8	
śląskie	10	1	9	4	6
świętokrzyskie	4	3	1	4	
warmińsko-mazurskie	9	9		9	
wielkopolskie	14	9	5	14	
zachodniopomorskie	17	16	1	17	
Suma	170	91	79	141	29



Rysunek 3-16. Klasy stref określone na podstawie średnich rocznych stężeń pyłu PM10 w Polsce w wyniku oceny jakości powietrza za rok 2009 (ochrona zdrowia)
(źródło danych: PMŚ/GIOŚ)



*Rysunek 3-17. Klasy stref określone na podstawie 24-godz. stężeń pyłu PM10 w Polsce w wyniku oceny jakości powietrza za rok 2009 (ochrona zdrowia)
(źródło danych: PMS/GIOŚ)*

Klasy wynikowe

Klasa wynikowa dla określonego zanieczyszczenia, przypisywana każdej strefie, jest klasą najmniej korzystną spośród uzyskanych w ocenie według parametrów dla tego zanieczyszczenia. W przypadku pyłu PM10 jest to klasa mniej korzystna z dwóch omawianych wyżej: określanych na podstawie stężeń 24-godz. i stężeń średnich rocznych.

Klasy wynikowe dla PM10, przypisane poszczególnym strefom w Polsce w ocenie rocznej za rok 2009, przedstawiono na rys. 3-18.

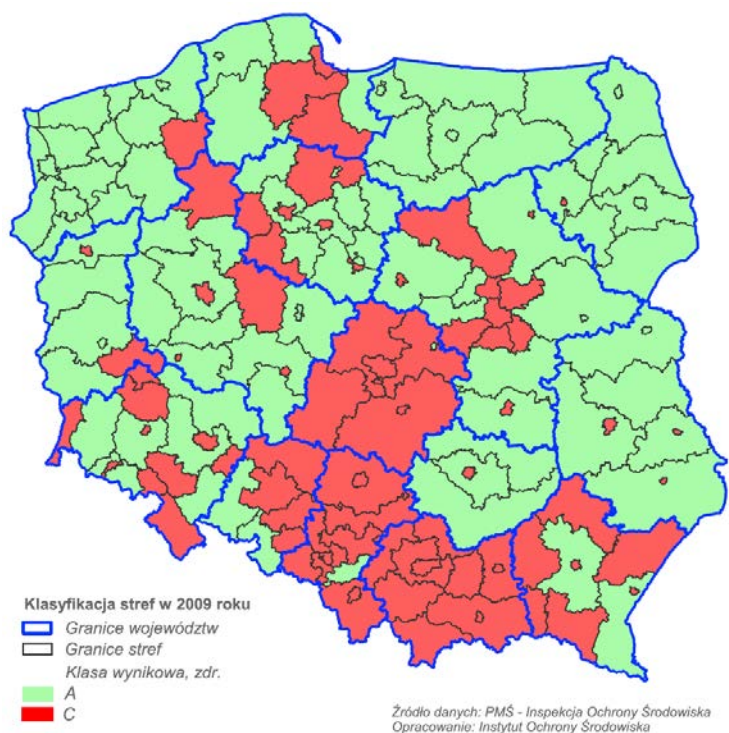
W wyniku oceny za 2009 rok, spośród 170 stref na terenie kraju, 91 (blisko 54%) zaliczono do klasy A (tab. 3-24, rys. 3-19). Do klasy C zakwalifikowano 79 stref (ponad 46% wszystkich). W strefach zaliczonych do klasy C, w 2009 roku zawsze miało miejsce przekroczenie poziomów dopuszczalnych dla stężeń 24-godz. PM10. W części z nich równocześnie wystąpiło przekroczenie dopuszczalnych poziomów stężeń średnich rocznych.

Wszystkie strefy województwa małopolskiego zaliczone zostały do klasy wynikowej C. W województwach: śląskim, łódzkim i podkarpackim więcej niż 75% stref zakwalifikowano do klasy C. Duża liczba stref zaliczanych do klasy C ze względu na pył PM10 w skali kraju, zarówno w 2009 roku, jak i w latach poprzednich (w szczególności w 2006), świadczy o problemach z dotrzymaniem norm dla tego zanieczyszczenia, w szczególności norm dotyczących stężeń 24-godz. Problemy z dotrzymaniem dopuszczalnych poziomów stężeń pyłu PM10 występują również w innych krajach Unii Europejskiej.

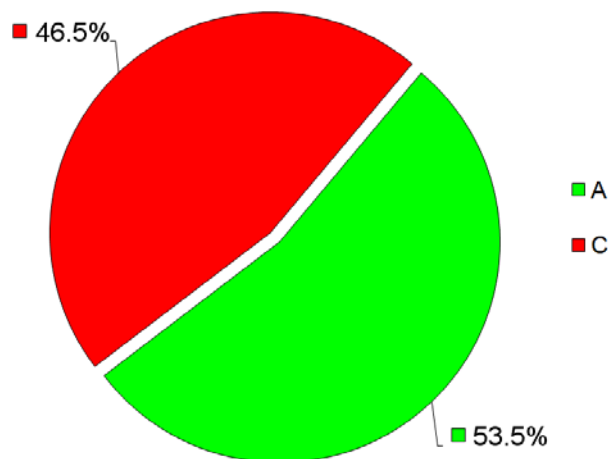
Jedynym województwem, na terenie którego nie ma stref zakwalifikowanych do klasy C, jest województwo warmińsko-mazurskie.

Tabela 3-24. Liczba stref dla pyłu PM10 zaliczonych do określonych klas (klasa wynikowa, ochrona zdrowia) w poszczególnych województwach w 2009 r. (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Województwo	Liczba stref w województwie	Liczba stref w danej klasie	
		A	C
dolnośląskie	16	6	10
kujawsko-pomorskie	15	9	6
lubelskie	9	6	3
lubuskie	7	5	2
łódzkie	7	1	6
małopolskie	11		11
mazowieckie	18	8	10
opolskie	6	2	4
podkarpackie	9	2	7
podlaskie	10	9	1
pomorskie	8	5	3
śląskie	10	1	9
świętokrzyskie	4	3	1
warmińsko-mazurskie	9	9	
wielkopolskie	14	9	5
zachodniopomorskie	17	16	1
Suma	170	91	79

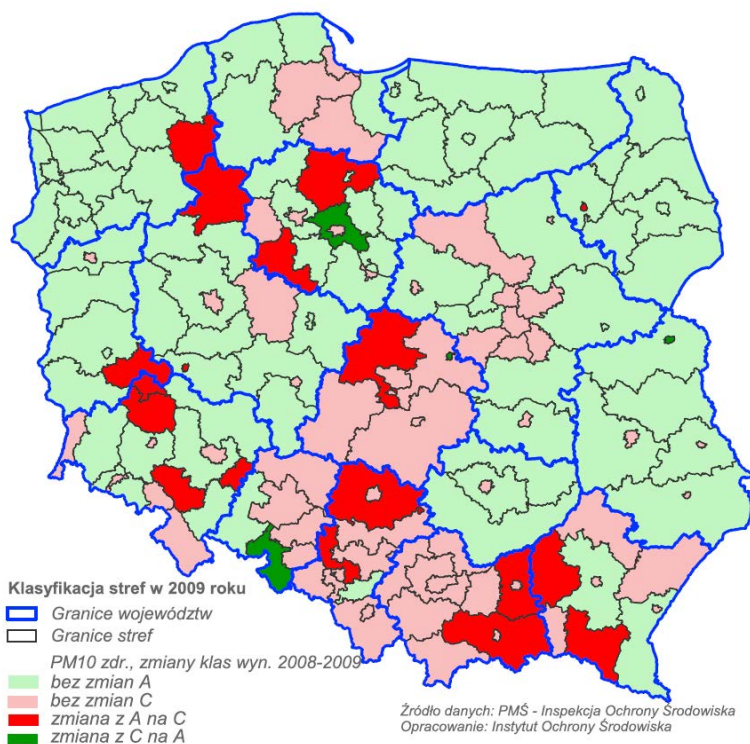


Rysunek 3-18. Klasyfikacja stref w Polsce dla pyłu PM10 na podstawie oceny jakości powietrza za rok 2009 (klasa wynikowa, ochrona zdrowia) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)



Rysunek 3-19. Procent stref zaliczonych do określonych klas dla pyłu PM10 (klasa wynikowa, ochrona zdrowia) w Polsce w 2009 r. (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

W stosunku do wyników klasyfikacji stref za 2008 r., w ocenie za rok 2009 więcej stref zostało zaliczonych do klasy C. Aż 18 stref, które rok wcześniej zakwalifikowano do klasy A, w obecnej ocenie zaliczono do klasy C. Odwrotna zmiana, z klasy C na A, miała miejsce tylko w przypadku 4 stref (rys. 3-20). Klasa 148 stref nie zmieniła się: 61 stref utrzymało klasę C, 87 utrzymało klasę A.



Rysunek 3-20. Zmiany klasyfikacji stref dla pyłu PM10 w roku 2009 w stosunku do 2008 (klasa wynikowa, ochrona zdrowia) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Metody oceny

Metody wskazane jako podstawa oceny rocznej dotyczącej pyłu PM10 za rok 2009 przedstawiono w tab. 3-25 oraz na rys. 3-21.

Tabela 3-25. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla pyłu PM10 (ochrona zdrowia) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Województwo	Liczba stref w województwie	Czas uśredniania stężeń – 24 godz.			Czas uśredniania stężeń – rok		
		Metoda oceny stężeń			Metoda oceny stężeń		
		p	m	i	p	m	i
dolnośląskie	16	12		4	12		4
kujawsko-pomorskie	15	11		4	11		4
lubelskie	9	9			9		
lubuskie	7	5		2	5		2
łódzkie	7	7			7		
małopolskie	11	11			11		
mazowieckie	18	11	7		11	7	
opolskie	6	6			6		
podkarpackie	9	7		2	7		2
podlaskie	10	3		7	3		7
pomorskie	8	8			8		
śląskie	10	9	1		9	1	
świętokrzyskie	4	3		1	3		1
warmińsko-mazurskie	9	5		4	6		3
wielkopolskie	14	7		7	7		7
zachodniopomorskie	17	4	10	3	4	10	3
Suma	170	118	18	34	119	18	33

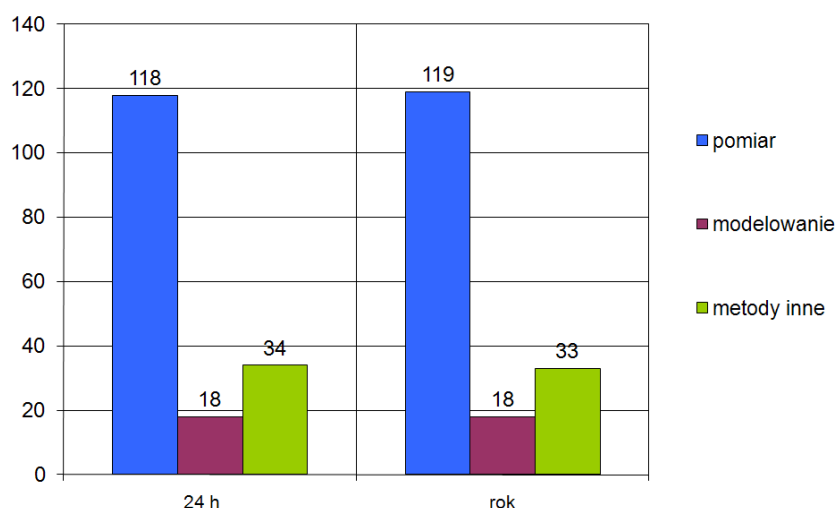
Metody oceny stężeń:

p - pomiary, których wyniki można uznać za wystarczającą podstawę oceny klasy strefy

m - matematyczne modelowanie rozkładów stężeń

i - pozostałe metody (w tym pomiary nie stanowiące wystarczającej podstawy oceny)

Uwaga: w zestawieniu uwzględniono metody wskazane jako podstawa oceny na etapie klasyfikacji wg parametrów



Rysunek 3-21. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla pyłu PM10 (określenie klasy wg parametrów, ochrona zdrowia) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

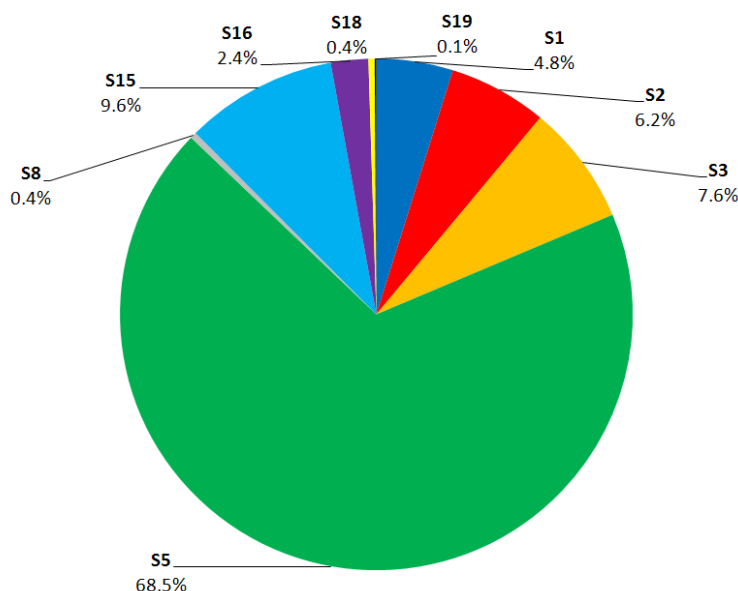
Oceny dokonywano najczęściej w oparciu o wyniki pomiarów stężeń pyłu PM10. W klasyfikacji stref za rok 2009, zarówno opartej na stężeniach 24-godz. jak i średnich rocznych PM10, podstawę oceny w 69 procentach stref w kraju stanowiły pomiary w stałych

punktach. Wyniki modelowania matematycznego wykorzystano w 11% stref w kraju. W pozostałych 20% stref wykorzystano inne metody.

Przyczyny przekroczeń wartości kryterialnych

W 79 strefach zaliczonych w 2009 roku do klasy C w wyniku oceny dotyczącej pyłu PM₁₀, miało miejsce przekroczenie poziomu dopuszczalnego, określonego dla 24-godz. stężeń pyłu, z częstością większą od dozwolonej – na jednym lub kilku stanowiskach pomiarowych. Zgodnie z rozporządzeniem MŚ w sprawie zakresu i sposobu przekazywania informacji dotyczących zanieczyszczenia powietrza, wystąpienie wszystkich przekroczeń w roku na tych stanowiskach powinno być powiązane z określoną przyczyną (zob. rozdz. 3.2.4).

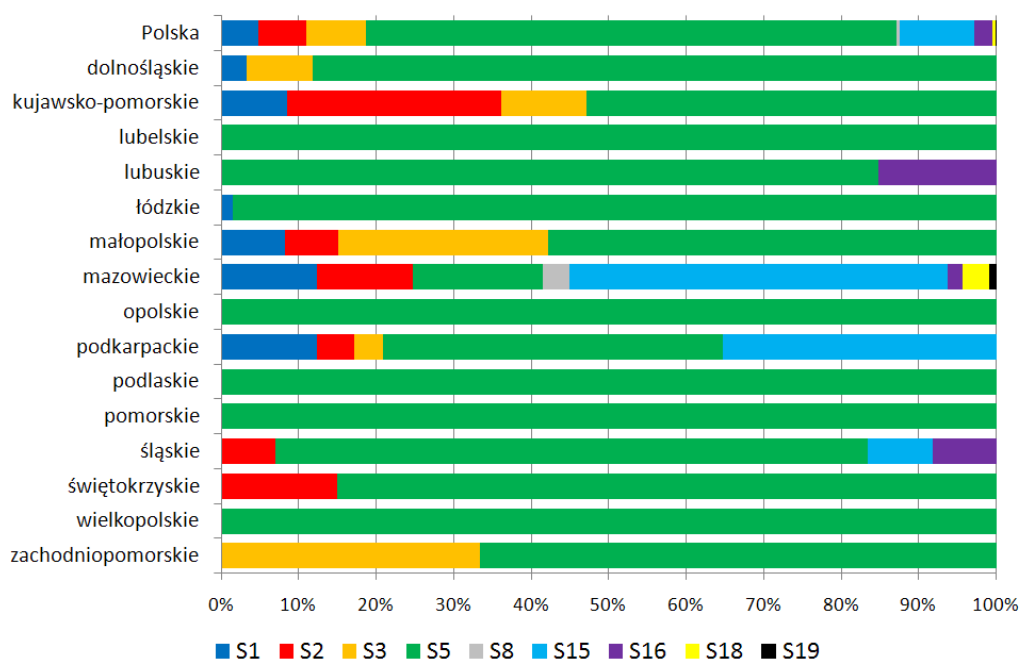
Na rys. 3-22 i 3-23 przedstawiono procentowy udział najważniejszych przyczyn przekroczeń dopuszczalnego stężenia 24-godz. PM₁₀ w 2009 roku, przypisanych obserwowanym przypadkom przekroczeń - w skali kraju i w poszczególnych województwach. Poszczególne przypadki przekroczeń poziomu dopuszczalnego mogą być powiązane z jedną lub większą liczbą możliwych przyczyn.



Rysunek 3-22. Przyczyny przekroczeń dopuszczalnego poziomu 24-godz. stężeń PM₁₀ w strefach zaliczonych do klasy C w 2009 roku, wskazane jako najważniejsze, przypisane poszczególnym przypadkom przekroczeń – udział procentowy w skali kraju (uwzględniono podaną najważniejszą przyczynę) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Objaśnienia do rysunku 3-22:

- S1 - oddziaływanie emisji związanej z ruchem pojazdów w centrum miasta z intensywnym ruchem,
- S2 - oddziaływanie emisji związanej z ruchem pojazdów na głównej drodze leżącej w pobliżu stacji,
- S3 - oddziaływanie emisji z zakładów przemysłowych, ciepłowni, elektrowni zlokalizowanych w pobliżu stacji pomiarowej,
- S5 - oddziaływanie emisji związanych z indywidualnym ogrzewaniem budynków,
- S8 - oddziaływania naturalnych źródeł emisji lub zjawisk naturalnych nie związanych z działalnością człowieka,
- S15 - niekorzystne warunki meteorologiczne w rozważanym okresie,
- S16 - emisja wtórna zanieczyszczeń pyłowych z powierzchni odkrytych, np. dróg, chodników, boisk,
- S18 - emisja zanieczyszczeń pyłowych z powierzchni pylących, np. pól, nieutwardzonych dróg i placów,
- S19 - napływ zanieczyszczeń powietrza spoza granic strefy.

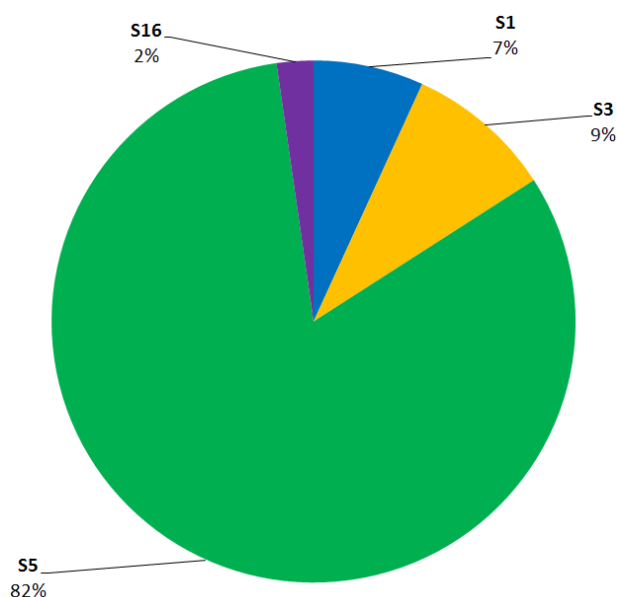


Rysunek 3-23. Przyczyny przekroczeń dopuszczalnego poziomu 24-godz. stężeń pyłu PM10 w strefach zaliczonych do klasy C w 2009 roku, wskazane jako najważniejsze, przypisane poszczególnym przypadkom przekroczeń – udział procentowy w województwach (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Przekroczenia dopuszczalnych poziomów 24-godz. stężeń PM10 najczęściej mają miejsce w okresie zimowym. Jako przyczynę (lub jedną z przyczyn) występowania stężeń przekraczających poziom dopuszczalny, najczęściej, w skali kraju, wskazywano oddziaływanie emisji związanych z indywidualnym ogrzewaniem budynków. Dla blisko 69% przypadków przekroczeń na stanowiskach, na których wystąpiło przekroczenie wartości dopuszczalnej, przyczynę tę wskazano jako najważniejszą (rys. 3-22). W drugiej kolejności, jednak znacznie rzadziej, jako przyczynę przekroczeń podawano oddziaływanie emisji związanej z ruchem pojazdów (11%) oraz oddziaływanie emisji z zakładów przemysłowych, ciepłowni, elektrowni zlokalizowanych w pobliżu stacji pomiarowej (7,6%).

W ocenie WIOŚ znaczna liczba przypadków przekroczeń wiąże się także z niekorzystnymi warunkami meteorologicznymi w rozważanym okresie (ok. 10%). Jest to czynnik nie związany bezpośrednio z działalnością ludzi, którego, w odróżnieniu od emisji zanieczyszczeń, nie można kontrolować.

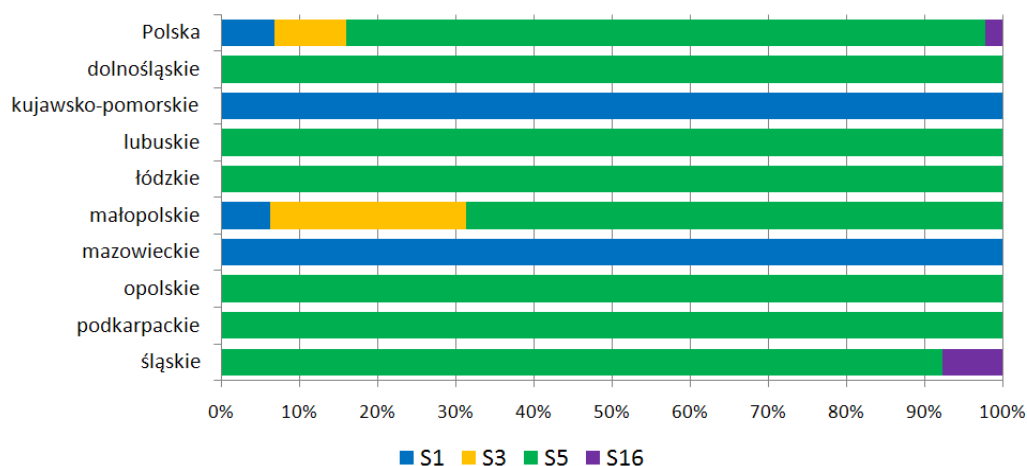
Podobnie rysuje się obraz przyczyn przekroczeń średnich rocznych stężeń pyłu PM10 w strefach zaliczonych w 2009 roku do klasy C (na stanowiskach gdzie miało miejsce przekroczenie rocznego poziomu dopuszczalnego) – rys. 3-24. Z reguły dla poszczególnych stanowisk wskazywano kilka przyczyn. Jako najważniejszą przyczynę najczęściej wymieniano w tym przypadku oddziaływanie emisji związanych z indywidualnym ogrzewaniem budynków (82%), a następnie oddziaływanie emisji z zakładów przemysłowych, ciepłowni, elektrowni zlokalizowanych w pobliżu stacji pomiarowej (9%) oraz oddziaływanie emisji z pojazdów (7%).



Rysunek 3-24. Przyczyny przekroczeń dopuszczalnego stężenia średniego rocznego PM10 w strefach zaliczonych do klasy C w 2009 roku, wskazane jako najważniejsze – udział procentowy w skali kraju (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Objaśnienia do rysunku 3-24:

- S1 - oddziaływanie emisji związanej z ruchem pojazdów w centrum miasta z intensywnym ruchem,
- S3 - oddziaływanie emisji z zakładów przemysłowych, ciepłowni, elektrowni zlokalizowanych w pobliżu stacji pomiarowej,
- S5 - oddziaływanie emisji związanych z indywidualnym ogrzewaniem budynków,
- S16 - emisja wtórna zanieczyszczeń pyłowych z powierzchni odkrytych, np. dróg, chodników, boisk.



Rysunek 3-25. Przyczyny przekroczeń dopuszczalnego stężenia średniego rocznego PM10 w strefach zaliczonych do klasy C w 2009 roku, wskazane jako najważniejsze – udział procentowy w województwach (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Udział poszczególnych przyczyn przekroczeń dopuszczalnych poziomów stężeń pyłu PM10 w różnych województwach jest dość zróżnicowany (rys. 3-23, rys. 3-25), jednak w większości z nich przekroczenia łączy się najczęściej z emisją pyłu związaną z indywidualnym ogrzewaniem budynków. Jako kolejne przyczyny, w zależności od województwa, wymieniane są: oddziaływanie emisji związanej z ruchem pojazdów (mazowieckie, kujawsko-pomorskie, podkarpackie, świętokrzyskie) oraz oddziaływanie

emisji z zakładów przemysłowych, ciepłowni, elektrowni zlokalizowanych w pobliżu stacji pomiarowej (zachodniopomorskie, małopolskie).

W ocenie za 2009 r., jako przyczynę dużej części przypadków przekroczeń dopuszczalnego poziomu 24-godz. stężeń PM₁₀ na obszarze województw mazowieckiego i podkarpackiego wymieniono niekorzystne warunki meteorologiczne w rozważanym okresie, a więc czynnik pozostający poza wpływem działalności człowieka.

3.3.7. Ołów

Kryteria oceny

Tabela 3-26. Kryteria będące podstawą rocznej oceny jakości powietrza za 2009 r. - Pb, ochrona zdrowia

Obszar	Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom Pb w powietrzu w [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Dopuszczana częstość przekroczenia dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym
Oz / Uz	rok kalendarzowy	0,5	Nie dotyczy

Wyniki oceny

Na podstawie wyników oceny rocznej za 2009 r. dotyczącej ołowiu, wszystkie strefy w kraju zaliczono do klasy A - w żadnej strefie nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnego poziomu ołowiu w powietrzu (rys. 3-26).



Rysunek 3-26. Klasyfikacja stref w Polsce dla Pb na podstawie rocznej oceny jakości powietrza za rok 2009 (ochrona zdrowia) (źródło danych: PMS/GIOS)

Metody oceny

Podstawę oceny wykonywanej za 2009 rok w odniesieniu do ołowiu, w ok. 45% stref w kraju, stanowiły wyniki pomiarów stężeń, prowadzonych w stałych punktach (tab. 3-27,

rys. 3-27). W 38% stref klasyfikacji dokonano w oparciu o tzw. „metody inne”. Około 16% stref sklasyfikowano na podstawie wyników modelowania matematycznego.

Tabela 3-27. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla Pb (ochrona zdrowia) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMS/GIOŚ)

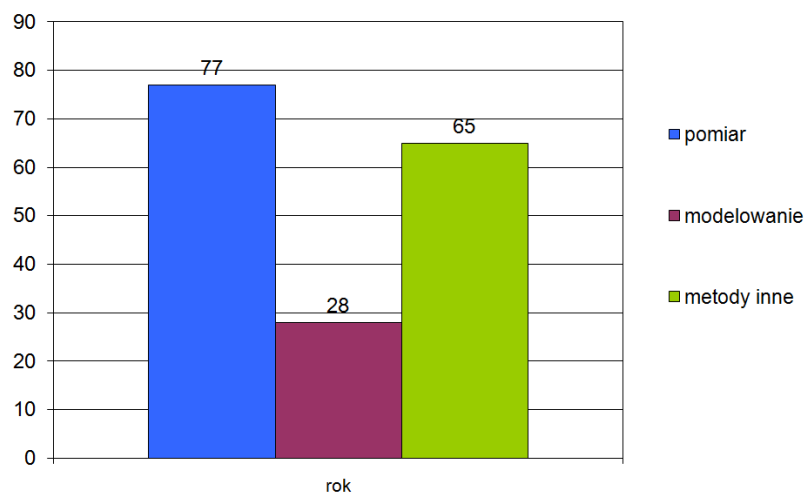
Województwo	Liczba stref w województwie	Czas uśredniania stężeń – rok		
		Metoda oceny stężeń		
		p	m	i
dolnośląskie	16	7		9
kujawsko-pomorskie	15	4		11
lubelskie	9	7		2
lubuskie	7	4		3
łódzkie	7	1	6	
małopolskie	11	11		
mazowieckie	18	5	13	
opolskie	6	3		3
podkarpackie	9	7		2
podlaskie	10	1		9
pomorskie	8	5		3
śląskie	10	10		
świętokrzyskie	4	1		3
warmińsko-mazurskie	9	2		7
wielkopolskie	14	7		7
zachodniopomorskie	17	2	9	6
Suma	170	77	28	65

Metody oceny stężeń:

p - pomiary, których wyniki można uznać za wystarczającą podstawę oceny klasy strefy

m - matematyczne modelowanie rozkładów stężeń

i - pozostałe metody (w tym pomiary nie stanowiące wystarczającej podstawy oceny)



Rysunek 3-27. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla Pb (ochrona zdrowia) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMS/GIOŚ)

3.3.8. Arsen

Kryteria oceny

Tabela 3-28. Kryteria będące podstawą rocznej oceny jakości powietrza za 2009 r. – arsen (As), ochrona zdrowia

Obszar	Okres uśredniania stężeń	Poziom docelowy As w powietrzu	Dopuszczalna częstość przekraczania poziomu docelowego w roku kalendarzowym
Oz / Uz	rok kalendarzowy	6 [ng/m ³]	Nie dotyczy

Arsen – oznacza całkowitą zawartość pierwiastka w pyłe zawieszonym PM10

Wyniki oceny

W rocznej ocenie jakości powietrza za 2009 rok w odniesieniu do arsenu wszystkie strefy w kraju zostały zaliczone do klasy A (rys. 3-28). Wynik taki oznacza, że na terenie żadnej ze 170 stref nie stwierdzono przekroczenia poziomu docelowego określonego dla stężenia średniego rocznego arsenu.



Rysunek 3-28. Klasyfikacja stref w Polsce dla arsenu (As) na podstawie oceny jakości powietrza za rok 2009 (ochrona zdrowia) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Metody oceny

W ocenie dotyczącej arsenu za 2009 rok, najwięcej - około 44% stref w kraju - sklasyfikowano w oparciu o „metody inne” (tab. 3-29, rys. 3-29). Około 36% stref sklasyfikowano na podstawie wyników manualnych pomiarów zawartości arsenu w pyłe PM10. W przypadku ok. 19% stref oceny dokonano na podstawie wyników modelowania matematycznego.

Tabela 3-29. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla As (ochrona zdrowia) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

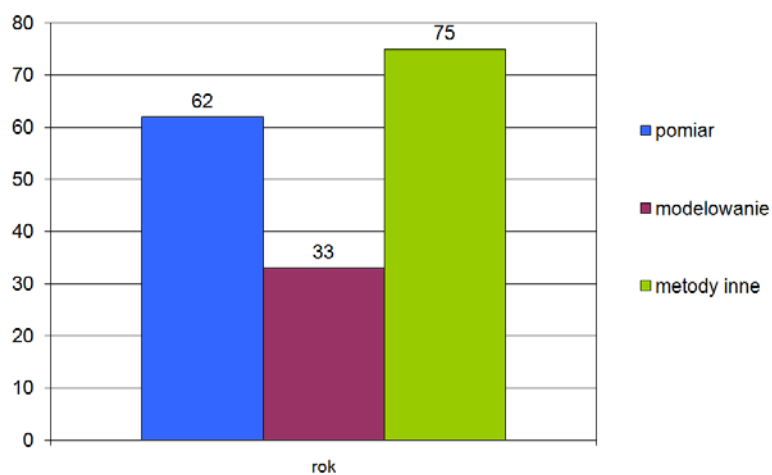
Województwo	Liczba stref w województwie	Czas uśredniania stężeń – rok		
		Metoda oceny stężeń		
		p	m	i
dolnośląskie	16	3		13
kujawsko-pomorskie	15	3		12
lubelskie	9	7		2
lubuskie	7	4		3
łódzkie	7		7	
małopolskie	11	11		
mazowieckie	18	3	15	
opolskie	6	2		4
podkarpackie	9	7		2
podlaskie	10			10
pomorskie	8	5		3
śląskie	10	10		
świętokrzyskie	4			4
warmińsko-mazurskie	9	2		7
wielkopolskie	14	3		11
zachodniopomorskie	17	2	11	4
Suma	170	62	33	75

Metody oceny stężeń:

p - pomiary, których wyniki można uznać za wystarczającą podstawę oceny klasy strefy

m - matematyczne modelowanie rozkładów stężeń

i - pozostałe metody (w tym pomiary nie stanowiące wystarczającej podstawy oceny)



Rysunek 3-29. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla As (ochrona zdrowia) w 2009r. wskazano określone metody (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

3.3.9.Kadm

Kryteria oceny

Tabela 3-30. Kryteria będące podstawą rocznej oceny jakości powietrza za 2009 r. – kadm (Cd), ochrona zdrowia

Obszar	Okres uśredniania stężeń	Poziom docelowy Cd w powietrzu	Dopuszczalna częstość przekraczania poziomu docelowego w roku kalendarzowym
Oz / Uz	rok kalendarzowy	5 [ng/m ³]	Nie dotyczy

Kadm – oznacza całkowitą zawartość pierwiastka w pyłe zawieszonym PM10

Wyniki oceny

Spośród 170 stref podlegających ocenie pod kątem zanieczyszczenia powietrza kadmem, wszystkie zaliczono do klasy A (rys. 3-30). Oznacza to, że w 2009 r. na obszarze całego kraju nie stwierdzono przekroczenia poziomu docelowego określonego dla stężenia średniego rocznego kadmu.



Rysunek 3-30. Klasyfikacja stref w Polsce dla kadmu (Cd) na podstawie rocznej oceny jakości powietrza za rok 2009 (ochrona zdrowia) (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Metody oceny

W ocenie za rok 2009 około 45% stref sklasyfikowano na podstawie wyników pomiarów zawartości kadmu w pyłe PM10, prowadzonych w stałych punktach (tab. 3-31, rys. 3-31). W około 35% stref oceny dokonano na podstawie tzw. „metod innych”, przeważnie wykorzystując analogię do stężeń pomierzonych w innym obszarze. W przypadku 20% stref klasyfikacja opierała się na wynikach modelowania matematycznego.

Tabela 3-31. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla Cd (ochrona zdrowia) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

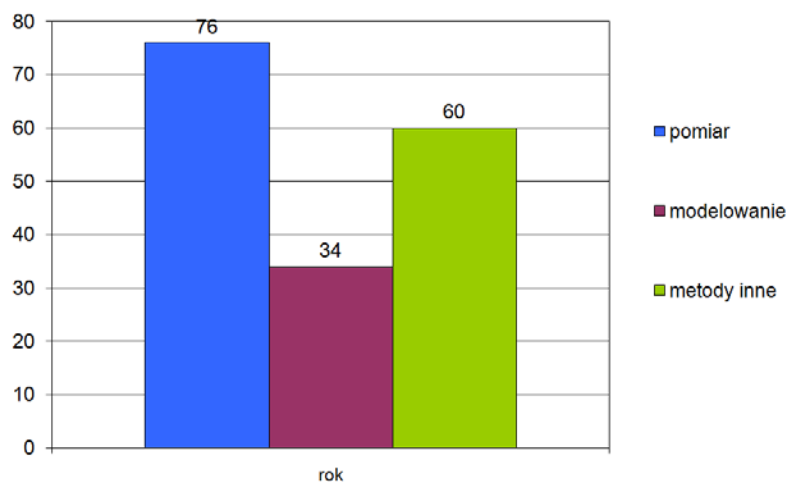
Województwo	Liczba stref w województwie	Czas uśredniania stężeń – rok		
		Metoda oceny stężeń		
		p	m	i
dolnośląskie	16	7		9
kujawsko-pomorskie	15	3		12
lubelskie	9	7		2
lubuskie	7	4		3
łódzkie	7	1	6	
małopolskie	11	11		
mazowieckie	18	3	15	
opolskie	6	3		3
podkarpackie	9	7		2
podlaskie	10	1		9
pomorskie	8	5		3
śląskie	10	10		
świętokrzyskie	4	1		3
warmińsko-mazurskie	9	2		7
wielkopolskie	14	7		7
zachodniopomorskie	17	4	13	
Suma	170	76	34	60

Metody oceny stężeń:

p - pomiary, których wyniki można uznać za wystarczającą podstawę oceny klasy strefy

m - matematyczne modelowanie rozkładów stężeń

i - pozostałe metody (w tym pomiary nie stanowiące wystarczającej podstawy oceny)



Rysunek 3-31. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla Cd (ochrona zdrowia) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

3.3.10. Nikiel

Kryteria oceny

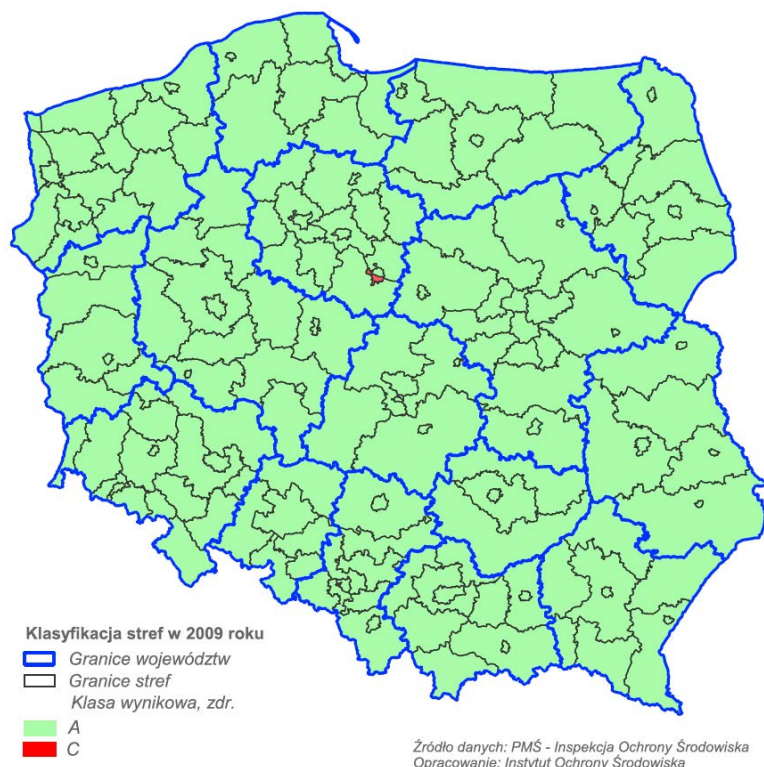
Tabela 3-32. Kryteria będące podstawą rocznej oceny jakości powietrza za 2009 r. – nikiel (Ni), ochrona zdrowia

Obszar	Okres uśredniania stężeń	Poziom docelowy Ni w powietrzu	Dopuszczalna częstość przekraczania poziomu docelowego w roku kalendarzowym
Oz / Uz	rok kalendarzowy	20 [ng/m ³]	Nie dotyczy

Nikiel – oznacza całkowitą zawartość pierwiastka w pyłe zawieszonym PM10

Wyniki oceny

W wyniku oceny za 2009 rok, wykonywanej w odniesieniu do niklu, wszystkie strefy w kraju, z wyjątkiem jednej, zaliczono do klasy A. Do klasy C zakwalifikowano strefę miasto Włocławek. W żadnej innej strefie nie stwierdzono przekroczenia poziomu docelowego określonego dla stężenia średniego rocznego niklu (tab. 3-33, rys. 3-32).

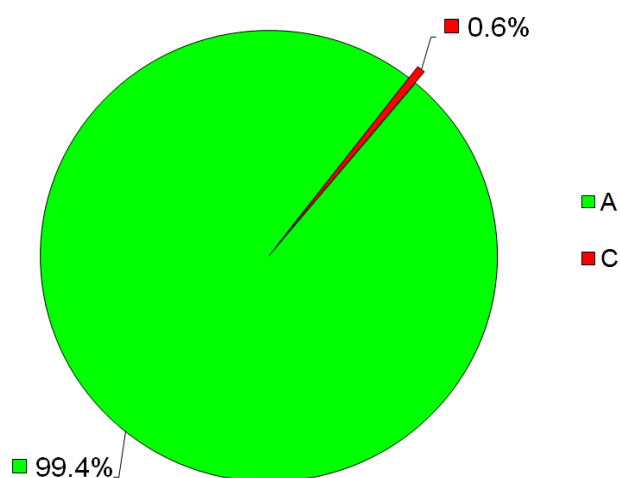


Rysunek 3-32. Klasyfikacja stref w Polsce dla niklu (Ni) na podstawie rocznej oceny jakości powietrza za rok 2009 (ochrona zdrowia) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Tabela 3-33. Liczba stref dla Ni zaliczonych do określonych klas (ochrona zdrowia) w poszczególnych województwach w 2009 r. (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Województwo	Liczba stref w województwie	Liczba stref w danej klasie	
		A	C
dolnośląskie	16	16	
kujawsko-pomorskie	15	14	1
lubelskie	9	9	
lubuskie	7	7	
łódzkie	7	7	
małopolskie	11	11	

Województwo	Liczba stref w województwie	Liczba stref w danej klasie	
		A	C
mazowieckie	18	18	
opolskie	6	6	
podkarpackie	9	9	
podlaskie	10	10	
pomorskie	8	8	
śląskie	10	10	
świętokrzyskie	4	4	
warmińsko-mazurskie	9	9	
wielkopolskie	14	14	
zachodniopomorskie	17	17	
Suma	170	169	1



Rysunek 3-33. Procent stref zaliczonych do określonych klas dla Ni (ochrona zdrowia) w Polsce w 2009 r. (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Metody oceny

Podstawę oceny wykonywanej za 2009 rok w odniesieniu do niklu w 44% stref stanowiły manualne pomiary stężeń niklu w PM10, prowadzone w stałych punktach (tab. 3-34, rys. 3-34). Około 38% stref sklasyfikowano na podstawie tzw. „metod innych”. Dla około 19% stref podstawę oceny stanowiły wyniki modelowania matematycznego.

Tabela 3-34. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla Ni (ochrona zdrowia) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Województwo	Liczba stref w województwie	Czas uśredniania stężeń – rok		
		Metoda oceny stężeń		
		p	m	i
dolnośląskie	16	5		11
kujawsko-pomorskie	15	3		12
lubelskie	9	7		2
lubuskie	7	4		3
łódzkie	7	1	6	
małopolskie	11	11		
mazowieckie	18	3	15	
opolskie	6	3		3
podkarpackie	9	7		2

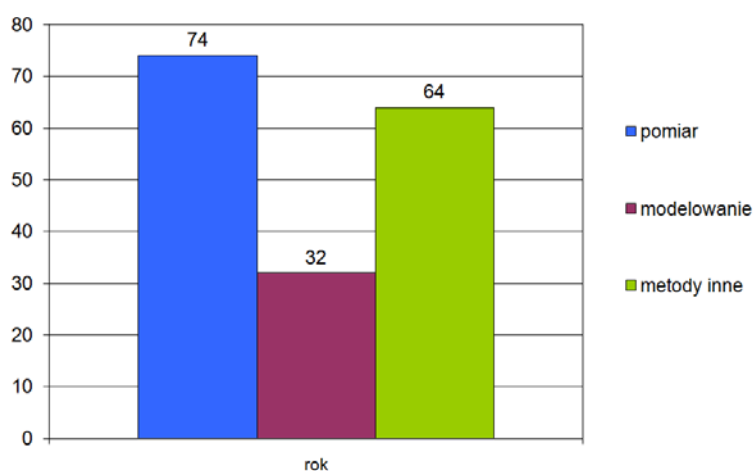
Województwo	Liczba stref w województwie	Czas uśredniania stężeń – rok		
		Metoda oceny stężeń		
		p	m	i
podlaskie	10	1		9
pomorskie	8	5		3
śląskie	10	10		
świętokrzyskie	4	1		3
warmińsko-mazurskie	9	2		7
wielkopolskie	14	7		7
zachodniopomorskie	17	4	11	2
Suma	170	74	32	64

Metody oceny stężeń:

p - pomiary, których wyniki można uznać za wystarczającą podstawę oceny klasy strefy

m - matematyczne modelowanie rozkładów stężeń

i - pozostałe metody (w tym pomiary nie stanowiące wystarczającej podstawy oceny)



Rysunek 3-34. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla Ni (ochrona zdrowia) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

3.3.11. Benzo(a)piren

Kryteria oceny

Tabela 3-35. Kryteria będące podstawą rocznej oceny jakości powietrza za 2009 r. – benzo(a)piren B(a)P, ochrona zdrowia

Obszar	Okres uśredniania stężeń	Poziom docelowy B(a)P w powietrzu	Dopuszczalna częstość przekraczania poziomu docelowego w roku kalendarzowym
Oz / Uz	rok kalendarzowy	1 [ng/m ³]	Nie dotyczy

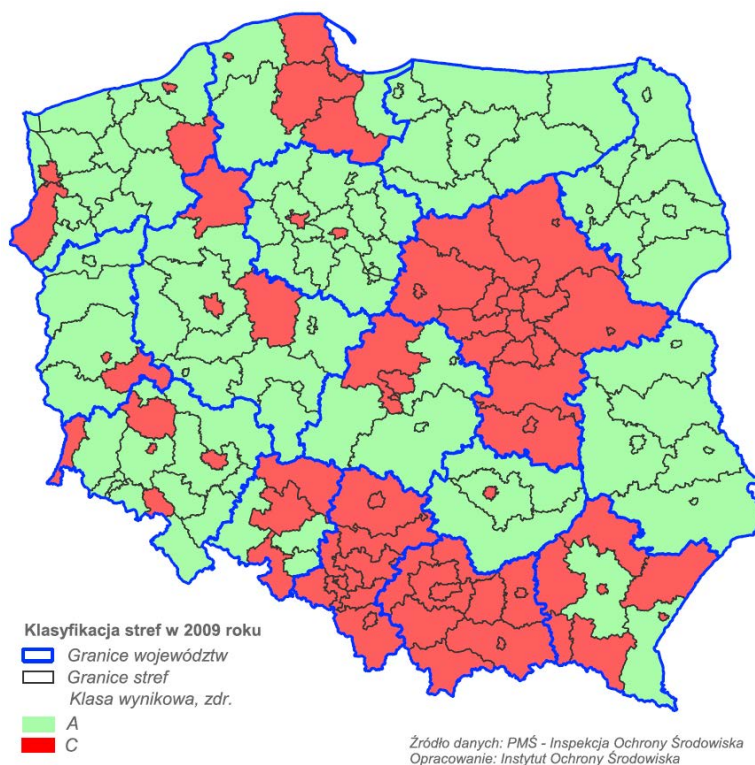
Benzo(a)piren – oznacza całkowitą zawartość benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM10

Wyniki oceny

Wyniki klasyfikacji stref dokonanej na podstawie rocznej oceny benzo(a)pirenu za 2009 rok przedstawiono na rys. 3-35 oraz w tab. 3-36.

Spośród 170 stref w kraju podlegających ocenie, do klasy A zaliczono 97 (około 57% wszystkich). Aż 73 strefy (blisko 43%) zaliczono do klasy C. Do klasy tej zaliczono wszystkie strefy województw: małopolskiego, mazowieckiego i śląskiego oraz większość stref woj. podkarpackiego i pomorskiego. Tak duża liczba stref zaliczonych do klasy C wiąże

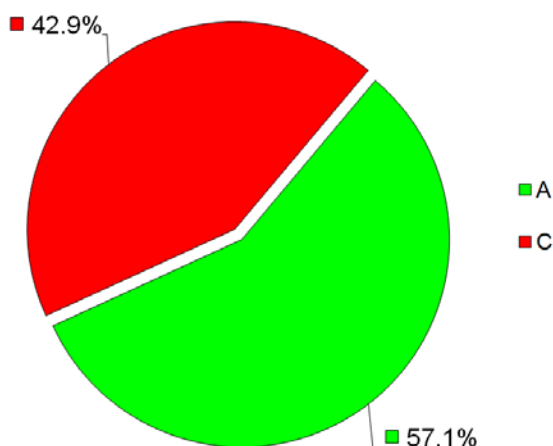
się z bardzo niską i trudną do dotrzymania wartością poziomą docelowego określonego dla stężenia średniego rocznego B(a)P.



Rysunek 3-35. Klasyfikacja stref w Polsce dla benzo(a)pirenu (B(a)P) na podstawie rocznej oceny jakości powietrza za rok 2009 (ochrona zdrowia) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

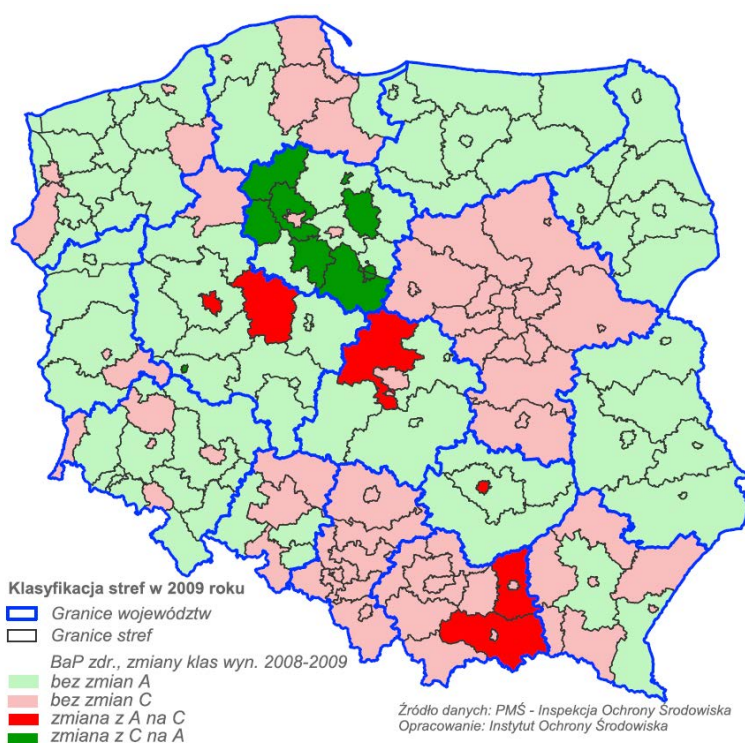
Tabela 3-36. Liczba stref dla benzo(a)pirenu zaliczonych do określonych klas (ochrona zdrowia) w poszczególnych województwach w 2009 r. (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Województwo	Liczba stref w województwie	Liczba stref w danej klasie	
		A	C
dolnośląskie	16	11	5
kujawsko-pomorskie	15	13	2
lubelskie	9	9	
lubuskie	7	5	2
łódzkie	7	5	2
małopolskie	11		11
mazowieckie	18		18
opolskie	6	3	3
podkarpackie	9	2	7
podlaskie	10	10	
pomorskie	8	3	5
śląskie	10		10
świętokrzyskie	4	3	1
warmińsko-mazurskie	9	9	
wielkopolskie	14	11	3
zachodniopomorskie	17	13	4
Suma	170	97	73



Rysunek 3-36. Procent stref zaliczonych do określonych klas dla benzo(a)pirenu B(a)P (ochrona zdrowia) w Polsce w 2009 r. (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

W ocenie jakości powietrza za 2009 r. większość stref zachowała tę samą klasę jak w ocenie za 2008 r. W ocenach dla obydwu lat, klasę A utrzymało 88 stref, klasę C 67 stref (rys. 3-37). Zmiana klasy na gorszą (z A na C) miała miejsce w przypadku 6 stref (w województwach: wielkopolskim, łódzkim, świętokrzyskim i małopolskim). Odwrotna zmiana, z klasy C na A, nastąpiła w przypadku 9 stref (8 w woj. kujawsko-pomorskim i 1 w woj. wielkopolskim).



Rysunek 3-37. Zmiany klasyfikacji stref dla B(a)P w roku 2009 w stosunku do 2008 (ochrona zdrowia) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Metody oceny

Wśród 170 stref podlegających ocenie dotyczącej B(a)P, dla 43% z nich podstawę klasyfikacji za rok 2009 stanowiły pomiary (manualne, w stałych punktach). Zbliżoną liczbę

stref (42%) sklasyfikowano w oparciu o „metody inne”. Wyniki modelowania matematycznego wykorzystano w odniesieniu do ok. 15% stref w kraju – tab. 3-37, rys. 3-38.

Tabela 3-37. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla B(a)P (ochrona zdrowia) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

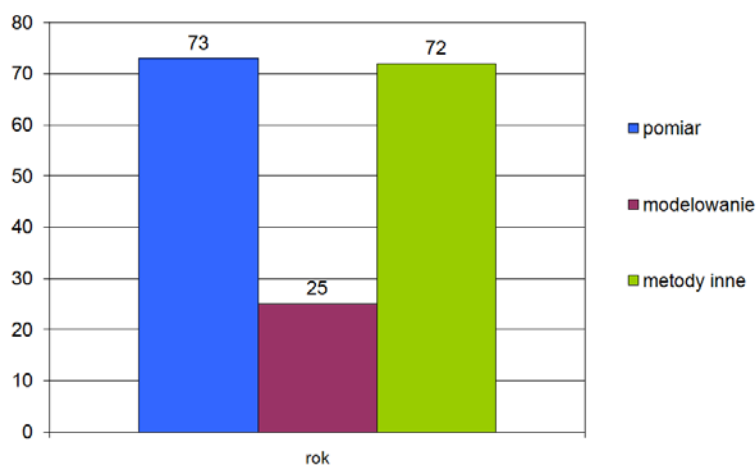
Województwo	Liczba stref w województwie	Czas uśredniania stężeń – rok		
		Metoda oceny stężeń		
		p	m	i
dolnośląskie	16	4		12
kujawsko-pomorskie	15	2		13
lubelskie	9	7		2
lubuskie	7	2		5
łódzkie	7	2	5	
małopolskie	11	11		
mazowieckie	18	11	7	
opolskie	6	3		3
podkarpackie	9	7		2
podlaskie	10			10
pomorskie	8	5		3
śląskie	10	10		
świętokrzyskie	4	1		3
warmińsko-mazurskie	9			9
wielkopolskie	14	4		10
zachodniopomorskie	17	4	13	
Suma	170	73	25	72

Metody oceny stężeń:

p - pomiary, których wyniki można uznać za wystarczającą podstawę oceny klasy strefy

m - matematyczne modelowanie rozkładów stężeń

i - pozostałe metody (w tym pomiary nie stanowiące wystarczającej podstawy oceny)



Rysunek 3-38. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla B(a)P (ochrona zdrowia) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

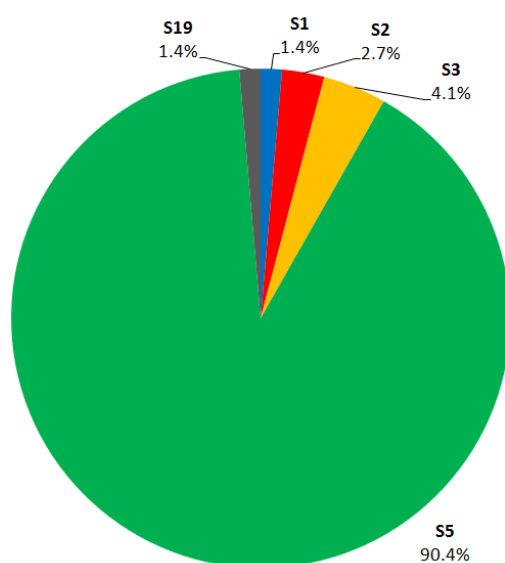
Przyczyny przekroczeń wartości kryterialnych

Benzo(a)piren wykazuje wyraźną sezonową zmienność stężeń. Wartości dobowych stężeń B(a)P w sezonie grzewczym są często wielokrotnie wyższe niż w okresie ciepłym. Do wystąpienia przekroczeń poziomu docelowego, określonego dla stężenia średniego rocznego

B(a)P, w 2009 roku, podobnie jak w latach poprzednich, niemal zawsze przyczyniały się podwyższone stężenia z okresu zimy.

Na rys. 3-39 i 3-40 przedstawiono procentowy udział określonych przyczyn przekroczeń poziomu docelowego B(a)P, wskazanych jako główna przyczyna przekroczenia na stanowiskach, gdzie stężenie średnie roczne było wyższe od wartości kryterialnej, w strefach zaliczonych w 2009 roku do klasy C. Przekroczenia występujące na określonych stanowiskach były często powiązane z więcej niż jedną przyczyną.

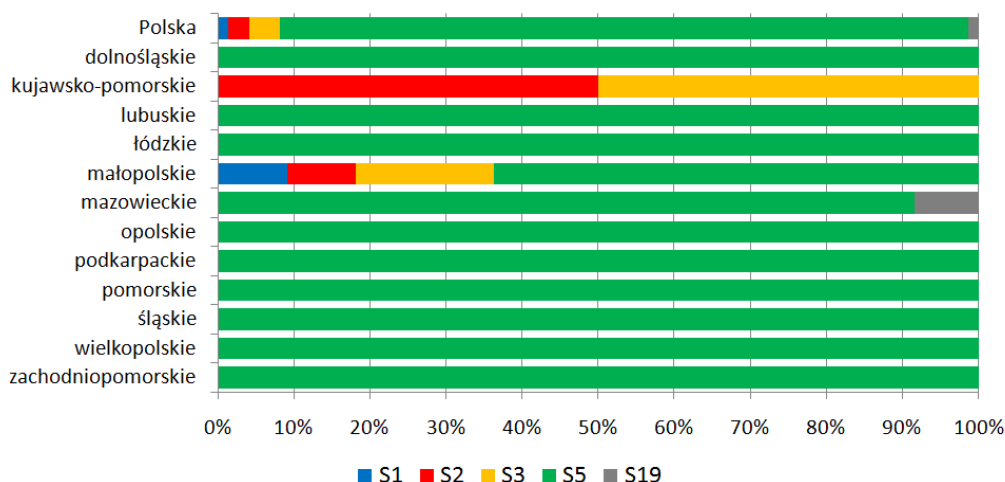
Wśród wymienianych przyczyn dominuje oddziaływanie emisji związanych z indywidualnym ogrzewaniem budynków (90% stanowisk, na których miało miejsce przekroczenie poziomu docelowego dla B(a)P). Na drugim miejscu, ze znacznie mniejszym udziałem procentowym (po ok. 4%), znajdują się: oddziaływanie emisji z zakładów przemysłowych, ciepłowni, elektrowni zlokalizowanych w pobliżu stacji pomiarowej oraz oddziaływanie emisji związanej z ruchem pojazdów.



Rysunek 3-39. Przyczyny przekroczeń docelowego poziomu B(a)P w powietrzu (stężenia średniego rocznego) w strefach zaliczonych do klasy C w 2009 roku, wskazane jako najważniejsze – udział procentowy w skali kraju (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Objaśnienia do rysunku 3-39:

- S1 - oddziaływanie emisji związanej z ruchem pojazdów w centrum miasta z intensywnym ruchem,
- S2 - oddziaływanie emisji związanej z ruchem pojazdów na głównej drodze leżącej w pobliżu stacji,
- S3 - oddziaływanie emisji z zakładów przemysłowych, ciepłowni, elektrowni zlokalizowanych w pobliżu stacji pomiarowej,
- S5 - oddziaływanie emisji związanych z indywidualnym ogrzewaniem budynków,
- S19 - napływ zanieczyszczeń powietrza spoza granic strefy.



Rysunek 3-40. Przyczyny przekroczeń docelowego poziomu B(a)P w powietrzu (stężenia średniego rocznego) w strefach zaliczonych do klasy C w 2009 roku, wskazane jako najważniejsze – udział procentowy w województwach (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Przyczyny przekroczeń docelowego poziomu B(a)P w poszczególnych województwach przedstawiono na rys. 3-40. We wszystkich prezentowanych na wykresie województwach, z wyjątkiem kujawsko-pomorskiego, deklarowaną główną przyczyną przekroczeń w 2009 roku było oddziaływanie emisji związanych z indywidualnym ogrzewaniem budynków. W województwie kujawsko-pomorskim jako przyczyny przekroczeń podano oddziaływanie emisji związanej z ruchem pojazdów na głównej drodze leżącej w pobliżu stacji oraz oddziaływanie emisji z zakładów przemysłowych, ciepłowni, elektrowni zlokalizowanych w pobliżu stacji pomiarowej.

3.3.12. Łączna ocena w oparciu o kryteria określone dla ochrony zdrowia

Wyniki klasyfikacji stref

W ocenie jakości powietrza za 2009 rok przeprowadzonej w oparciu o kryteria ustanowione w celu ochrony zdrowia uwzględniono 11 substancji: 5 zanieczyszczeń gazowych oraz 6 pyłowych. Ocena dotyczyła 170 stref dla wszystkich zanieczyszczeń z wyjątkiem ozonu i 28 stref dla ozonu.

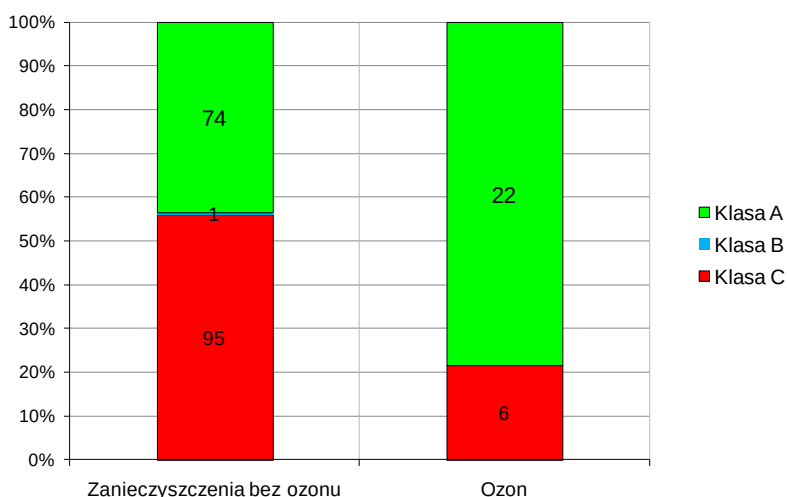
W przypadku ozonu obszary stref w ocenie za 2009 rok (z wyjątkiem aglomeracji) i ich liczba w kraju były inne niż dla pozostałych substancji. W rezultacie, wyniki oceny uzyskane dla ozonu często nie mogą być analizowane wspólnie z wynikami dla pozostałych zanieczyszczeń.

W ocenie dotyczącej ozonu za 2009 rok, podobnie jak w dwóch poprzednich latach, dokonano dodatkowej klasyfikacji stref - w oparciu o poziom celu długoterminowego (wyróżniając klasy D1 i D2). Z uwagi na inny charakter kryterium, w stosunku do poziomów dopuszczalnych lub docelowych, wyniki klasyfikacji nie są uwzględniane w analizach prowadzonych w niniejszym rozdziale (przedstawiono je w rozdz. 3.3.5.).

W tabeli 3-38 przedstawiono liczbę stref, dla których w 2009 roku najmniej korzystną z klas przypisanych zanieczyszczeniom podlegającym ocenie (w danej strefie) była klasa A, B lub C.

Tabela 3-38. Liczba stref, dla których w 2009 r. najmniej korzystną z klas przypisanych wszystkim zanieczyszczeniom uwzględnianym w ocenie pod kątem ochrony zdrowia była klasa A, B lub C (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Województwo	Zanieczyszczenia z wyjątkiem ozonu				Ozon		
	Ogólna liczba stref w województwie	Liczba stref w danej klasie			Ogólna liczba stref w województwie	Liczba stref w danej klasie	
		A	B	C		A	C
dolnośląskie	16	6		10	2	1	1
kujawsko-pomorskie	15	8	1	6	2	1	1
lubelskie	9	6		3	2	2	
lubuskie	7	4		3	1	1	
łódzkie	7	1		6	2	1	1
małopolskie	11			11	2	2	
mazowieckie	18			18	2	2	
opolskie	6	1		5	1		1
podkarpackie	9	2		7	1	1	
podlaskie	10	9		1	2	2	
pomorskie	8	3		5	2	2	
śląskie	10			10	3	2	1
świętokrzyskie	4	3		1	1	1	
warmińsko-mazurskie	9	9			1	1	
wielkopolskie	14	9		5	2	1	1
zachodniopomorskie	17	13		4	2	2	
Suma	170	74	1	95	28	22	6



Rysunek 3-41. Liczba i procent stref, dla których w 2009 r. najmniej korzystną z klas przypisanych wszystkim zanieczyszczeniom uwzględnianym w ocenie pod kątem ochrony zdrowia była klasa A, B lub C (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Spośród 170 stref podlegających ocenie prowadzonej za 2009 rok w odniesieniu do zanieczyszczeń innych niż ozon (10 substancji) w 74 strefach (ok. 44%) dla każdego z rozważanych zanieczyszczeń klasa strefy została określona jako A. Taki wynik oceny oznacza, że na terenie tych stref stężenia żadnego ze wspomnianych zanieczyszczeń nie przekraczały wartości normatywnych obowiązujących w Polsce dla obszaru kraju i obszarów ochrony uzdrowiskowej.

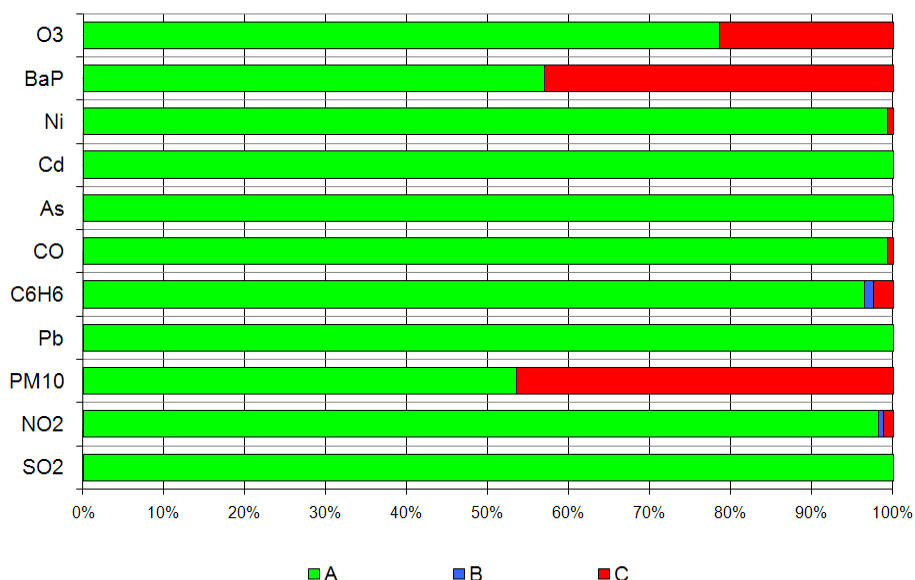
Na obszarze jednego województwa: warmińsko-mazurskiego, wszystkie strefy zostały sklasyfikowane jako A dla wszystkich rozważanych w ocenie zanieczyszczeń (łącznie z ozonem). Na terenie województw: podlaskiego, zachodniopomorskiego i świętokrzyskiego, dla każdego z 10 rozważanych zanieczyszczeń zdecydowaną większość stref (powyżej 70%) zaliczono do klasy A.

W ocenie dotyczącej ozonu, obejmującej 28 stref, do klasy A oznaczającej brak przekroczeń wartości normatywnej na obszarze strefy zaliczono 22.

W jednej strefie w kraju, znajdującej się w województwie kujawsko-pomorskim, klasą najmniej korzystną dla rozważanej grupy 10 substancji była klasa B.

W przypadku 95 stref w kraju (ze 170) wynikiem klasyfikacji za 2009 rok dla jednego (lub więcej niż jednego) zanieczyszczenia (bez ozonu) było zaliczenie strefy do klasy C. Dla ozonu do klasy C zaliczono 6 z 28 stref.

W porównaniu z rokiem 2008, liczba stref zaliczonych do klasy C z uwagi na jedno (lub więcej niż jedno) zanieczyszczenie (bez ozonu) nie zmieniła się (95 ze 170 w obu latach). W ocenach dotyczących ozonu, liczba stref sklasyfikowanych jako C zmniejszyła się (z 10 w 2008 roku do 6 w roku 2009).



Rysunek 3-42. Udział stref zaliczonych do określonych klas w łącznej liczbie stref w Polsce w 2009 r. dla poszczególnych zanieczyszczeń (klasy wynikowe, ochrona zdrowia) (źródło danych: PMS/GIOŚ)

W rezultacie oceny za 2009 rok, w przypadku dwutlenku siarki, ołowiu, arsenu i kadmu wszystkie strefy w kraju zaliczono do klasy A (rys. 3-42). W ocenie dotyczącej dwutlenku azotu, benzeny, tlenku węgla i niklu, klasę inną niż A przypisano pojedynczym strefom: NO₂-3; C₆H₆-6; CO-1; Ni-1. Podobnie jak w poprzednich latach, w przypadku pyłu PM₁₀, benzo(a)pirenu i ozonu znaczna część stref została zaliczona do klasy C: dla PM₁₀ – ok. 46%; B(a)P – ok. 43%; O₃ – ok. 21%.

Strefy zaliczone do klasy C

W wyniku oceny jakości powietrza za 2009 rok dokonywanej na podstawie kryteriów określonych w celu ochrony zdrowia dla zanieczyszczeń innych niż ozon, 95 stref w kraju (około 56% wszystkich) zaliczono do klasy C przynajmniej dla jednego zanieczyszczenia (tab. 3-39). Zaliczenie strefy do klasy C oznacza potrzebę opracowania programu ochrony powietrza (POP), o ile program taki nie został opracowany wcześniej i nie jest realizowany

w odniesieniu do określonej substancji (której poziom przekracza odpowiedni poziom kryterialny) dla danego obszaru. Opracowanie i wdrożenie programu ochrony powietrza ma na celu osiągnięcie poziomów dopuszczalnych lub poziomów docelowych substancji w powietrzu.

Z wyjątkiem jednego województwa - warmińsko-mazurskiego, we wszystkich pozostałych przynajmniej jedną strefę zakwalifikowano do klasy C ze względu na jedno lub kilka zanieczyszczeń. W trzech województwach, w wyniku oceny pod kątem zanieczyszczeń innych niż ozon, do klasy C, z uwagi na przynajmniej jedną substancję, zaliczono wszystkie strefy. Należą do nich: woj. małopolskie (wszystkie strefy zaliczono do klasy C ze względu na pył PM10 i ze względu na B(a)P oraz jedną dodatkowo ze względu na NO₂), mazowieckie (wszystkie strefy zaliczono do klasy C ze względu na B(a)P, w tym część także ze względu na pył PM10 i jedną na NO₂) oraz woj. śląskie (podobnie - wszystkie strefy zaliczono do klasy C ze względu na B(a)P, w tym część ze względu na pył PM10).

Niemal wszystkie strefy zaliczono do klasy C w woj. łódzkim, opolskim i podkarpackim.

W ocenie za 2009 rok główną przyczyną zakwalifikowania stref do klasy C były, podobnie jak w roku 2008 i 2007, wyniki oceny dotyczącej PM10 i B(a)P. Spośród 170 stref, do klasy C ze względu na PM10 w 2009 roku zaliczono 79, ze względu na B(a)P – 73. W roku 2008 było to odpowiednio dla PM10 - 65 stref i dla B(a)P - 76.

W przypadku pozostałych zanieczyszczeń, dla których w ocenie za 2009 rok uzyskano klasę C: dwutlenku azotu, benzenu, tlenku węgla i niklu, do klasy tej zakwalifikowano pojedyncze strefy w kraju.

Tabela 3-39. Liczba stref zaliczonych do klasy C w poszczególnych województwach w 2009 r. z uwzględnieniem zanieczyszczeń, dla których strefy zakwalifikowano do klasy C (ochrona zdrowia) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Województwo	Zanieczyszczenia bez ozonu								Ozon	
	Ogólna liczba stref w województwie	Liczba stref zaliczonych do klasy C							Ogólna liczba stref w województwie	Liczba stref zaliczonych do klasy C
		Razem	NO ₂	PM10	C ₆ H ₆	CO	Ni	B(a)P		
dolnośląskie	16	10		10		1		5	2	1
kujawsko-pomorskie	15	6		6	3		1	2	2	1
lubelskie	9	3		3					2	
lubuskie	7	3		2				2	1	
łódzkie	7	6		6				2	2	1
małopolskie	11	11	1	11				11	2	
mazowieckie	18	18	1	10				18	2	
opolskie	6	5		4	1			3	1	1
podkarpackie	9	7		7				7	1	
podlaskie	10	1		1					2	
pomorskie	8	5		3				5	2	
śląskie	10	10		9				10	3	1
świętokrzyskie	4	1		1				1	1	
warmińsko-mazurskie	9								1	
wielkopolskie	14	5		5				3	2	1
zachodniopomorskie	17	4		1				4	2	
Suma	170	95	2	79	4	1	1	73	28	6

Niektóre strefy w kraju (ponad 25% wszystkich) zakwalifikowano do klasy C ze względu na 2 zanieczyszczenia, w kilku przypadkach - ze względu na 3 substancje. Przekroczenia wartości kryterialnych różnych substancji występowały w nich często na różnych obszarach strefy. Na uwagę zasługuje dość częste równoległe występowanie przekroczeń stężeń PM10 i B(a)P w strefach zaliczonych do klasy C (tab. 3-40).

Jak to już wielokrotnie podkreślano, w ocenie rocznej o klasie strefy decydują wyniki oceny na obszarach o potencjalnie najwyższych stężeniach w strefie. Zaliczenie strefy do klasy C nie oznacza zatem, że określone kryteria jakości powietrza nie są spełnione na terenie całej strefy. Wskazuje natomiast na potrzebę podjęcia działań na rzecz poprawy jakości powietrza w odniesieniu do wybranych obszarów w strefie (zwykle o ograniczonym zasięgu) i dla określonych zanieczyszczeń.

Tabela 3-40. Lista stref zaliczonych do klasy C wg oceny rocznej za 2009 r. oraz obszary przekroczeń wartości kryterialnych określonych zanieczyszczeń (ochrona zdrowia) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Województwo	Strefa	Obszar	Zanieczyszczenie
dolnośląskie	Aglomeracja Wrocławska	Wrocław (ul. Wierzbowa Stare Miasto)	B(a)P, PM10
	miasto Jelenia Góra	Jelenia Góra (Park Zdrojowy Cieplice)	CO, PM10
	miasto Legnica	Legnica (al. Rzeczypospolitej)	B(a)P
		Legnica (al. Rzeczypospolitej, ul. Złotoryjska)	PM10
	powiat głogowski	Głogów (ul. Norwida)	PM10
	powiat kłodzki	Nowa Ruda (ul. Srebrna)	PM10
	powiat oławski	Oława (ul. Żołnierzy AK)	PM10
	powiat wałbrzyski	Szczawno Zdrój (ul. Kopernika)	B(a)P, PM10
	powiat zgorzelecki	Zgorzelec (ul. Bohaterów Getta), Działoszyn	B(a)P
		Zgorzelec, ul. Bohaterów Getta	PM10
	strefa dolnośląska	Jelenia Góra (Park Zdrojowy Cieplice), Czerniawa, Śnieżne Kotły, Śnieżka	O ₃
	strefa dzierzoniowsko-świdnicka	Świdnica (Rynek)	PM10
	strefa lubińskiego-polkowicka	Polkowice (ul. Kasztanowa)	B(a)P
		Polkowice (ul. Kasztanowa), Rudna	PM10
kujawsko-pomorskie	Agglomeracja Bydgoska	Bydgoszcz	B(a)P
		Bydgoszcz (ul. Kapuściska)	C ₆ H ₆
		Bydgoszcz (Śródmieście wraz ze Starym Miastem oraz osiedla: Okole, Bocianowo, Wilczak)	PM10
	miasto Toruń	Toruń	B(a)P
		Toruń (Chełmińskie, Mokre, Wrzosey, Rubinkowo)	PM10
	miasto Włocławek	pas wzdłuż drogi krajowej Nr 1	PM10
		Włocławek (os. Południe)	Ni
		Włocławek (ściśle centrum miasta)	C ₆ H ₆
	powiat nakielski	Nakło nad Notecią (centrum, w okolicy ulic: Bydgoskiej i Piotra Skargi)	PM10

Województwo	Strefa	Obszar	Zanieczyszczenie
	strefa chełmińsko-świecka	Świecie nad Wisłą (zabudowane centrum miasta i dzielnica Przechowo)	PM10
	strefa kujawsko-pomorska	obszar całej strefy kujawsko - pomorskiej	O ₃
	strefa mogileńsko-żnińska	Mogilno (centrum miasta)	C ₆ H ₆
		Żnin (centrum miasta)	PM10
lubelskie	Aglomeracja Lubelska	Lublin	PM10
	miasto Chełm	Chełm	PM10
	miasto Zamość	Zamość	PM10
lubuskie	miasto Gorzów Wlkp.	Gorzów Wlkp.	PM10
	miasto Zielona Góra	Zielona Góra	B(a)P
	strefa nowosolsko-wschowska	Wschowa	B(a)P, PM10
łódzkie	Aglomeracja Łódzka	Łódź (Śródmieście, Bałuty, Polesie, Górna), Zgierz (centrum miasta), Pabianice (całe miasto)	PM10
		Łódź (Śródmieście, Bałuty, Polesie, Górna), Zgierz (centrum miasta), Pabianice (centrum miasta)	B(a)P
	miasto Piotrków Trybunalski	Piotrków Trybunalski (centrum miasta)	PM10
	strefa łączyczo-zgierska	Kutno (centrum miasta)	PM10
		Kutno (zachodnia część centrum miasta)	B(a)P
	strefa łódzka	Południowa część województwa łódzkiego	O ₃
	strefa piotrkowsko-radomszczańska	Opoczno (centrum miasta), Radomsko (centrum miasta), Tomaszów Mazowiecki (centrum miasta)	PM10
	strefa sieradzko-wieluńska	Sieradz (centrum miasta), Wieluń (południowo-zachodnia część miasta)	PM10
	strefa skierniewicko-łowicka	Brzeziny (centrum miasta), Rawa Mazowiecka (centrum miasta)	PM10
małopolskie	Aglomeracja Krakowska	Aglomeracja Krakowska	NO ₂ , B(a)P
		Aglomeracja Krakowska, Swoszowice	PM10
	miasto Nowy Sącz	Nowy Sącz	B(a)P, PM10
	miasto Tarnów	Tarnów	B(a)P, PM10
	strefa bocheńsko-brzeska	Bochnia	B(a)P, PM10
	strefa chrzanowsko-olkuska	Chrzanów	B(a)P
		Chrzanów, Trzebinia, Olkusz, Oświęcim	PM10
	strefa dąbrowsko-tarnowska	Tuchów	B(a)P, PM10
	strefa gorlicko-limanowska	Gorlice	B(a)P, PM10
	strefa krakowsko-wielicka	Niepołomice	B(a)P
		Niepołomice, Skawina	PM10
	strefa miechowsko-proszowicka	Proszowice	B(a)P, PM10
	strefa myślenicko-suska	Wadowice	B(a)P
		Wadowice, Maków Podhalański	PM10
	strefa nowotarsko-tatrzańska	Nowy Targ	B(a)P

Województwo	Strefa	Obszar	Zanieczyszczenie
		Zakopane, Nowy Targ	PM10
mazowieckie	Aglomeracja Warszawska	Warszawa (Ochota)	NO ₂
		Warszawa (Ochota, Śródmieście, Targówek, Ursynów, Wawer, Mokotów)	PM10
		Warszawa (Wawer, Bemowo, Wola)	B(a)P
	miasto Ostrołęka	Ostrołęka	B(a)P, PM10
	miasto Płock	Płock	B(a)P, PM10
	miasto Radom	Radom	B(a)P, PM10
	miasto Siedlce	Siedlce	B(a)P
	powiat legionowski	Legionowo	B(a)P, PM10
	powiat nowodworski	Nowy Dwór Mazowiecki	B(a)P
	powiat otwocki	Otwock	B(a)P, PM10
	powiat piaseczyński	Piaseczno	B(a)P, PM10
	powiat wołomiński	Tuszczy, Wołomin	B(a)P, PM10
	strefa ciechanowsko-mławska	Ciechanów	B(a)P, PM10
	strefa kozienicko-grójecka	Grójec	B(a)P
	strefa ostrołęcko-ostrowska	Ostrów Mazowiecka	B(a)P
	strefa płocko-płońska	Gostynin, Płońsk, Sierpc	B(a)P
	strefa pruszkowsko-żyrardowska	Piastów, Żyrardów	PM10
		Pruszków	B(a)P
	strefa radomsko-zwoleńska	Szydłowiec	B(a)P
	strefa siedlecko-mińska	Węgrów, Sokołów	B(a)P
	strefa warszawsko-sochaczewska	Sochaczew	B(a)P
opolskie	powiat kędzierzyńsko-kozielski	Kędzierzyn-Koźle	C ₆ H ₆ , PM10
	strefa głubczycko-prudnicka	Głubczyce	B(a)P
	strefa krapkowicko-strzelecka	Zdzieszowice	PM10
	strefa namysłowsko-oleska	Namysłów, Olesno	B(a)P
		Olesno, Namysłów, Kluczbork	PM10
	strefa opolska	Opole	B(a)P, PM10
	województwo opolskie	obszar województwa opolskiego	O ₃
podkarpackie	miasto Przemyśl	Przemyśl (Śródmieście, os. Salezjańskie, os. Wojska Polskiego)	B(a)P, PM10
	miasto Rzeszów	Rzeszów (Śródmieście, Baranówka, Zalesie, Drabinianka, Wilkowyja)	B(a)P, PM10
	powiat jasielski	Jasło (obszar śródmiejski)	B(a)P, PM10
	strefa jarosławsko-lubaczowska	Jarosław (obszar śródmiejski)	B(a)P, PM10
	strefa krośnieńsko-sanocka	Krosno (obszar śródmiejski)	B(a)P, PM10
	strefa mielecko-dębicka	Mielec (os. Cyranka, Dziubków, SSE Euro-Park, Śródmieście)	B(a)P, PM10
	strefa tarnobrzesko-leżajska	Nisko (zachodnia część miasta)	B(a)P, PM10
podlaskie	miasto Łomża	Łomża	PM10
pomorskie	Aglomeracja Trójmiejska	Gdańsk (Przeróbka)	PM10
		Gdańsk (Przeróbka, Wrzeszcz), Gdynia (Śródmieście)	B(a)P
	miasto Słupsk	Słupsk (Śródmieście)	B(a)P

Województwo	Strefa	Obszar	Zanieczyszczenie
	strefa kartusko-kościerska	Kościerzyna	B(a)P, PM10
	strefa kwidzyńsko-tczewska	Tczew	B(a)P
		Tczew, Starogard Gdański	PM10
	strefa pucko-wejherowska	Władysławowo, Wejherowo	B(a)P
śląskie	Aglomeracja Górnośląska	Katowice, Sosnowiec, Gliwice, Bytom, Zabrze, Ruda Śląska, Tychy, Dąbrowa Górnicza, Chorzów, Mysłowice, Świętochłowice, Siemianowice Śląskie, Piekary Śląskie, Jaworzno	B(a)P, PM10
	Aglomeracja Rybnicko-jastrzębska	Rybnik, Żory, Jastrzębie Zdrój	B(a)P, PM10
	miasto Bielsko-Biała	Bielsko-Biała	B(a)P, PM10
	miasto Częstochowa	Częstochowa	B(a)P, PM10
	strefa bielsko-żywiecka	Powiaty: cieszyński, żywiecki, bielski	B(a)P
		Powiaty: żywiecki, cieszyński	PM10
	strefa bieruńsko-pszczyńska	Powiaty: bieruńsko-lędzki, pszczyński	B(a)P
	strefa częstochowsko-lubliniecka	Powiaty: częstochowski, kłobucki, lubliniecki, myszkowski	B(a)P
		Powiaty: lubliniecki, myszkowski	PM10
	strefa gliwicko-mikołowska	Powiat gliwicki	PM10
		Powiaty: gliwicki, mikołowski	B(a)P
	strefa raciborsko-wodzisławska	Powiaty: raciborski, wodzisławski, rybnicki	B(a)P, PM10
	strefa śląska	Bielsko-Biała, Częstochowa, powiaty: bielski, cieszyński, żywiecki, bieruńsko-lędzki, pszczyński, częstochowski, kłobucki, myszkowski, lubliniecki, gliwicki, mikołowski, raciborski, rybnicki, wodzisławski, tarnogórski, będziński, zawierciański	O ₃
	strefa tarnogórsko-będzińska	Powiaty: zawierciański, będziński, tarnogórski	B(a)P, PM10
świętokrzyskie	miasto Kielce	Kielce (centralna i zachodnia część miasta)	B(a)P, PM10
wielkopolskie	Aglomeracja Poznańska	Poznań	B(a)P, PM10
	miasto Kalisz	Kalisz	PM10
	miasto Leszno	Leszno	PM10
	strefa gnieźnieńsko-wrzesińska	Gniezno	PM10
		strefa gnieźnieńsko-wrzesińska	B(a)P
	strefa pilsko-złotowska	Piła	PM10
		strefa pilsko-złotowska	B(a)P
	strefa wielkopolska	strefa wielkopolska	O ₃
zachodniopomorskie	Aglomeracja Szczecińska	Szczecin (Śródmieście Centrum, Śródmieście Północ, Śródmieście Zachód, Nowe Miasto, Turzyn, Stare Miasto)	B(a)P
	miasto Koszalin	Koszalin (Śródmieście, os. Tysiąclecia, os. Lechitów)	B(a)P
	powiat gryfiński	Widuchowa	B(a)P
	powiat szczecinecki	Szczecinek - Zachód	B(a)P, PM10

Przekroczenia wartości kryterialnych stężeń w strefach zaliczonych do klasy C

Zaliczenie strefy do klasy C jest rezultatem wystąpienia przekroczenia, na określonym obszarze strefy, odpowiednich wartości kryterialnych danego zanieczyszczenia (poziomu dopuszczalnego powiększonego o margines tolerancji; poziomu dopuszczalnego, jeśli margines tolerancji nie jest określony; poziomu docelowego - z częstością większą od dozwolonej). Przekroczenia będące podstawą decyzji o zakwalifikowaniu strefy do klasy C są niemal zawsze udokumentowane wynikami pomiarów.

W 2009 roku w przypadku: benzenu, dwutlenku azotu, tlenku węgla i niklu przekroczenia wystąpiły na pojedynczych stanowiskach znajdujących się w poszczególnych strefach zaliczonych do klasy C (tab. 3-41).

Tabela 3-41. Liczba stanowisk, w strefach zaliczonych do klasy C, na których stwierdzono przekroczenia wartości kryterialnych stężeń zanieczyszczeń (ochrona zdrowia) w poszczególnych województwach w 2009 r. (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Województwo	Liczba stanowisk, na których stwierdzono przekroczenie wartości kryterialnych stężeń dla poszczególnych parametrów							
	NO ₂	PM10	PM10	C ₆ H ₆	CO	O ₃	Ni	B(a)P
	stężenie średnie roczne	stężenia 24-godz.	stężenie średnie roczne	stężenie średnie roczne	stężenia maks. 8-godz.	stężenia maks. 8-godz.	stężenie średnie roczne	stężenie średnie roczne
dolnośląskie		12	5		1	4		6
kujawsko-pomorskie		9	1	3			1	2
lubelskie		4						
lubuskie		2	2					1
łódzkie		10	1			1		4
małopolskie	1	18	16					11
mazowieckie	1	17	1					12
opolskie		6	3	1				4
podkarpackie		9	2					7
podlaskie		1						
pomorskie		3						8
śląskie		23	13			2		12
świętokrzyskie		1						
wielkopolskie		7				1		2
zachodniopomorskie		1						4
<i>Liczba stanowisk, na których wystąpiły przekroczenia¹⁾</i>	2	123	44	4	1	8	1	73
<i>Liczba stanowisk w strefach zaliczonych do klasy C²⁾</i>	11	168	70	12	1	14 ³⁾	2	75

Objaśnienia do tabeli 3-41:

- ¹⁾ Liczba stanowisk, na których wystąpiły przekroczenia określonych wartości kryterialnych dla danego zanieczyszczenia, w strefach zaliczonych do klasy C ze względu na to zanieczyszczenie.
- ²⁾ Łączna liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie dotyczącej danego zanieczyszczenia (lub parametru) w strefach zaliczonych do klasy C ze względu na to zanieczyszczenie.
- ³⁾ Liczba stanowisk z wystarczającą kompletnością serii pomiarów stężeń ozonu.

Przekroczenia wartości kryterialnej odnotowane w 2009 roku na największej liczbie stanowisk, spośród istniejących w strefach zaliczonych do klasy C, dotyczyły B(a)P. Poziom docelowy, określony dla stężeń średnich rocznych B(a)P, został przekroczony w 2009 roku na

73 z 75 stanowisk (ok. 97%) zlokalizowanych w rozważanych strefach. W dwóch poprzednich latach udział stanowisk z przekroczeniem poziomu docelowego B(a)P był podobnie wysoki (ok. 96%). Wiąże się to zarówno z bardzo niską wartością poziomu docelowego dla tego zanieczyszczenia, jak i z jego emisją z procesów spalania w sektorze komunalnym i mieszkaniowym w sezonie zimowym.

Na drugim miejscu, pod względem udziału stanowisk z przekroczeniami wartości kryterialnych w łącznej liczbie stanowisk znajdujących się w strefach zaliczonych do klasy C w 2009 roku, podobnie jak w dwóch poprzednich latach, jest pył PM₁₀. Przekroczenie wartości kryterialnej dla stężeń 24-godz. odnotowano w 2009 roku na 123 stanowiskach (ok. 73%) ze 168 znajdujących się w strefach sklasyfikowanych jako C i uwzględnionych w ocenie na podstawie stężeń 24-godz. PM₁₀. Przekroczenie dopuszczalnego poziomu określonego dla stężeń średnich rocznych PM₁₀ miało miejsce na 44 stanowiskach (ok. 63%) spośród 70 uwzględnionych w ocenie, znajdujących się w strefach sklasyfikowanych jako C na podstawie stężeń średnich rocznych PM₁₀.

W przypadku ozonu przekroczenia wartości kryterialnej odnotowano na 8 stanowiskach z 14 (ok. 57%) uwzględnionych w ocenie, znajdujących się w strefach zaliczonych do klasy C ze względu na ozon. W odniesieniu do ozonu reprezentatywność przestrzenna stanowisk pomiarowych, szczególnie na terenach pozamiejskich, obejmuje znaczny obszar, często wykraczający poza granice strefy, w której stanowisko się znajduje.

3.4. Wyniki oceny według kryteriów odniesionych do ochrony roślin

3.4.1. Dwutlenek siarki

Kryteria oceny

Tabela 3-42. Kryteria będące podstawą rocznej oceny jakości powietrza za 2009 r. - SO₂, ochrona roślin

Obszar	Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom SO ₂ w powietrzu w [µg/m ³]
Oz	rok kalendarzowy	20
Oz	pora zimowa (okres od 01 X do 31 III)	20

Wyniki oceny

W rocznej ocenie jakości powietrza dotyczącej SO₂ pod kątem ochrony roślin, klasyfikacji stref na pierwszym poziomie (wg parametrów) dokonano w oparciu o stężenia średnie roczne w 2009 roku oraz stężenia uśrednione w półroczu chłodnym, obejmującym okres 1.10.2008-31.03.2009.

Wszystkie spośród 125 stref podlegających ocenie zaliczono do klasy A w klasyfikacji wg obu parametrów. Tym samym, wszystkim strefom przypisano także klasę wynikową A (rys. 3-43). Podobnie jak w ocenach wykonanych dla kilku poprzednich lat, nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych poziomów SO₂ ustalonych w celu ochrony roślin.



Rysunek 3-43. Klasyfikacja stref w Polsce dla SO_2 na podstawie rocznej oceny jakości powietrza za rok 2009 (klasa wynikowa, ochrona roślin) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Metody oceny

Metody wskazane jako podstawa oceny rocznej dotyczącej SO_2 pod kątem ochrony roślin za 2009 rok przedstawiono w tabeli 3-43 i na rys 3-44.

Tabela 3-43. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla SO_2 (ochrona roślin) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Województwo	Liczba stref w województwie	Czas uśredniania stężeń – pora zimowa			Czas uśredniania stężeń – rok		
		Metoda oceny stężeń			Metoda oceny stężeń		
		p	m	i	p	m	i
dolnośląskie	13	2		11	2		11
kujawsko-pomorskie	11			11			11
lubelskie	5	5			5		
lubuskie	5	4		1	4		1
łódzkie	4	2		2	2	2	
małopolskie	8	8			8		
mazowieckie	13	4	9		4	9	
opolskie	6			6			6
podkarpackie	7	1		6	1		6
podlaskie	7	7			7		
pomorskie	6	6			6		
śląskie	6	6			6		
świętokrzyskie	3	1		2	1		2
warmińsko-mazurskie	7	1		6	1		6
wielkopolskie	10	10			10		
zachodniopomorskie	14	14			14		
Suma	125	71	9	45	71	11	43

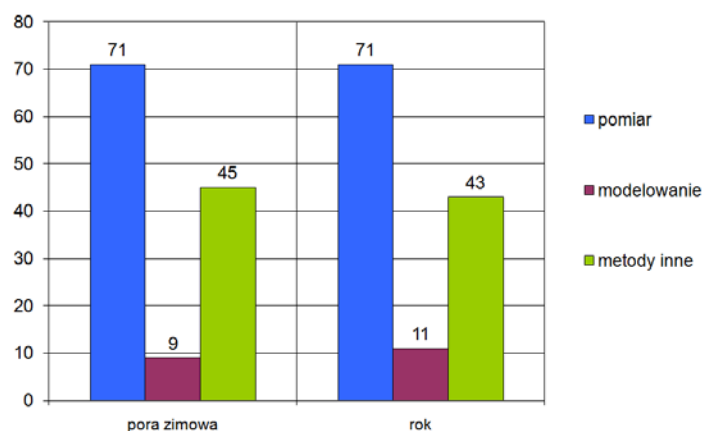
Metody oceny stężeń:

p - pomiary, których wyniki można uznać za wystarczającą podstawę oceny klasy strefy

m - matematyczne modelowanie rozkładów stężeń

i - pozostałe metody (w tym pomiary nie stanowiące wystarczającej podstawy oceny)

Uwaga: w zestawieniu uwzględniono metody wskazane jako podstawa oceny na etapie klasyfikacji wg parametrów



Rysunek 3-44. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla SO_2 (określenie klasy wg parametrów, ochrona roślin) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Spośród 125 stref podlegających ocenie dla SO_2 pod kątem kryteriów dotyczących ochrony roślin, 71 stref (57%) sklasyfikowano na podstawie wyników pomiarów. W oparciu o „metody inne”, w zależności od kryterium, ocenionych zostało 43 i 45 stref (34% i 36%). Dla 9 stref (7%), znajdujących się w województwie mazowieckim, jako metodę oceny stężeń średnich rocznych i stężeń średnich w półroczu chłodnym wskazano modelowanie matematyczne. Modelowanie wykorzystano także przy ocenie dotrzymania kryterium rocznego w dwóch strefach woj. łódzkiego.

3.4.2. Tlenki azotu

Kryteria oceny

Tabela 3-44. Kryteria będące podstawą rocznej oceny jakości powietrza za 2009 r. – NO_x^* , ochrona roślin

Obszar	Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom NO_x w powietrzu w [$\mu g/m^3$]
Oz	rok kalendarzowy	30

* NO_x - suma dwutlenku azotu i tlenku azotu w przeliczeniu na dwutlenek azotu

Wyniki oceny

W 2009 roku wszystkie 125 stref podlegających ocenie pod kątem NO_x z uwzględnieniem kryteriów dotyczących ochrony roślin sklasyfikowano jako A (rys. 3-45). W żadnej strefie nie został przekroczony poziom dopuszczalny NO_x w powietrzu ustanowiony w celu ochrony roślin.



Rysunek 3-45. Klasyfikacja stref w Polsce dla NO_x na podstawie rocznej oceny jakości powietrza za rok 2009 (ochrona roślin) (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Metody oceny

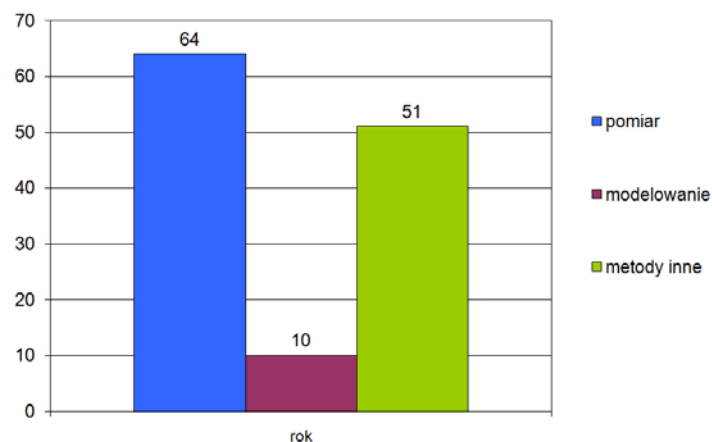
W ocenie dotyczącej NO_x pod kątem ochrony roślin za rok 2009 podstawę klasyfikacji większości stref stanowiły pomiary - wykorzystano je w 64 strefach (ponad 51% wszystkich). Modelowanie matematyczne zastosowano na potrzeby klasyfikacji 10 stref (8%) – w województwach mazowieckim i łódzkim. „Metody inne” stanowiły podstawę oceny w 51 strefach (ponad 41%) – tab.3-45, rys. 3-46.

Tabela 3-45. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla NO_x (ochrona roślin) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Województwo	Liczba stref podlegających ocenie w województwie	Metoda oceny stężeń		
		p	m	i
dolnośląskie	13	2		11
kujawsko-pomorskie	11			11
lubelskie	5	5		
lubuskie	5	1		4
łódzkie	4	2	2	
małopolskie	8	8		
mazowieckie	13	5	8	
opolskie	6			6
podkarpackie	7	1		6
podlaskie	7	7		
pomorskie	6	1		5
śląskie	6	6		
świętokrzyskie	3	1		2
warmińsko-mazurskie	7	1		6
wielkopolskie	10	10		
zachodniopomorskie	14	14		
Suma	125	64	10	51

Metody oceny stężeń:

p - pomiary, których wyniki można uznać za wystarczającą podstawę oceny klasy strefy
 m - matematyczne modelowanie rozkładów stężeń
 i - pozostałe metody (w tym pomiary nie stanowiące wystarczającej podstawy oceny)



Rysunek 3-46. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla NO_x (ochrona roślin) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMS/GIOŚ)

3.4.3. Ozon

Kryteria oceny

Tabela 3-46. Kryteria będące podstawą rocznej oceny jakości powietrza za 2009 r. – O_3 (AOT40), ochrona roślin

Obszar	Kryterium	Okres uśredniania stężeń	Kryterialna wartość wskaźnika (AOT40) dla O_3 w powietrzu
Oz	poziom docelowy	okres wegetacyjny (1 V – 31 VII)	18 000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)·h
Oz	poziom celu długoterminowego	okres wegetacyjny (1 V – 31 VII)	6 000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)·h

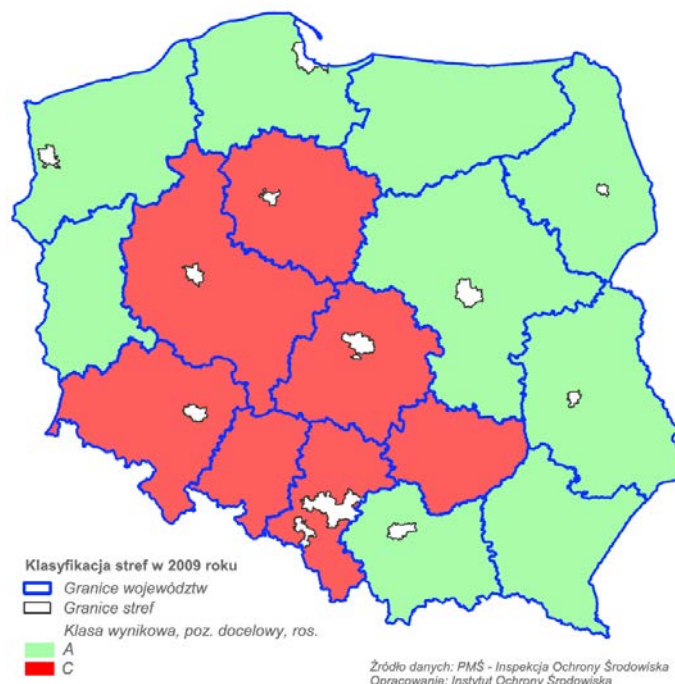
Wskaźnikiem jakości powietrza dla ozonu ustanowionym w celu ochrony roślin jest parametr AOT40. Jego wartość oblicza się na podstawie stężeń 1-godz., jako sumę różnic pomiędzy stężeniem średnim jednogodzinnym wyrażonym w $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a wartością $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dla każdej godziny w ciągu doby pomiędzy godziną 8.00 a 20.00 czasu środkowoeuropejskiego (CET), dla której stężenie jest większe niż $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Wartość tę uznaje się za dotrzymaną, jeżeli nie przekracza jej średnia z takich sum obliczona dla okresów wegetacyjnych z pięciu kolejnych lat. W przypadku braku danych pomiarowych z pięciu lat, dotrzymanie tej wartości sprawdza się na podstawie danych pomiarowych z co najmniej trzech lat.

Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu określa dwie wartości kryterialne dla ozonu dotyczące ochrony roślin: poziom docelowy oraz poziom celu długoterminowego. W ocenie pod kątem ochrony roślin, podobnie jak w przypadku ochrony zdrowia, dla ozonu dokonuje się podwójnej klasyfikacji stref: biorąc pod uwagę poziom docelowy (klasy A i C) oraz poziom celu długoterminowego (klasy D1 i D2).

Wyniki oceny

W wyniku rocznej oceny jakości powietrza za 2009 rok dotyczącej ozonu z uwzględnieniem poziomu docelowego ustanowionego dla ochrony roślin, spośród 16 stref podlegających ocenie 9 zaliczono do klasy A. Do klasy C zaliczono 7 stref (44%),

położonych w południowo-zachodniej i centralnej Polsce. Są to strefy: dolnośląska, wielkopolska, opolska, łódzka, świętokrzyska, śląska i kujawsko-pomorska (tab. 3-47, rys. 3-47).



Rysunek 3-47. Klasyfikacja stref w Polsce dla O_3 na podstawie rocznej oceny jakości powietrza za rok 2009 (poziom docelowy, ochrona roślin) (źródło danych: PMS/GIOŚ)

W klasyfikacji stref dokonanej na podstawie drugiego kryterium – poziomu celu długoterminowego – wszystkie strefy w kraju zaliczono do klasy D2 (tab. 3-47, rys. 3-48).

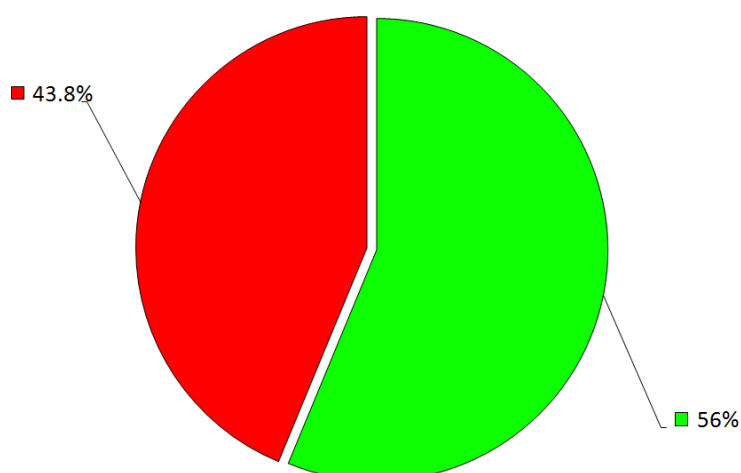
Tabela 3-47. Liczba stref dla O_3 zaliczonych do określonych klas (na podstawie poziomu docelowego i poziomu celu długoterminowego, ochrona roślin) w poszczególnych województwach w 2009 r. (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Województwo	Liczba stref w województwie	Liczba stref zaliczonych do określonych klas wg danego kryterium			
		Poziom docelowy		Poziom celu długoterminowego	
		A	C	D1	D2
dolnośląskie	1		1		1
kujawsko-pomorskie	1		1		1
lubelskie	1	1			1
lubuskie	1	1			1
łódzkie	1		1		1
małopolskie	1	1			1
mazowieckie	1	1			1
opolskie	1		1		1
podkarpackie	1	1			1
podlaskie	1	1			1
pomorskie	1	1			1
śląskie	1		1		1
świętokrzyskie	1		1		1
warmińsko-mazurskie	1	1			1
wielkopolskie	1		1		1
zachodniopomorskie	1	1			1

Województwo	Liczba stref w województwie	Liczba stref zaliczonych do określonych klas wg danego kryterium			
		Poziom docelowy		Poziom celu długoterminowego	
		A	C	D1	D2
Suma	16	9	7	0	16



Rysunek 3-48. Klasyfikacja stref w Polsce dla O_3 na podstawie rocznej oceny jakości powietrza za rok 2009 (poziom celu długoterminowego, ochrona roślin) (źródło danych: PMS/GIOŚ)



Rysunek 3-49. Procent stref zaliczonych do określonych klas dla O_3 (poziom docelowy, ochrona roślin) w Polsce w 2009 r. (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Metody oceny

W ocenie dotyczącej ozonu pod kątem kryteriów ustanowionych w celu ochrony roślin, w 2009 roku wszystkie strefy w kraju sklasyfikowano na podstawie pomiarów w stałych punktach (tab. 3-48).

Tabela 3-48. Liczba stref, w których jako podstawę rocznej oceny dla O₃ (ochrona roślin) w 2009 r. wskazano określone metody (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Województwo	Liczba stref w województwie	Czas uśredniania stężeń – AOT40		
		Metoda oceny stężeń		
		p	m	i
dolnośląskie	1	1		
kujawsko-pomorskie	1	1		
lubelskie	1	1		
lubuskie	1	1		
łódzkie	1	1		
małopolskie	1	1		
mazowieckie	1	1		
opolskie	1	1		
podkarpackie	1	1		
podlaskie	1	1		
pomorskie	1	1		
śląskie	1	1		
świętokrzyskie	1	1		
warmińsko-mazurskie	1	1		
wielkopolskie	1	1		
zachodniopomorskie	1	1		
Suma	16	16	-	-

Metody oceny stężeń:

p - pomiary, których wyniki można uznać za wystarczającą podstawę oceny klasy strefy

m - matematyczne modelowanie rozkładów stężeń

i - pozostałe metody (w tym pomiary nie stanowiące wystarczającej podstawy oceny)

Przyczyny przekroczeń wartości kryterialnych

Najczęściej, jako przyczyny przekroczenia kryterialnych wartości wskaźnika (AOT40) dla O₃ w powietrzu – poziomu docelowego i poziomu celu długoterminowego, wskazywano:

- oddziaływanie naturalnych źródeł emisji lub zjawisk naturalnych nie związanych z działalnością człowieka;
- niekorzystne warunki meteorologiczne/klimatyczne w rozważanym okresie;
- napływ zanieczyszczeń powietrza spoza granic kraju lub strefy.

Dla wszystkich stacji leżących na obszarze jednego województwa podawane były najczęściej te same przyczyny przekroczeń.

3.4.4. Łączna ocena w oparciu o kryteria określone dla ochrony roślin

Wyniki klasyfikacji stref

W rocznej ocenie jakości powietrza na podstawie kryteriów ustanowionych w celu ochrony roślin uwzględnia się trzy zanieczyszczenia: dwutlenek siarki SO₂, tlenki azotu NO_x i ozon O₃. Ocenie za 2009 rok podlegało 125 stref w odniesieniu do SO₂ i NO_x oraz 16 stref w przypadku O₃.

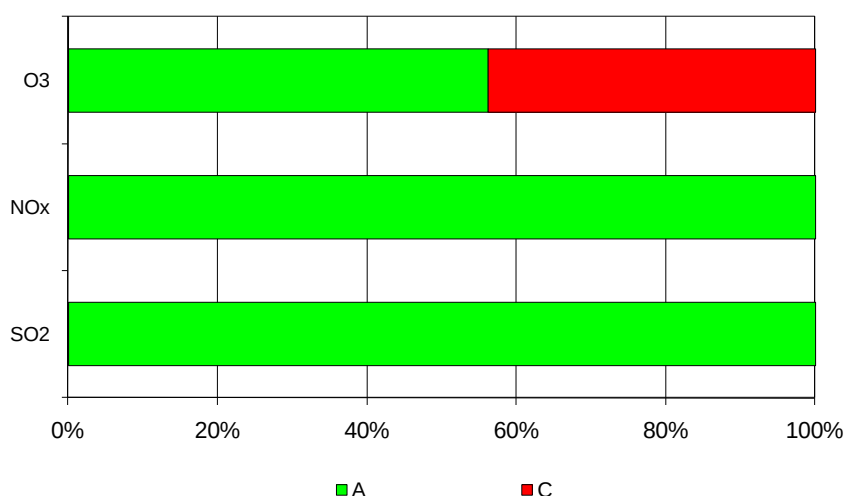
W wyniku oceny przeprowadzonej pod kątem zanieczyszczenia powietrza SO₂ (z uwzględnieniem dwóch kryteriów: poziomu dopuszczalnego dla stężeń średnich rocznych i poziomu dopuszczalnego dla pory zimowej) wszystkie strefy w kraju zaliczono do klasy A. W ocenie dotyczącej NO_x również wszystkie strefy sklasyfikowano jako A.

Oznacza to, że w 2009 roku w Polsce nie występowały przekroczenia wartości kryterialnych określonych dla SO₂ i NO_x w celu ochrony roślin.

W rezultacie oceny dotyczącej ozonu, 9 z 16 stref podlegających ocenie (ok. 56%) zaliczono do klasy A. Pozostałe 7 stref zaliczono do klasy C - z uwagi na przekroczenia poziomu docelowego (normowanej wartości parametru AOT40) ustanowionego w celu ochrony roślin.

Począwszy od 2007 roku, w ocenie jakości powietrza dotyczącej ozonu, w oparciu o kryteria określone w celu ochrony roślin, dokonuje się dodatkowej klasyfikacji stref, której kryterium stanowi poziom celu długoterminowego dla ochrony roślin. Wynikiem klasyfikacji jest zaliczenie strefy do klasy D1 lub D2. W 2009 roku poziom celu długoterminowego został przekroczony we wszystkich strefach w kraju (16 stref zaliczono do klasy D2 – zob. tab. 3-47).

Wyniki klasyfikacji stref dla zanieczyszczeń, dla których określono wartości kryterialne z uwagi na ochronę roślin, uzyskane w 2009 roku nie różniły się, pod względem liczby stref zaliczonych do określonych klas, od rezultatów oceny za rok 2008.



Rysunek 3-50. Udział stref zaliczonych do klasy A lub C w łącznej liczbie stref w Polsce w 2009 r. dla poszczególnych zanieczyszczeń (ochrona roślin) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Strefy zaliczone do klasy C

Jak już wspomniano, zaliczenie strefy do klasy C oznacza potrzebę podjęcia lub kontynuacji działań mających na celu osiągnięcie poziomów dopuszczalnych lub poziomów docelowych substancji w powietrzu – także w przypadku ochrony roślin. Działania takie, realizowane w ramach programu ochrony powietrza (POP), odnoszą się do określonych zanieczyszczeń i obszarów, na których stwierdzono przekroczenie wymienionych wyżej wartości kryterialnych.

Potrzeba prowadzenia działań na rzecz poprawy jakości powietrza, wynikająca z oceny pod kątem ochrony roślin za 2009 rok, dotyczy wyłącznie ozonu – podobnie jak w kilku poprzednich latach. Z uwagi na przekroczenie poziomu docelowego ozonu (kryterialnej wartości parametru AOT40) do klasy C zaliczono 7 z 16 stref (tab. 3-49).

Tabela 3-49. Liczba stref, zaliczonych do klasy C w poszczególnych województwach w 2009 r., dla zanieczyszczeń uwzględnianych w ocenie (ochrona roślin) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Województwo	Zanieczyszczenia bez ozonu				Ozon	
	Ogólna liczba stref w województwie	Liczba stref zaliczonych do klasy C			Ogólna liczba stref w województwie	Liczba stref zaliczonych do klasy C
		Razem	SO ₂	NO _x		
dolnośląskie	13				1	1
kujawsko-pomorskie	11				1	1
lubelskie	5				1	
lubuskie	5				1	
łódzkie	4				1	1
małopolskie	8				1	
mazowieckie	13				1	
opolskie	6				1	1
podkarpackie	7				1	
podlaskie	7				1	
pomorskie	6				1	
śląskie	6				1	1
świętokrzyskie	3				1	1
warmińsko-mazurskie	7				1	
wielkopolskie	10				1	1
zachodniopomorskie	14				1	
Suma	125	0	0	0	16	7

Obszary przekroczeń poziomu docelowego ozonu (określonej wartości parametru AOT40), na terenie stref zaliczonych do klasy C ze względu na to zanieczyszczenie, przedstawiono w tab. 3-50.

Tabela 3-50. Lista stref zaliczonych do klasy C oraz obszary przekroczeń poziomu docelowego dla ozonu (wartości kryterialnej AOT40) wg oceny za 2009 r. (ochrona roślin) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Województwo	Strefa	Obszar	Zanieczyszczenie
dolnośląskie	strefa dolnośląska	gminy: Świeradów Zdrój (Czerniawa), Piechowice (Śnieżne Kotły), Karpacz (Śnieżka)	O ₃
kujawsko-pomorskie	strefa kujawsko-pomorska	obszar całej strefy kujawsko - pomorskiej	O ₃
łódzkie	strefa łódzka	obszar całego województwa łódzkiego z wyłączeniem Aglomeracji Łódzkiej	O ₃
opolskie	województwo opolskie	obszar województwa opolskiego z wyłączeniem powiatu grodzkiego	O ₃
świętokrzyskie	województwo świętokrzyskie	powiaty: włoszczowski, jędrzejowski, pińczowski, kazimierski	O ₃
śląskie	strefa śląska	powiaty: bielski, cieszyński, żywiecki, bieruńsko-lędziński, pszczyński, częstochowski, kłobucki, myszkowski, lubliniecki, gliwicki, mikołowski, raciborski, rybnicki, wodzisławski, tarnogórski, będziński, zawierciański	O ₃
wielkopolskie	strefa wielkopolska	strefa wielkopolska	O ₃

Przekroczenia wartości kryterialnych stężeń w strefach zaliczonych do klasy C

Poziom docelowy określony dla ozonu w celu ochrony roślin został przekroczony na 6 z 7 stacji znajdujących się na terenie stref zaliczonych do klasy C ze względu na ozon w roku 2009.

Stężenia ozonu w powietrzu mierzone na określonych stanowiskach pomiarowych z reguły reprezentują poziom zanieczyszczenia na obszarach większych niż w przypadku innych substancji. Wyniki pomiarów stężeń ozonu na danym stanowisku (szczególnie na terenach pozamiejskich) mogą być, i niekiedy są, wykorzystywane do oceny jakości powietrza w strefach sąsiadujących z tymi, na terenie których znajduje się stacja pomiarowa.

3.5. Podsumowanie wyników oceny

3.5.1. Ocena z uwzględnieniem kryteriów ustanowionych w celu ochrony zdrowia

W ocenie jakości powietrza za 2009 rok przeprowadzonej w oparciu o kryteria ustanowione w celu ochrony zdrowia uwzględniono 11 substancji: dwutlenek siarki (SO₂), dwutlenek azotu (NO₂), tlenek węgla (CO), benzen (C₆H₆), ozon (O₃), pył PM₁₀ oraz ołów (Pb), arsen (As), kadm (Cd), nikiel (Ni) i benzo(a)piren (B(a)P) w pyłe PM₁₀.

Zgodnie z układem stref obowiązującym w ocenie za 2009 rok, uwzględniono w niej 170 stref dla wszystkich zanieczyszczeń z wyjątkiem ozonu i 28 stref w przypadku ozonu.

1. Spośród 170 stref, w wyniku oceny prowadzonej w odniesieniu do wymienionych substancji za wyjątkiem ozonu, w 74 (ok. 44% wszystkich) dla każdego z zanieczyszczeń klasa strefy została określona jako A. Taki wynik oceny oznacza, że na terenie tych stref stężenia żadnego z rozważanych zanieczyszczeń nie przekraczały wartości normatywnych obowiązujących w Polsce dla obszaru kraju i obszarów ochrony uzdrowiskowej.
W ocenie dotyczącej ozonu, obejmującej 28 stref, do klasy A, oznaczającej brak przekroczeń wartości normatywnej na obszarze strefy, zaliczono 22 strefy.
2. W rezultacie oceny za 2009 rok, w przypadku dwutlenku siarki, ołowiu, arsenu i kadmu wszystkie strefy w kraju zaliczono do klasy A. W ocenie dotyczącej dwutlenku azotu, benzenu, tlenku węgla i niklu, klasę inną niż A przypisano pojedynczym strefom: NO₂ - 3; C₆H₆ - 6; CO - 1; Ni - 1.
3. W przypadku 95 stref w kraju (ze 170) wynikiem klasyfikacji za 2009 rok dla jednego (lub więcej niż jednego) zanieczyszczenia (bez ozonu) było zaliczenie strefy do klasy C. Zakwalifikowanie strefy do klasy C wiąże się z wymaganiem podjęcia lub kontynuacji działań mających na celu osiągnięcie poziomów dopuszczalnych lub poziomów docelowych substancji w powietrzu (m.in. w ramach programów ochrony powietrza) – w odniesieniu do substancji i obszarów, dla których stwierdzono przekroczenia odpowiednich wartości kryterialnych stężeń. W porównaniu z rokiem 2008, liczba stref zaliczonych do klasy C w 2009 r. nie zmieniła się.
4. Największą liczbę stref zaliczono do klasy C ze względu na pył PM₁₀ (79 ze 170) – ok. 46%. W strefach tych zawsze miało miejsce przekroczenie poziomów dopuszczalnych dla stężeń 24-godz. PM₁₀, w części z nich równocześnie wystąpiło przekroczenie poziomów dopuszczalnych określonych dla stężeń średnich rocznych. Aktualnie obowiązujące w Polsce i w UE normy dotyczące stężeń 24-godz. PM₁₀ (poziom dopuszczalny z dozwoloną liczbą przekroczeń) oceniane są jako trudne do dotrzymania. Problemy z ich przekraczaniem występują także w innych krajach Europy.

5. Znaczna liczba stref została zaliczona do klasy C ze względu na B(a)P. Przekroczenie wartości kryterialnej - poziomu docelowego, wynoszącego 1 ng/m^3 (stężenie średnie roczne) wystąpiło w 73 strefach ze 170 (ok. 43%). Występowanie przekroczeń poziomu docelowego B(a)P wiąże się z jednej strony z jego bardzo niską wartością, z drugiej zaś z emisją B(a)P z licznych źródeł w sektorze komunalnym i mieszkaniowym, głównie w sezonie zimowym.
6. W wyniku oceny dotyczącej ozonu, w 2009 roku do klasy C zaliczono 6 z 28 stref (ok. 21%). Z uwagi na wielkoobszarowy charakter zanieczyszczenia powietrza ozonem można przypuszczać, że obszar przekroczeń wartości normatywnej (poziomu docelowego) w przypadku ozonu jest większy niż dla innych zanieczyszczeń, w tym B(a)P i pyłu PM10.

W ocenie opartej na dodatkowej wartości kryterialnej dla ozonu, jaką jest poziom celu długoterminowego (ochrona zdrowia), wszystkie strefy w kraju zostały zaliczone do klasy D2, co oznacza, że na ich obszarze występują stężenia wyższe od poziomu celu długoterminowego.
7. Wyniki klasyfikacji stref w ocenie za 2009 rok były zbliżone do uzyskanych w ocenie za 2008.

3.5.2. Ocena prowadzona w oparciu o kryteria określone ze względu na ochronę roślin

W ocenie jakości powietrza za 2009 rok przeprowadzonej w oparciu o kryteria ustanowione w celu ochrony roślin uwzględniono 3 zanieczyszczenia: dwutlenek siarki SO_2 , tlenki azotu NO_x i ozon O_3 . Ocenie podlegało 125 stref w przypadku SO_2 i NO_x oraz 16 w przypadku O_3 .

1. Wszystkie strefy w kraju, podlegające ocenie ze względu na SO_2 i NO_x pod kątem ochrony roślin, zaliczono do klasy A. Oznacza to, że w 2009 roku w Polsce nie występowały przekroczenia wartości kryterialnych określonych dla SO_2 i NO_x w celu ochrony roślin.
2. W odniesieniu do ozonu, 9 z 16 stref podlegających ocenie (ok. 56%) zaliczono do klasy A. Pozostałe 7 stref zaliczono do klasy C - z uwagi na przekroczenia poziomu docelowego (normowanej wartości parametru AOT40) ustanowionego w celu ochrony roślin. Poziom celu długoterminowego dla ozonu (ochrona roślin), stanowiący dodatkowe kryterium klasyfikacji stref dla tego zanieczyszczenia, został przekroczony na terenie wszystkich stref w kraju, dla których wykonuje się ocenę pod kątem narażenia roślin. Wszystkie strefy zostały zaliczone do klasy D2.
3. Wyniki klasyfikacji stref dla zanieczyszczeń, dla których określono wartości kryterialne z uwagi na ochronę roślin, uzyskane w 2009 roku, pod względem liczby stref zaliczonych do określonych klas, nie różniły się od rezultatów oceny za rok 2008.

Dokonując analizy i interpretacji wyników przedstawionej oceny jakości powietrza należy pamiętać, że zgodnie z zasadami wykonywania ocen rocznych, wynik klasyfikacji strefy odzwierciedla poziom stężenia danego zanieczyszczenia na wybranych obszarach strefy, traktowanych jako potencjalne rejony występowania wysokich stężeń rozważanej substancji. Zaliczenie strefy do klasy C nie oznacza zatem, że określone kryteria oceny jakości powietrza nie są spełnione na terenie całej strefy. Przypisanie strefie klasy C oznacza potrzebę podjęcia lub kontynuowania działań na rzecz poprawy jakości powietrza w odniesieniu do wybranych obszarów w strefie (zwykle o ograniczonym zasięgu) i dla określonych zanieczyszczeń.

Spis ważniejszych skrótów, pojęć i oznaczeń występujących w rozdziale

Skróty nazw aktów prawnych

rozporządzenie MŚ - rozporządzenie Ministra Środowiska

rozporządzenie MŚ w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu – rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 17 grudnia 2008 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. z 2009 r. Nr 5, poz. 31)

rozporządzenie MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu - rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 marca 2008 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2008 r. Nr 47, poz. 281)

rozporządzenie MŚ w sprawie stref - rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 marca 2008 r. w sprawie stref, w których dokonuje się oceny jakości powietrza (Dz. U. z 2008 r. Nr 52, poz. 310)

rozporządzenie MŚ w sprawie zakresu i sposobu przekazywania informacji – rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie zakresu i sposobu przekazywania informacji dotyczących zanieczyszczenia powietrza (Dz. U. z 2008 r. Nr 216, poz. 1377)

ustawa - Poś lub Ustawa – ustawa Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. (Dz. U. z 2008 r. Nr 25, poz. 150, z późn. zm.)

Dyrektywa 2002/3/WE - dyrektywa 2002/3/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 lutego 2002 r. odnosząca się do ozonu w otaczającym powietrzu (Dz. Urz. WE L 67 z 09.03.2002, str. 14)

Dyrektywa 2004/107/WE - dyrektywa 2004/107/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15 grudnia 2004 r. w sprawie arsenu, kadmu, rtęci, niklu i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w otaczającym powietrzu (Dz. Urz. UE L 23 z 26.01.2005, str. 3)

Dyrektywa 2008/50/WE - dyrektywa 2008/50/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystsze powietrze dla Europy (Dz. Urz. UE L. 152 z 11.06.2008, str.1)

Inne skróty i terminy

Rodzaj obszaru:

Oz – obszar zwykły, do którego odnoszą się wartości dopuszczalnych stężeń określone dla terenu kraju

Uz – obszar ochrony uzdrowiskowej

Terminy dotyczące klasyfikacji stref:

Klasy stref:

A, B, C (zob. tabele 3-1 - 3-3 w rozdziale 3.2.3)

D1, D2 (zob. tabela 3-4 w rozdziale 3.2.3)

Klasy według parametrów – określane dla każdego zanieczyszczenia, dla każdego parametru-kryterium znajdującego zastosowanie w danej strefie (tzn. z uwzględnieniem różnych czasów uśredniania stężeń dopuszczalnych: rok, 24 godz., 1 godz. oraz norm dla obszarów ochrony uzdrowiskowej)

Klasa wynikowa (dla danego zanieczyszczenia w strefie) - jedna klasa odniesiona do danego zanieczyszczenia (określona dla każdego zanieczyszczenia, oddzielnie ze względu na ochronę zdrowia i ze względu na ochronę roślin) odpowiadająca klasie najmniej korzystnej spośród uzyskanych dla tego zanieczyszczenia z klasyfikacji według parametrów

POP – program ochrony powietrza

Oznaczenia metod wskazanych jako podstawa oceny klasy strefy w roku 2009:

- p** - pomiary, których wyniki można uznać za wystarczającą podstawę oceny klasy strefy
- m** - wyniki matematycznego modelowania rozkładów stężeń
- i** - pozostałe metody

Materiały źródłowe:

1. Wyniki oceny rocznej za 2009 rok z poszczególnych województw, przygotowane i przekazane do GIOŚ przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska, zgromadzone w bazie danych OR8.
2. Wyniki ocen rocznych za lata 2002-2008 z poszczególnych województw, przygotowane i przekazane do GIOŚ przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska, zgromadzone w bazach danych OR.

Bibliografia

1. Raporty wojewódzkie z rocznej oceny jakości powietrza za 2009 rok, opracowane przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska w 2010 r.
2. Raporty wojewódzkie z rocznych ocen jakości powietrza za lata 2002-2008, opracowane przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska w latach 2003-2009
3. Mitosek G., Iwanek J., Kobus D.: Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2009, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, Warszawa 2010, (<http://www.gios.gov.pl>)
4. Mitosek G., Iwanek J., Kobus D.: Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2008, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, Warszawa 2009 (<http://www.gios.gov.pl>)
5. Kobus D., Mitosek G., Iwanek J.: Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2007, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 2008 (<http://www.gios.gov.pl>)
6. Mitosek G., Bąk K., Kobus D.: Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2006, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 2007 (<http://www.gios.gov.pl>)
7. Mitosek G., Skotak K., Kobus D.: Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2005, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 2006 (<http://www.gios.gov.pl>)
8. Mitosek G., Skotak K.: Ocena jakości powietrza w Polsce za rok 2004, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 2005 (<http://www.gios.gov.pl>)
9. Mitosek G., Skotak K., Iwanek J., Kobus D.: Ocena jakości powietrza w Polsce za rok 2003, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 2004 (<http://www.gios.gov.pl>)

10. Mitosek G., Skotak K., Iwanek J.: Ocena jakości powietrza w Polsce za rok 2002, praca niepublikowana, wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 2003
11. Mitosek G., Iwanek J., Kobus D.: Informacje na temat wybranych aspektów rocznej oceny jakości powietrza oraz dodatkowe uwagi dotyczące wypełniania bazy OR za 2009 rok, praca niepublikowana, wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, Warszawa 2010
12. Mitosek G., Iwanek J., Kobus D.: Wskazówki do pięcioletniej oceny jakości powietrza pod kątem jego zanieczyszczenia: SO₂, NO₂, NO_x, CO, C₆H₆, O₃, pyłem PM₁₀ oraz As, Cd, Ni, Pb i BaP, praca niepublikowana, wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, Warszawa 2010
13. Mitosek G., Iwanek J.: Wskazówki do przeprowadzenia drugiej pięcioletniej oceny jakości powietrza wykonywanej na mocy art. 88 ustawy - Prawo ochrony środowiska i do określenia wymagań w zakresie systemu ocen rocznych dla SO₂, NO₂, NO_x, PM₁₀, Pb, CO, C₆H₆ i O₃, praca niepublikowana wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 2007
14. Mitosek G., Iwanek J., Skotak K.: Wskazówki do pierwszej rocznej oceny jakości powietrza wykonywanej wg zasad określonych w art. 89 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska, praca niepublikowana wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 2003
15. Praca zespołowa pod kier. Mitosek G.: Wskazówki do modernizacji monitoringu jakości powietrza pod kątem dostosowania systemu do wymagań przepisów Unii Europejskiej ze szczególnym uwzględnieniem dużych miast, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2000

4. WYBRANE PROBLEMY ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA W POLSCE - ANALIZA DLA ROKU 2009

4.1. Wstęp

W niniejszym rozdziale przedstawiono informacje na temat jakości powietrza w Polsce w 2009 roku, na terenie aglomeracji i miast o liczbie mieszkańców większej od 100 tys. (nie wchodzących w skład aglomeracji) uwzględniające 11 zanieczyszczeń oraz analizę zanieczyszczenia powietrza w skali kraju w odniesieniu do stężeń ozonu i pyłu PM₁₀.

Informacje zaprezentowane w rozdziale opracowano na podstawie wyników pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ), przekazywanych przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska (WIOŚ) do Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska za pośrednictwem krajowej bazy danych JPOAT.

W ocenie jakości powietrza na obszarze aglomeracji i rozważanych miast uwzględniono zanieczyszczenia, dla których prawo polskie oraz dyrektywy UE określają wartości dopuszczalne stężeń w powietrzu (poziomy dopuszczalne, poziomy docelowe, poziom celu długoterminowego dla ozonu), ustanowione w celu ochrony zdrowia ludzi, tzn.: dwutlenek siarki, dwutlenek azotu, benzen, tlenek węgla, ozon, pył PM₁₀, ołów, arsen, kadm, nikiel i benzo(a)piren. Uwzględniono również (w ograniczonym zakresie) stężenia pyłu bardzo drobnego PM_{2,5}, dla którego nie są jeszcze w Polsce określone wartości dopuszczalnych stężeń, ale który stanowi istotne potencjalne zagrożenie dla zdrowia. Wyniki pomiarów stężeń pyłu PM_{2,5} odniesiono do wartości dopuszczalnej określonej w dyrektywie 2008/50/WE.

Omawiając zanieczyszczenie powietrza w aglomeracjach i wybranych miastach przedstawiono wartości stężeń rozważanych substancji rejestrowane w 2009 roku na stanowiskach zlokalizowanych na ich terenie. Przedstawiono również trendy zmian stężeń zanieczyszczeń, obserwowane na wybranych stacjach znajdujących się na terenie aglomeracji.

W części dotyczącej zanieczyszczenia powietrza ozonem w skali kraju, przedstawiono ogólne informacje na temat stężeń ozonu w Polsce w 2009 roku. Dokonano oceny stężeń, pod kątem kryteriów dotyczących ochrony zdrowia, na terenie miast oraz na obszarach poza miastami, zwracając uwagę na przekroczenia wartości dopuszczalnych (poziom docelowy i cel długoterminowy), obowiązujących w Polsce i UE. Przedstawiono trendy zmian stężeń ozonu uśrednione dla wszystkich stanowisk w kraju.

Dla ozonu przeprowadzono także ocenę stężeń pod kątem kryteriów ustanowionych w celu ochrony roślin, na podstawie pomiarów prowadzonych na stanowiskach pozamiejskich i podmiejskich.

Ze względu na wagę problemu zanieczyszczenia powietrza pyłem PM₁₀, opracowanie zawiera bardziej obszerną analizę tego zagadnienia, odniesioną do skali kraju. Omówiono ogólny stan zanieczyszczenia powietrza pyłem w Polsce w 2009 roku. Przedstawiono informacje na temat stężeń uzyskanych z pomiarów na terenie miast i poza miastami, nawiązując do obowiązujących norm.

W ocenie jakości powietrza na terenie aglomeracji i miast uwzględniono 12 istniejących w Polsce aglomeracji o liczbie mieszkańców powyżej 250 tys. oraz 18 miast liczących powyżej 100 tys. mieszkańców, nie wchodzących w skład aglomeracji. Analizy i oceny odnoszące się do poszczególnych zanieczyszczeń prowadzono z uwzględnieniem tych aglomeracji i miast, dla których dostępne były odpowiednie dane pomiarowe dla rozważanych zanieczyszczeń. W przypadku braku odpowiednich danych pomiarowych

z określonej aglomeracji lub miasta, miasta te były pomijane w ocenie dotyczącej danego zanieczyszczenia. W analizach wykorzystano wyniki pomiarów stężeń prowadzonych na stałych stacjach monitoringu, za pomocą mierników automatycznych i metod manualnych.

Zgodnie z wieloletnią praktyką, wyniki zawarte w krajowej bazie danych, w postaci rocznych serii pomiarowych, podlegają dwustopniowej kontroli. Pierwszym stopniem jest weryfikacja na poziomie poszczególnych województw, prowadzona przez WIOŚ. Drugim etapem jest dokonywanie przeglądu wyników na poziomie krajowym – w Instytucie Ochrony Środowiska - Państwowym Instytucie Badawczym.

Serie zaakceptowane na obu poziomach poddawane są ocenie i selekcji pod kątem spełnienia określonych kryteriów, stanowiących minimalne wymagania pozwalające na poprawne obliczanie parametrów statystycznych wykorzystywanych w ocenie jakości powietrza.

Stężenia dopuszczalne (poziomy dopuszczalne, docelowe, cel długoterminowy) dla rozważanych zanieczyszczeń podane zostały w rozdziale 3 niniejszego raportu.

4.2. Ocena zanieczyszczenia powietrza w aglomeracjach i wybranych miastach

4.2.1. Dwutlenek siarki

Zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem siarki w aglomeracjach i wybranych miastach

W ocenie średnich dobowych stężeń SO_2 wykorzystywane są wyniki pomiarów manualnych i automatycznych. Ocenę stanu zanieczyszczenia powietrza za rok 2009 oparto na wynikach pomiarów uzyskanych z 67 stanowisk zlokalizowanych na terenie 12 aglomeracji oraz 16 miast powyżej 100 tys. mieszkańców, nie będących aglomeracjami. W ocenie stężeń 1-godzinnych, opartej na wynikach pomiarów automatycznych, wykorzystano dane z 49 stanowisk funkcjonujących na terenie 11 aglomeracji oraz 12 miast.

Na terenie aglomeracji i miast uwzględnionych w ocenie percentyl $S_{99,2}^7$ z serii stężeń 24-godzinnych SO_2 w 2009 przyjmował wartości od 2 do $124 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Uśredniona dla miasta lub aglomeracji wartość tego wskaźnika wynosiła od $5,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Bydgoszczy do $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Legnicy (tab. 4-1, rys. 4-1). Spośród miast i aglomeracji, gdzie pomiar prowadzony był tylko na jednym stanowisku, najniższą wartość percentyla $S_{99,2}$ zanotowano w Gorzowie Wielkopolskim ($21 \mu\text{g}/\text{m}^3$), najwyższą w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej ($88 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Na stanowiskach o najwyższych wartościach percentyla w danej aglomeracji lub mieście, wartości percentyla $S_{99,2}$ dwutlenku siarki mieściły się w zakresie od $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $124 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe wartości tego parametru uzyskano z pomiarów na stanowiskach znajdujących się na terenie Aglomeracji Krakowskiej oraz w Legnicy ($101 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (rys. 4-1).

Na żadnym ze stanowisk, znajdujących się w aglomeracjach i miastach uwzględnionych w ocenie, wartość dopuszczalnego poziomu stężenia 24-godz. SO_2 ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nie została przekroczona z częstotliwością większą niż dozwolone 3 razy. Trzy dni z przekroczeniami tej wartości kryterialnej wystąpiły na jednej stacji – w Krakowie.

⁷ W przypadku pełnej serii pomiarowej stężeń 24-godz. SO_2 percentyl $S_{99,2}$ przekracza wartość $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, gdy w serii jest więcej niż dozwolone 3 przypadki przekroczeń wartości dopuszczalnej $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Przekroczenie wartości $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez percentyl $S_{99,2}$ serii wyników stężeń dobowych SO_2 jest równoznaczne z przekroczeniem poziomu dopuszczalnego 24-godz. określonego w rozporządzeniu MŚ.

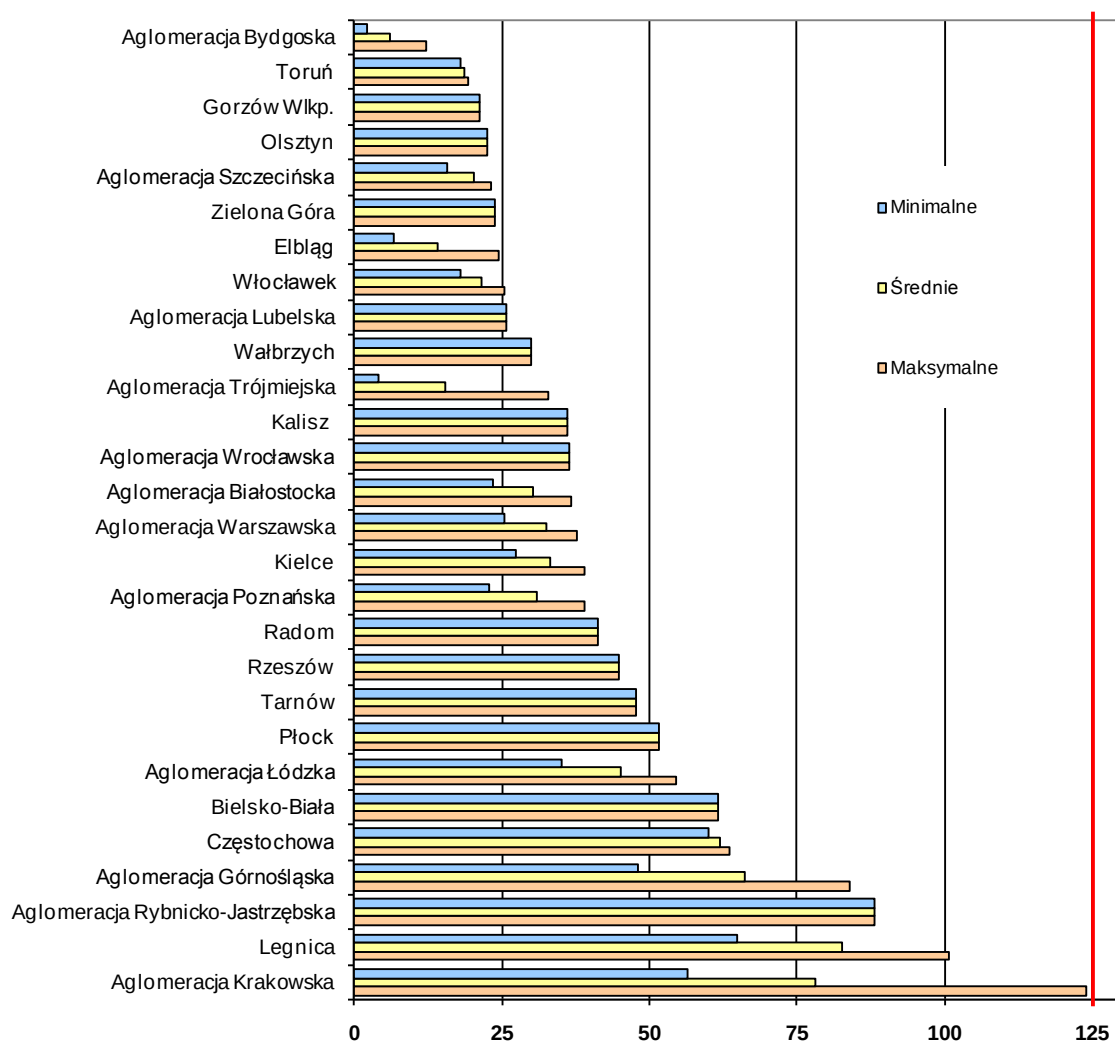
Tabela 4-1. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii 24-godz. i 1-godz. pomiarów stężeń SO₂ prowadzonych w 2009 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Agglomeracja /miasto	Województwo	Percentyl S99,2 ze stężeń 24-godz. SO ₂					Percentyl S99,7 ze stężeń 1-godz. SO ₂				
		Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
Agglomeracja Białostocka	podlaskie	2		23,6	30,1	36,6	2		37,9	41,7	45,4
Agglomeracja Bydgoska	kujawsko-pomorskie	3		2,0	5,9	12,1					
Agglomeracja Górnośląska	śląskie	7		48,1	66,1	83,8	7		85,0	104,6	141,3
Agglomeracja Krakowska	małopolskie	4		56,3	78,0	124,0	3		74,0	92,3	112,9
Agglomeracja Lubelska	lubelskie	1		25,8	25,8	25,8	1		39,9	39,9	39,9
Agglomeracja Łódzka	łódzkie	4		35,1	45,0	54,5	4		59,3	72,1	89,0
Agglomeracja Poznańska	wielkopolskie	2		22,7	30,9	39,1	2		34,0	47,6	61,1
Agglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	śląskie	1		88,0	88,0	88,0	1		140,0	140,0	140,0
Agglomeracja Szczecińska	zachodnio-pomorskie	3		15,7	20,2	23,0	3		25,8	33,0	38,9
Agglomeracja Trójmiejska	pomorskie	11		4,2	15,3	32,9	7		27,2	37,2	63,0
Agglomeracja Warszawska	mazowieckie	4		25,5	32,5	37,8	4		36,1	54,4	74,7
Agglomeracja Wrocławska	dolnośląskie	1		36,3	36,3	36,3	1		60,3	60,3	60,3
Bielsko-Biała	śląskie	1		61,5	61,5	61,5	1		94,0	94,0	94,0
Częstochowa	śląskie	2		60,1	61,8	63,5	2		91,8	93,9	96,0
Elbląg	warmińsko-mazurskie	4		6,6	14,2	24,5	1		32,7	32,7	32,7
Gorzów Wlkp.	lubuskie	1		21,1	21,1	21,1	1		34,2	34,2	34,2
Kalisz	wielkopolskie	1		35,9	35,9	35,9					
Kielce	świętokrzyskie	2		27,4	33,2	39,0					
Legnica	dolnośląskie	2		64,7	82,7	100,6	2		94,6	186,3	277,9
Olsztyn	warmińsko-mazurskie	1		22,6	22,6	22,6	1		33,6	33,6	33,6
Płock	mazowieckie	1		51,5	51,5	51,5	1		102,3	102,3	102,3
Radom	mazowieckie	1		41,2	41,2	41,2	1		61,0	61,0	61,0
Rzeszów	podkarpackie	1		44,8	44,8	44,8	1		72,9	72,9	72,9
Tarnów	małopolskie	1		47,8	47,8	47,8	1		75,0	75,0	75,0
Toruń	kujawsko-pomorskie	2		18,0	18,6	19,2					
Wałbrzych	dolnośląskie	1		29,9	29,9	29,9	1		53,4	53,4	53,4
Włocławek	kujawsko-pomorskie	2		18,0	21,7	25,3					

Aglomeracja /miasto	Województwo	Percentyl S99,2 ze stężeń 24-godz. SO ₂					Percentyl S99,7 ze stężeń 1-godz. SO ₂				
		Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
Zielona Góra	lubuskie	1	-	23,7	23,7	23,7	1	-	35,0	35,0	35,0
Razem		67	-	2,0	-	124,0	49	-	25,8	-	277,9

Objaśnienia do tabeli 4-1:

- ¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie dla określonego czasu uśredniania stężeń,
- ²⁾ liczba stanowisk, na których wartość określonego parametru była wyższa od odpowiedniego stężenia dopuszczalnego,
- ³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2009 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście.



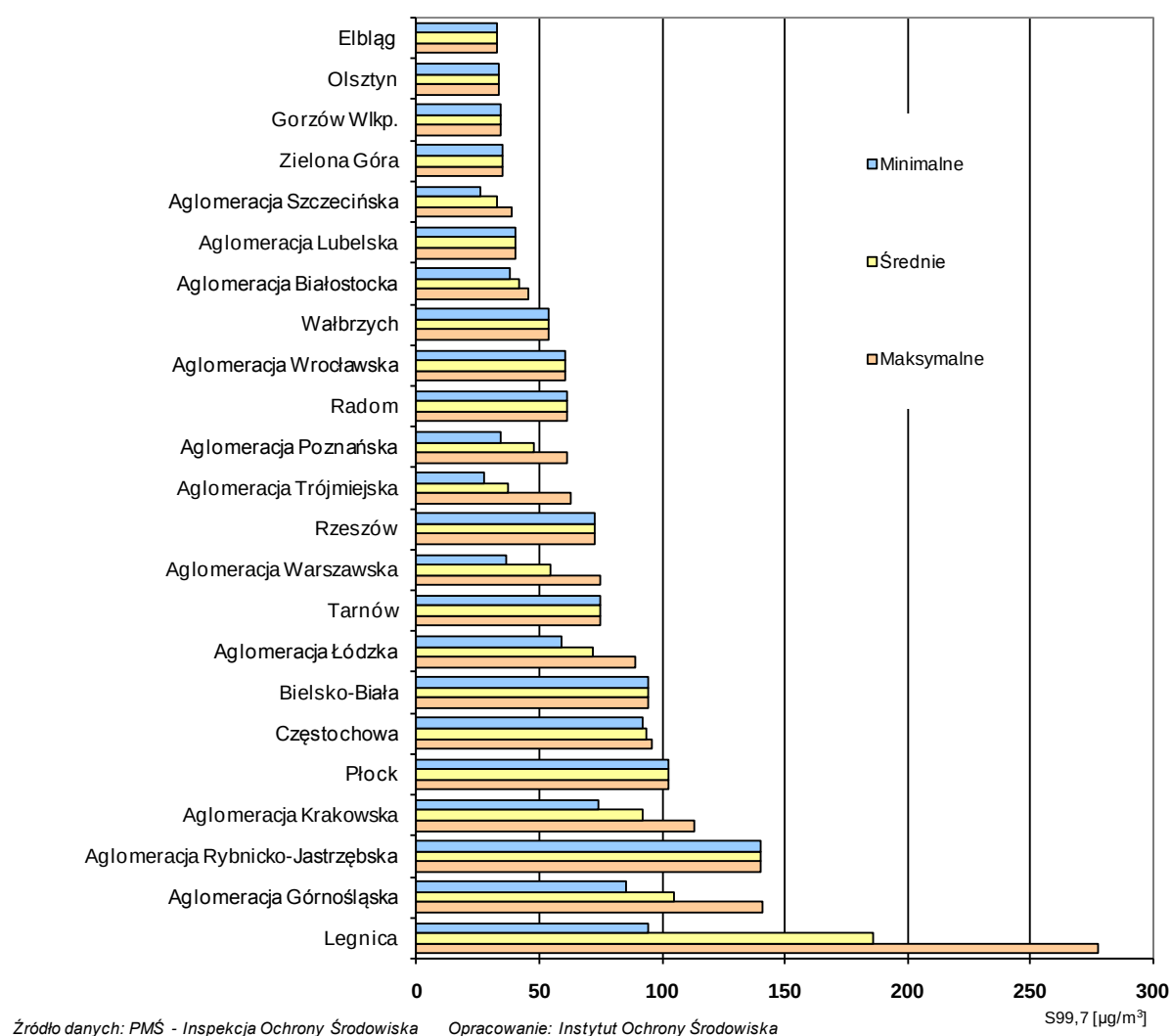
Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska

S99,2 [µg/m³]

Rysunek 4-1. Wartości percentyla S99,2 ze stężeń 24-godzinnych SO₂ uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2009 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Wartość percentyla S99,7⁸ z serii stężeń 1-godz., na terenie aglomeracji i rozważanych miast wynosiły od 26 (Aglomeracja Szczecińska) do 278 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Legnica). Wartości percentyla uśrednione dla miasta lub aglomeracji zmieniały się w zakresie od 33 do 186 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (tab. 4-1, rys. 4-2). Najniższe spośród średnich wartości rozważanego percentyla uzyskano z pomiarów prowadzonych w Aglomeracji Szczecińskiej, najwyższe w Legnicy. Spośród miast i aglomeracji, gdzie pomiar prowadzony był tylko na jednym stanowisku, najniższą wartość percentyla S99,2 zanotowano w Elblągu (33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), najwyższą w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Na stanowiskach z najwyższymi wartościami percentyla S99,7 ze stężeń 1-godz. SO_2 w poszczególnych aglomeracjach i miastach, jego wartości mieściły się w zakresie: 33-278 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe wartości uzyskano z pomiarów na terenie Legnicy. Podobnie jak w przypadku stężeń 24-godzinnych, na żadnym stanowisku w rozważanych aglomeracjach i miastach nie nastąpiło przekroczenie normy określonej dla stężeń 1-godz.



Rysunek 4-2. Wartości percentyla S99,7 ze stężeń 1-godzinnych SO_2 uzyskane z pomiarów na terenie aglomeracji i wybranych miast w 2009 r. (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

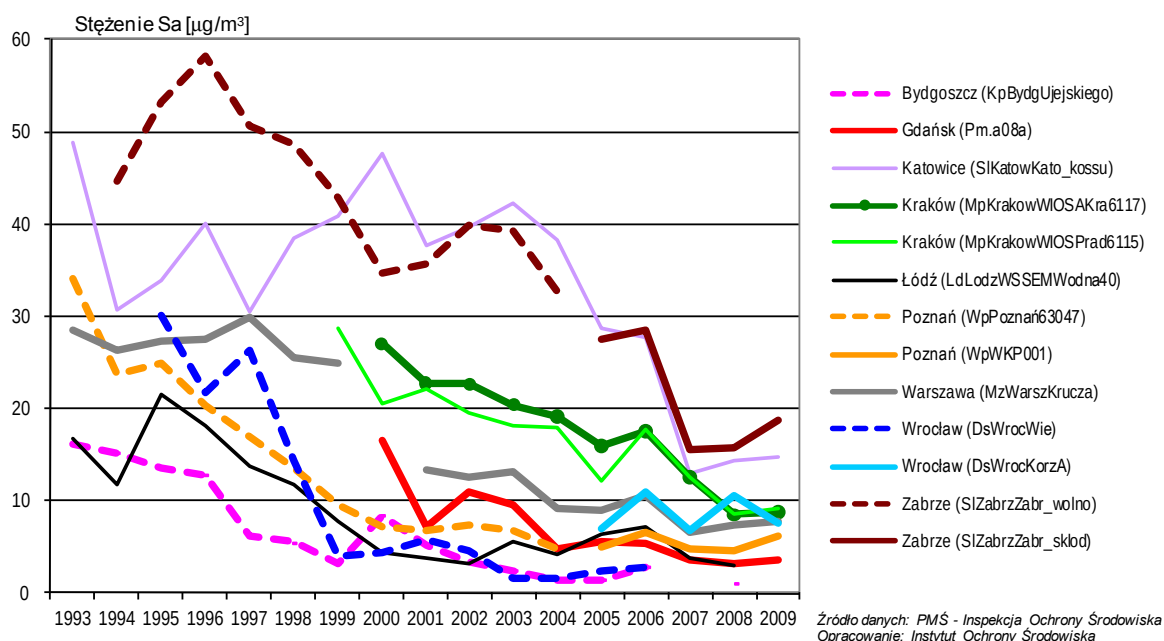
⁸ W przypadku pełnej serii pomiarowej stężeń 1-godz. SO_2 percentyl S99,7 przekracza wartość 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, gdy w serii jest więcej niż dozwolone 24 przypadki przekroczeń wartości dopuszczalnej 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Przekroczenie wartości 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ przez percentyl S99,7 serii wyników stężeń 1-godz. SO_2 jest równoznaczne z przekroczeniem poziomu dopuszczalnego 1-godz. określonego w rozporządzeniu MŚ.

Na terenie aglomeracji rozważanych w ocenie znajdują się dwa uzdrowiska: Swoszowice oraz Sopot. Na ich obszarze również nie wystąpiło przekroczenia ostrzejszych norm, określonych dla uzdrowisk.

Średnie roczne stężenia SO_2 (dla których nie ma obecnie obowiązującej normy, określającej stężenie dopuszczalne ze względu na ochronę zdrowia) w rozważanych miastach w 2009 roku wynosiły średnio od 0,6 do $24,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najniższe średnie stężenia uzyskano z pomiarów na stanowisku w Bydgoszczy, najwyższe – na stanowisku w Krakowie.

Trendy zmian stężeń dwutlenku siarki na wybranych stacjach

Średnioroczne wartości stężeń SO_2 , na większości z wybranych do analiz stacji zlokalizowanych w aglomeracjach, wykazywały w latach 1993-2005 ogólną tendencję malejącą. W roku 2006, na większości stacji uwzględnionych w analizie, nastąpił wzrost stężeń w stosunku do wartości obserwowanych w 2005 r. W roku 2007 nastąpił powrót do trendu spadkowego na wszystkich analizowanych stacjach pomiarowych (rys. 4-3) – w przypadku dwóch stacji, w Zabrzu (SIZabrzZabr_sklod) i w Katowicach (SIKatowKato_kossu), spadek ten był znaczący. Zarejestrowane stężenia były niższe niż w roku poprzednim, głównie ze względu na korzystniejsze warunki meteorologiczne. Spadek średnich rocznych stężeń obserwowanych na wymienionych stacjach z województwa śląskiego sięgał ok. 50%.



Rysunek 4-3. Stężenie średnie roczne dwutlenku siarki w latach 1993-2009 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce (za pomocą linii z kropkami oznaczono stanowiska komunikacyjne)
(źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

W roku 2008 na pięciu stanowiskach, spośród dziewięciu dla których dostępne były również dane z roku poprzedniego, nastąpił nieznaczny spadek wartości średniej rocznej dwutlenku siarki. Największy, wynoszący ok. $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ spadek zanotowano na dwóch stacjach krakowskich. Wzrost, w porównaniu do poprzedniego roku, wystąpił na czterech stacjach. Tutaj również różnice były nieznaczne, największą zarejestrowano we Wrocławiu (wzrost o $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

W roku 2009 na siedmiu z ośmiu stanowisk wystąpił wzrost stężeń średnich rocznych SO_2 . Wzrost ten był w przypadku 5 stanowisk niewielki, nie przekraczał $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Jedynym

stanowiskiem uwzględnionym w zestawieniu, na którym zanotowano spadek stężeń, jest stanowisko we Wrocławiu, na którym w roku poprzednim wystąpił podobnej wielkości wzrost stężeń, jak w 2009 roku spadek (po ok. $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Na większości prezentowanych na wykresie stanowisk, stężenia średnie roczne dwutlenku siarki w latach 2007-2009 nie zmieniały się istotnie z roku na rok.

Podobnie jak latach 2007 i 2008, na żadnej z rozważanych stacji w 2009 nie wystąpiły przekroczenia wartości normatywnych określonych dla stężeń 24-godzinnych i 1-godzinnych.

4.2.2. Dwutlenek azotu

Zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem azotu w aglomeracjach i wybranych miastach

Przy ocenie zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem azotu bierze się pod uwagę stężenia średnie roczne oraz 1-godzinne dla których określone są stężenia (poziomy) dopuszczalne (zamieszczone w rozdziale 3).

W ocenie za rok 2009 w odniesieniu do stężeń średnich rocznych NO_2 wykorzystano wyniki pomiarów wykonywanych na 97 stanowiskach, zlokalizowanych w 12 aglomeracjach i 18 miastach o liczbie mieszkańców przekraczającej 100 tys. Stężenie średnie roczne określono na podstawie wyników pomiarów prowadzonych zarówno metodami automatycznymi, jak i manualnymi.

Stężenie średnie roczne zmierzone w 2009 roku na stanowiskach w uwzględnionych miastach i aglomeracjach zawierały się w przedziale od 6,9 do $70,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Uśrednione w skali miasta lub aglomeracji wartości S_a w 2009 r. wynosiły od $11,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $40,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tab. 4-2, rys. 4-4). Najniższe wartości uśrednionych stężeń średnich rocznych uzyskano w Aglomeracji Białostockiej najwyższe w Aglomeracji Krakowskiej. Spośród miast i aglomeracji, gdzie pomiar prowadzony był tylko na jednym stanowisku, najniższą wartość S_a zanotowano w Kaliszu ($14,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$), najwyższą w Tarnowie ($28,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Na stanowiskach o najwyższej wartości średniej rocznej w danej aglomeracji lub mieście stężenia średnie roczne mieściły się w zakresie od $14,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $70,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe wartości uzyskano na stanowiskach pomiarowych znajdujących się na terenie Aglomeracji Krakowskiej (rys. 4-4).

Tabela 4-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii 24-godz. i 1-godz. pomiarów stężeń NO_2 prowadzonych w 2009 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Aglomeracja /miasto	Województwo	Stężenie średnie roczne NO_2					Percentyl S99,8 ze stężeń 1-godz. NO_2				
		Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	[-]	[-]	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$
Aglomeracja Białostocka	podlaskie	2		8,9	11,6	14,3	2		53,9	69,2	84,4
Aglomeracja Bydgoska	kujawsko-pomorskie	4		6,9	13,5	18,9					
Aglomeracja Górnośląska	śląskie	6		24,8	26,6	29,9	6		88,0	94,9	109,5

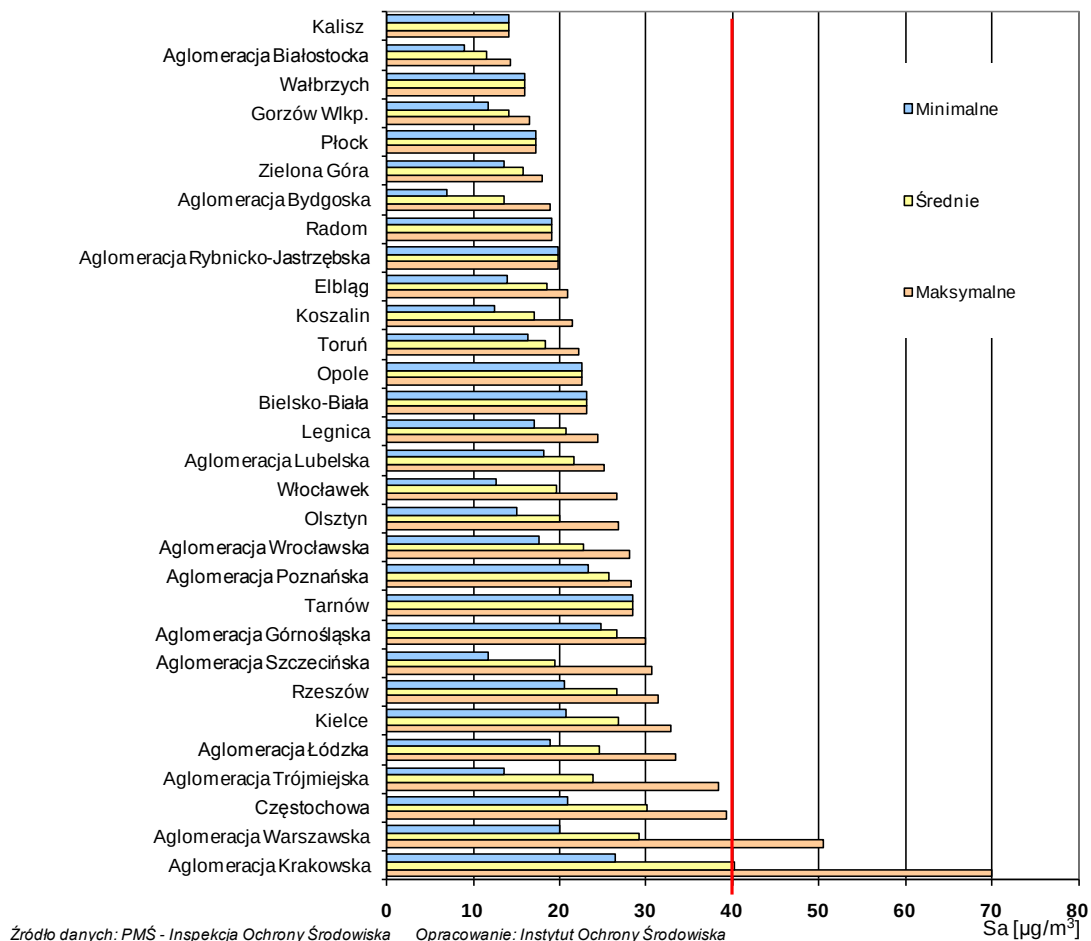
Aglomeracja /miasto	Województwo	Stężenie średnie roczne NO ₂					Percentyl S99,8 ze stężeń 1-godz. NO ₂				
		Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
Aglomeracja Krakowska	małopolskie	4	1	26,5	40,1	70,0	3		109,4	126,8	154,0
Aglomeracja Lubelska	lubelskie	2		18,2	21,6	25,1	1		82,3	82,3	82,3
Aglomeracja Łódzka	łódzkie	9		19,0	24,6	33,4	5		86,2	97,6	119,7
Aglomeracja Poznańska	wielkopolskie	2		23,4	25,8	28,2	2		92,1	110,1	128,0
Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	śląskie	1		19,7	19,7	19,7	1		77,1	77,1	77,1
Aglomeracja Szczecińska	zachodnio-pomorskie	5		11,6	19,5	30,7	4		59,0	82,3	106,0
Aglomeracja Trójmiejska	pomorskie	16		13,6	23,9	38,4	7		67,8	89,3	132,9
Aglomeracja Warszawska	mazowieckie	7	1	20,1	29,1	50,5	7		91,2	115,1	149,4
Aglomeracja Wrocławska	dolnośląskie	2		17,6	22,8	28,1	2		66,0	85,0	104,0
Bielsko-Biała	śląskie	1		23,0	23,0	23,0	1		91,3	91,3	91,3
Częstochowa	śląskie	2		20,8	30,1	39,3	2		91,7	112,9	134,0
Elbląg	warmińsko-mazurskie	3		14,0	18,6	20,9	1		61,6	61,6	61,6
Gorzów Wlkp.	lubuskie	2		11,6	14,1	16,5					
Kalisz	wielkopolskie	1		14,1	14,1	14,1					
Kielce	świętokrzyskie	2		20,8	26,9	32,9					
Koszalin	zachodniopomorskie	2		12,5	17,0	21,5	1		81,0	81,0	81,0
Legnica	dolnośląskie	2		17,1	20,7	24,4	2		85,2	96,6	108,0
Olsztyn	warmińsko-mazurskie	3		15,1	20,1	26,8	1		83,8	83,8	83,8
Opole	opolskie	1		22,6	22,6	22,6	1		85,0	85,0	85,0
Płock	mazowieckie	1		17,2	17,2	17,2	1		78,2	78,2	78,2
Radom	mazowieckie	1		19,1	19,1	19,1	1		89,7	89,7	89,7
Rzeszów	podkarpackie	3		20,6	26,6	31,5	1		84,0	84,0	84,0
Tarnów	małopolskie	1		28,5	28,5	28,5	1		102,4	102,4	102,4
Toruń	kujawsko-pomorskie	4		16,3	18,4	22,1					
Wałbrzych	dolnośląskie	1		16,0	16,0	16,0	1		78,0	78,0	78,0
Włocławek	kujawsko-pomorskie	5		12,7	19,7	26,6					
Zielona Góra	lubuskie	2		13,5	15,7	17,9	1		75,0	75,0	75,0
Razem		97	2	6,9	-	70,0	55		53,9	-	154,0

Objaśnienia do tabeli 4-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie dla określonego czasu uśredniania stężeń,

- 2) liczba stanowisk, na których wartość określonego parametru była wyższa od odpowiedniego stężenia dopuszczalnego,
- 3) wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2009 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście.

Poziom dopuszczalny określony dla stężenia średniego rocznego NO_2 przekroczony został w roku 2009 na terenie 2 spośród 30 uwzględnionych aglomeracji/miast. Przekroczenia wystąpiły wyłącznie na tzw. stacjach komunikacyjnych - w Krakowie i w Warszawie.



Rysunek 4-4. Średnie roczne stężenia NO_2 uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2009 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

W przypadku stężeń 1-godzinnych, określanych wyłącznie na podstawie pomiarów automatycznych, uwzględniono wyniki z 55 stanowisk, znajdujących się w 11 aglomeracjach i 13 miastach.

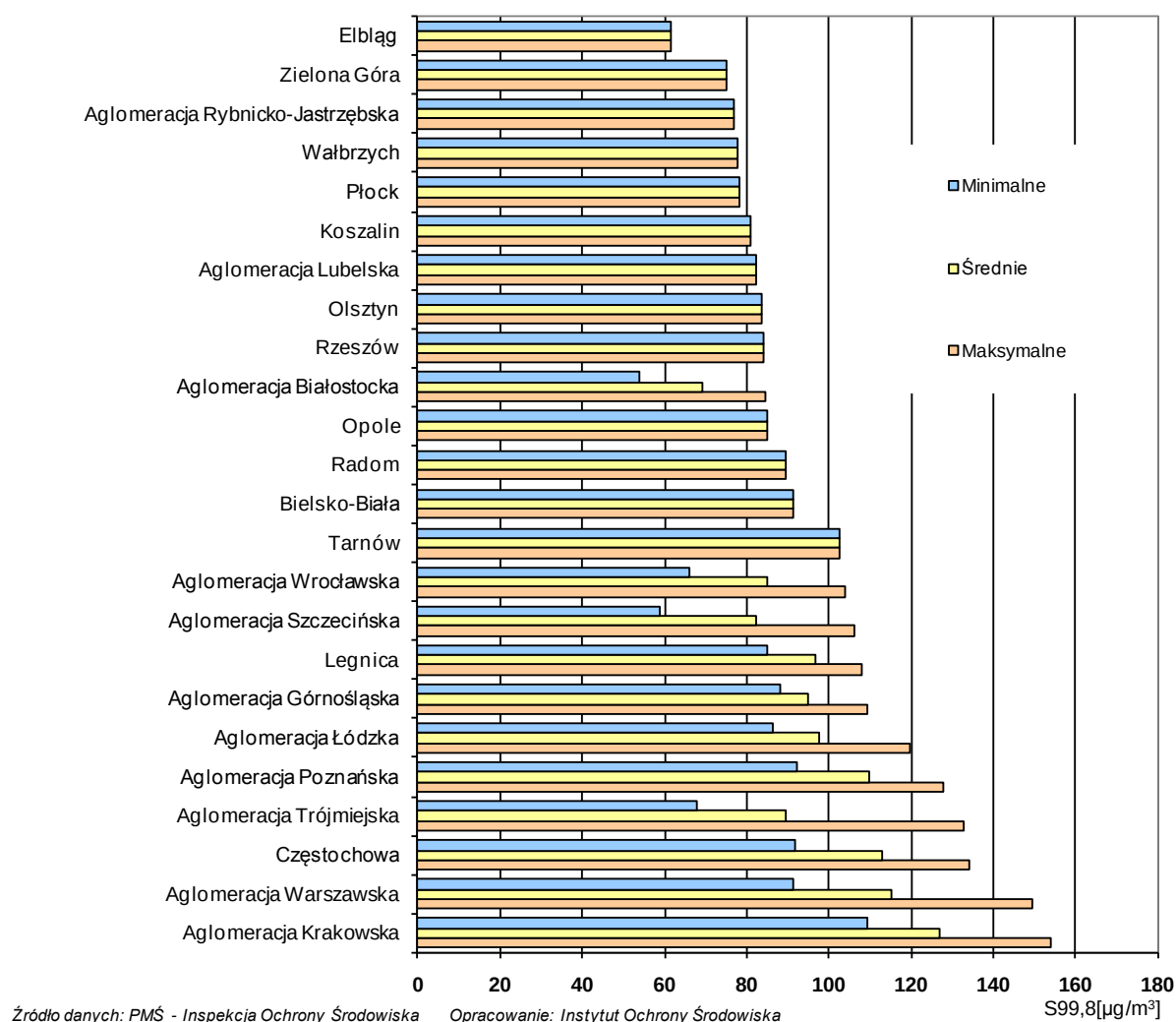
Wartości normowanej określonej dla stężeń 1-godz. NO_2 odpowiada wartość percentyla S99,8⁹. Na terenie aglomeracji oraz uwzględnionych w ocenie miast nie będących aglomeracjami wartości tego parametru wynosiły od 54 do 154 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Wartości uśrednione dla miasta lub aglomeracji zawierały się w granicach od 61,6 do 126,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (tab. 4-2,

⁹ W przypadku pełnej serii pomiarowej stężeń 1-godz. NO_2 percentyl S99,8 przekracza wartość 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, gdy w serii jest więcej niż dozwolone 18 przypadków przekroczeń wartości dopuszczalnej 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Przekroczenie wartości 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ przez percentyl S99,8 z serii wyników stężeń 1-godz. NO_2 jest równoznaczne z przekroczeniem poziomu dopuszczalnego 1-godz. określonego w rozporządzeniu MŚ.

rys. 4-5). Najniższe wartości percentyla S99,8 uśrednione w skali miast zarejestrowano w Aglomeracji Białostockiej, najwyższe w Aglomeracji Krakowskiej. Spośród miast i aglomeracji, gdzie pomiar prowadzony był tylko na jednym stanowisku, najniższą wartość percentyla S99,8 zanotowano w Elblągu ($62 \mu\text{g}/\text{m}^3$), najwyższą w Tarnowie ($102 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Najwyższe wartości percentyla S99,8 ze stężeń 1-godz. NO_2 uzyskane w 2009 roku na terenie rozważanych aglomeracji/miast zawierały się w granicach od $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $154 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Stanowiska, na których parametr ten osiągnął najwyższe poziomy, znajdowały się w Aglomeracji Krakowskiej (rys. 4-5).

Na żadnym stanowisku zlokalizowanym w uwzględnionych w ocenie aglomeracjach i miastach w 2009 roku wartość percentyla S99,8 dla stężeń 1-godzinnych dwutlenku azotu nie przekroczyła poziomu dopuszczalnego.



Rysunek 4-5. Wartości percentyla S99,8 ze stężeń 1-godzinnych NO_2 uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2009 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

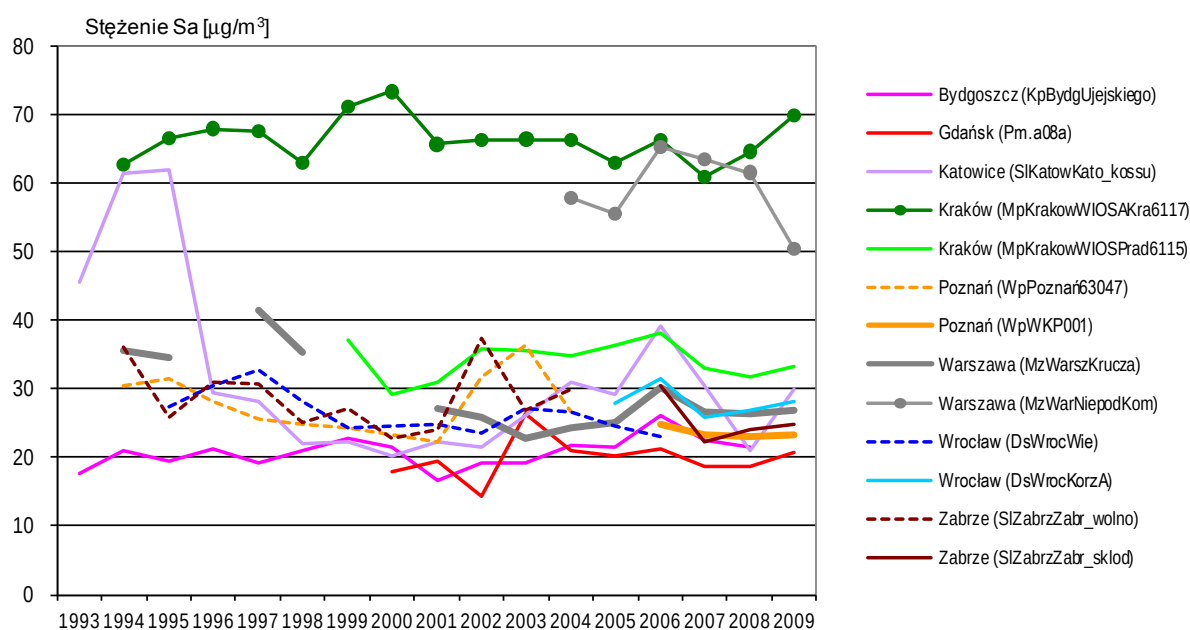
Trendy zmian stężeń dwutlenku azotu na wybranych stacjach

W latach 1995-2000 wartości stężeń średnich rocznych NO_2 na wybranych stacjach zlokalizowanych w aglomeracjach wykazywały ogólną tendencję malejącą (nie dotyczy to stacji komunikacyjnej w Krakowie). Od roku 2000 stężenia NO_2 na stacjach tła miejskiego wykazują tendencję rosnącą, na stacjach komunikacyjnych w Krakowie i Warszawie –

tendencję malejącą. Na te kilkuletnie trendy nakładają się coroczne zmiany stężeń związane z różnicami w przebiegu warunków meteorologicznych w danym roku (rys. 4-6). Dość znaczący wzrost stężeń średnich rocznych NO₂ na wszystkich rozważanych stanowiskach wystąpił w roku 2006, który charakteryzował się niekorzystnymi warunkami meteorologicznymi. Wiązało się to ze zwiększoną dodatkową emisją z procesów spalania paliw w celach grzewczych. W roku 2007, przede wszystkim w wyniku korzystniejszej sytuacji meteorologicznej, na wszystkich rozważanych stacjach stężenia średnie roczne NO₂ spadły w porównaniu do roku poprzedniego. W roku 2008 na trzech spośród uwzględnionych w analizie stanowisk wystąpił nieznaczny wzrost tego parametru (od 1 do 3,8 µg/m³). Na sześciu stanowiskach zarejestrowano spadek, natomiast w przypadku jednego stanowiska wartość średnia roczna stężenia dwutlenku azotu nie uległa zmianie w stosunku do roku poprzedniego.

W 2009 roku na dwunastu z trzynastu stanowisk wystąpił wzrost średnich rocznych stężeń dwutlenku azotu w stosunku do wartości z roku poprzedniego. Spadek zanotowano jedynie na stacji komunikacyjnej w Warszawie.

Najwyższe średnioroczne stężenia dwutlenku azotu na przestrzeni kilkunastu lat objętych analizą, notowane były na tzw. stacjach komunikacyjnych (w Krakowie i Warszawie).



Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska
Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska

Rysunek 4-6. Stężenie średnie roczne dwutlenku azotu w latach 1993-2009 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce (za pomocą linii z kropkami oznaczono stanowiska komunikacyjne)
(źródło danych: PMS/GIOŚ)

4.2.3. Tlenek węgla

Zanieczyszczenie powietrza tlenkiem węgla w aglomeracjach i wybranych miastach

Przy analizie stężeń tlenku węgla w 2009 roku w aglomeracjach i miastach o liczbie mieszkańców przekraczających 100 tys., nie wchodzących w skład aglomeracji, uwzględniono wyniki pomiarów uzyskanych na 39 stanowiskach, w 12 aglomeracjach (27 stanowisk) i 9 miastach (12 stanowisk).

Wartości normowanego stężenia maksymalnego 8-godz., na poszczególnych stanowiskach położonych na terenie rozważanych aglomeracji/miast, mieściły się w roku 2009 w granicach od 937 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 7284 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (tab. 4-3, rys. 4-7).

Tabela 4-3. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń CO prowadzonych w 2009 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

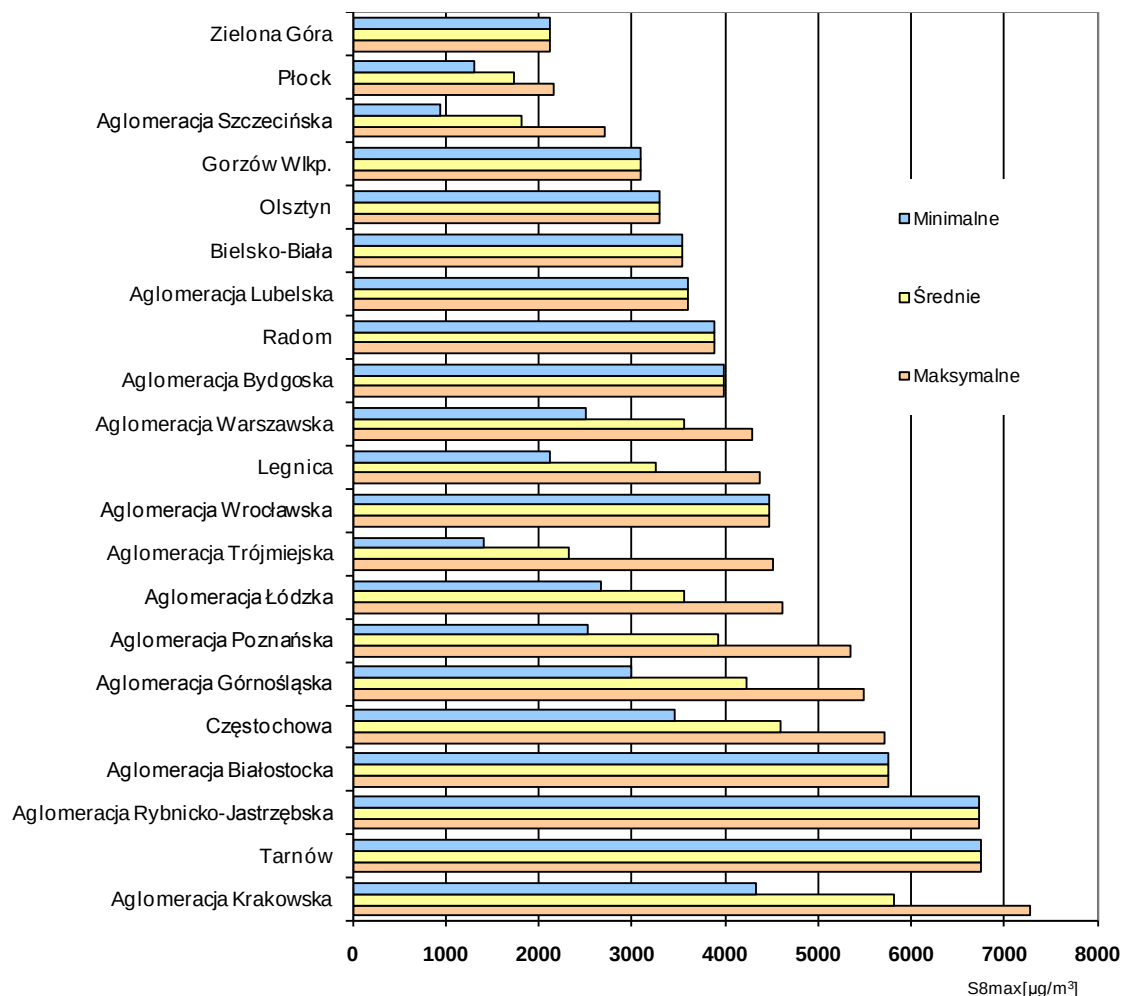
Agglomeracja	Województwo	Liczba stanowisk ²⁾	Maksimum dzienne ze stężeń 8-godz.			Percentyl S98 ¹⁾ z dobowych maksimów stężeń 8-godz. kroczących		
			Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
			[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Agglomeracja Białostocka	podlaskie	1	5 760	5 760	5 760	1 929	1 929	1 929
Agglomeracja Bydgoska	kujawsko-pomorskie	1	3 979	3 979	3 979	2 483	2 483	2 483
Agglomeracja Górnośląska	śląskie	4	2 988	4 242	5 500	1 940	2 671	3 503
Agglomeracja Krakowska	małopolskie	2	4 334	5 809	7 284	3 298	3 929	4 560
Agglomeracja Lubelska	lubelskie	1	3 595	3 595	3 595	2 381	2 381	2 381
Agglomeracja Łódzka	łódzkie	4	2 660	3 554	4 617	1 671	2 583	3 574
Agglomeracja Poznańska	wielkopolskie	2	2 520	3 932	5 343	1 666	2 005	2 343
Agglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	śląskie	1	6 726	6 726	6 726	3 640	3 640	3 640
Agglomeracja Szczecińska	zachodnio-pomorskie	2	937	1 826	2 714	700	982	1 264
Agglomeracja Trójmiejska	pomorskie	5	1 410	2 329	4 523	1 140	1 483	2 217
Agglomeracja Warszawska	mazowieckie	3	2 509	3 567	4 286	1 650	2 320	2 914
Agglomeracja Wrocławska	dolnośląskie	1	4 482	4 482	4 482	2 127	2 127	2 127
Bielsko-Biała	śląskie	1	3 533	3 533	3 533	2 859	2 859	2 859
Częstochowa	śląskie	2	3 457	4 589	5 721	2 260	3 140	4 020
Gorzów Wlkp.	lubuskie	1	3 102	3 102	3 102	1 726	1 726	1 726
Legnica	dolnośląskie	2	2 126	3 254	4 382	1 200	1 966	2 731
Olsztyn	warmińsko-mazurskie	1	3 300	3 300	3 300	1 870	1 870	1 870
Płock	mazowieckie	2	1 314	1 736	2 157	996	1 325	1 653
Radom	mazowieckie	1	3 895	3 895	3 895	2 783	2 783	2 783
Tarnów	małopolskie	1	6 750	6 750	6 750	2 153	2 153	2 153
Zielona Góra	lubuskie	1	2 118	2 118	2 118	1 022	1 022	1 022
Razem		39	937	-	7 284	700	-	4 560

Objaśnienia do tabeli 4-3:

- 1) parametr nienormowany,
- 2) liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie,
- 3) wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2009 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście.

Najwyższe stężenie 8-godz. CO w 2009 roku zarejestrowano na terenie Aglomeracji Krakowskiej (rys. 4-7). Stężenia maksymalne 8-godz. ze stanowisk z najwyższymi stężeniami w mieście lub aglomeracji mieściły się w zakresie od 2118 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 7284 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Najniższą wartość normowanego parametru $S_{8\text{max}}$ uzyskano z pomiarów stężeń CO na stanowisku położonym w Zielonej Górze.



Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska

Rysunek 4-7. Stężenia maksymalne 8-godz. tlenku węgla uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2009 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Na żadnym stanowisku, spośród uwzględnionych w analizie, w rozważanych aglomeracjach/miastach stężenia CO w 2009 roku nie przekroczyły wartości dopuszczalnej.

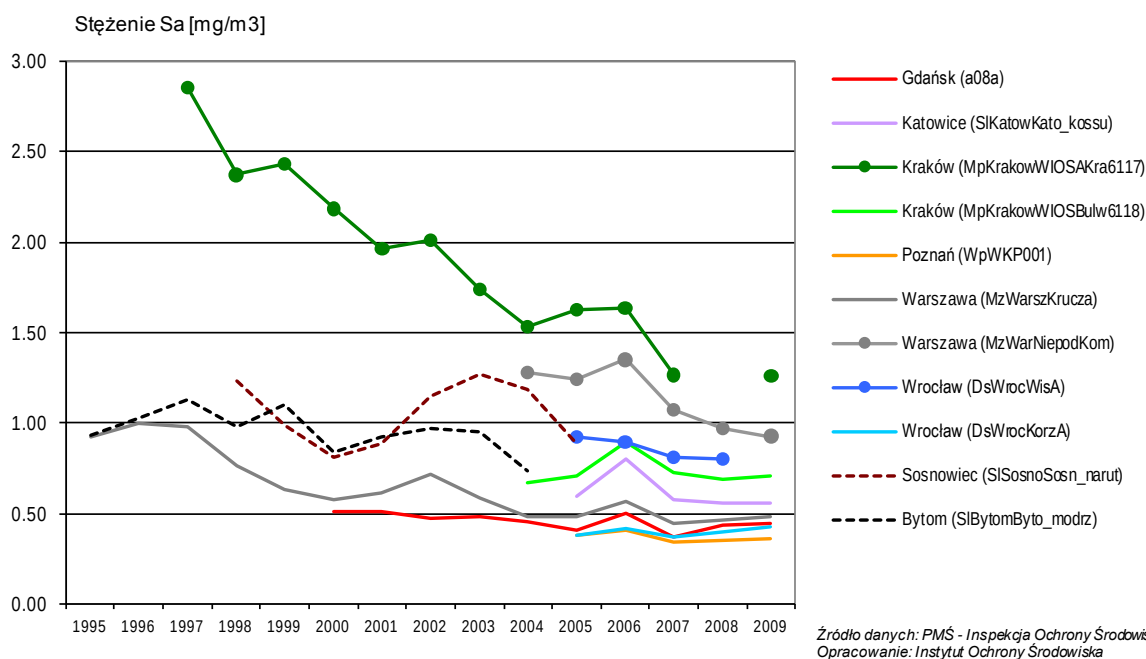
Na potrzeby niniejszego opracowania, dla analizowanych serii pomiarowych zostały obliczone wartości nienormowanego percentyla S_{98} z dobowych maksimów stężeń 8-godz. kraczących, które podano w tabeli 4-3. Jest to parametr określający poziom stężeń 8-godz., które nie są przekraczane przez 98% dni objętych pomiarami stężeń CO. Jego wartość, jakkolwiek nienormowana, jest dobrym wskaźnikiem zanieczyszczenia powietrza, mniej narażonym na krótkotrwale wahania stężeń niż wartość maksymalna.

Najwyższe wartości percentyla S_{98} w rozważanych miastach/aglomeracjach uzyskane z pomiarów w 2009 roku wynosiły od 1022 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 4560 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Trendy zmian stężeń tlenu węgla w aglomeracjach

Średnie roczne stężenia tlenu węgla uzyskane z pomiarów na wybranych stacjach położonych na terenie aglomeracji wykazują ogólny spadek w rozważanym okresie, szczególnie wyraźny w przypadku stacji komunikacyjnej w Krakowie.

W roku 2006 stężenie średnie roczne na 7 z 8 analizowanych stacji, na których pomiary były kontynuowane, nieznacznie wzrosło w porównaniu z rokiem poprzednim. W 2007 roku na wszystkich rozważanych stanowiskach stężenie średnie roczne CO było niższe niż rok wcześniej, największe spadki zanotowano na stanowiskach komunikacyjnych zlokalizowanych w Krakowie i w Warszawie. W przypadku większości stanowisk w latach 2007-2009 stężenia CO na poszczególnych stanowiskach praktycznie pozostawały na takim samym poziomie, nie zmieniały się z roku na rok. Jedynie stężenia na stanowisku komunikacyjnym w Warszawie wykazują stałą tendencję spadkową od 2006 roku. W 2009 roku stężenia były zbliżone do stężeń w roku poprzednim, przy czym na 7 stanowiskach zanotowano niewielki (maksymalnie siedmioprocentowy) wzrost stężeń, na jednym stanowisku – w Warszawie pięcioprocentowy spadek stężenia S_a .



Rysunek 4-8. Stężenie średnie roczne tlenu węgla w latach 1995-2009 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce (za pomocą linii z kropkami oznaczono stanowiska komunikacyjne) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

4.2.4. Benzen

Zanieczyszczenie powietrza benzenem w aglomeracjach i wybranych miastach

W ocenie stężeń benzenu na terenie aglomeracji i miast o liczbie mieszkańców większej od 100 tys. nie wchodzących w skład aglomeracji, dotyczącej 2009 roku, wykorzystano wyniki pomiarów manualnych i automatycznych z 33 stanowisk. Stanowiska są zlokalizowane na terenie 9 aglomeracji (16 stanowisk) i 10 miast (17 stanowisk). W 10 z 19 rozważanych aglomeracji i miast funkcjonuje tylko jedno stanowisko pomiarów stężeń benzenu. Podobnie, jak w latach ubiegłych, liczba uwzględnionych w ocenie stanowisk pomiarowych jest w przypadku benzenu znacznie mniejsza niż dla innych rozważanych w raporcie zanieczyszczeń (np. SO_2 , NO_2 czy PM_{10}).

Tabela 4-4. Wartości parametrów obliczonych na podstawie manualnych i automatycznych pomiarów stężeń benzenu, prowadzonych w 2009 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

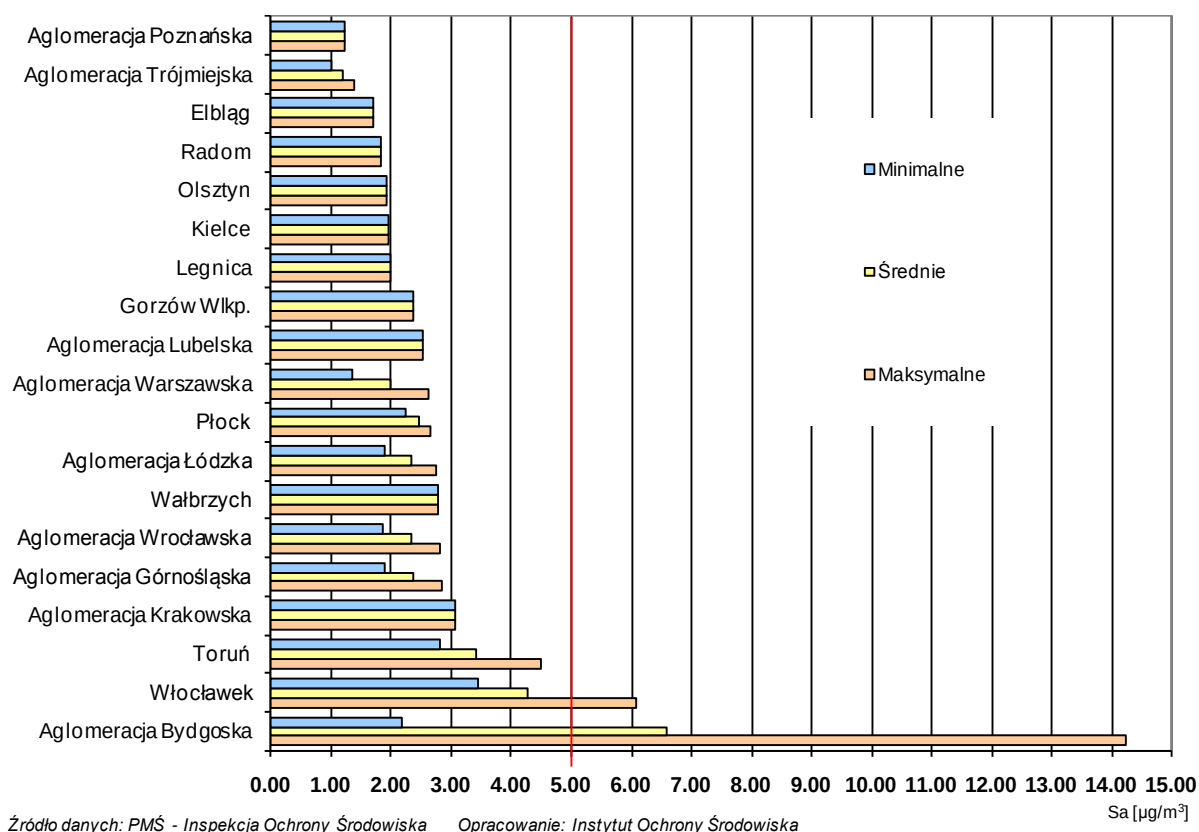
Aglomeracja /miasto	Województwo	Stężenie średnie roczne C ₆ H ₆				
		Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
Aglomeracja Bydgoska	kujawsko-pomorskie	3	1	2,18	6,59	14,24
Aglomeracja Górnośląska	śląskie	2		1,89	2,37	2,84
Aglomeracja Krakowska	małopolskie	1		3,05	3,05	3,05
Aglomeracja Lubelska	lubelskie	1		2,52	2,52	2,52
Aglomeracja Łódzka	łódzkie	2		1,90	2,33	2,76
Aglomeracja Poznańska	wielkopolskie	1		1,23	1,23	1,23
Aglomeracja Trójmiejska	pomorskie	2		1,00	1,19	1,38
Aglomeracja Warszawska	mazowieckie	2		1,34	1,98	2,61
Aglomeracja Wrocławska	dolnośląskie	2		1,86	2,33	2,80
Elbląg	warmińsko-mazurskie	1		1,71	1,71	1,71
Gorzów Wlkp.	lubuskie	1		2,37	2,37	2,37
Kielce	świętokrzyskie	1		1,95	1,95	1,95
Legnica	dolnośląskie	1		2,00	2,00	2,00
Olsztyn	warmińsko-mazurskie	1		1,92	1,92	1,92
Płock	mazowieckie	2		2,24	2,45	2,65
Radom	mazowieckie	1		1,83	1,83	1,83
Toruń	kujawsko-pomorskie	3		2,81	3,40	4,49
Wałbrzych	dolnośląskie	1		2,77	2,77	2,77
Włocławek	kujawsko-pomorskie	5	1	3,45	4,27	6,07
Razem		33	2	1,00	-	14,24

Objaśnienia do tabeli 4-4:

- 1) liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie dla określonego czasu uśredniania stężeń,
- 2) liczba stanowisk, na których wartość określonego parametru była wyższa od odpowiedniego stężenia dopuszczalnego,
- 3) wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2009 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście

Stężenia średnie roczne benzenu zmierzone w 2009 r. były niższe od wartości dopuszczalnej we wszystkich rozważanych miastach za wyjątkiem Aglomeracji Bydgoskiej i Włocławka. Na stanowiskach z najwyższymi stężeniami S_a w poszczególnych aglomeracjach/miastach ich wartości wynosiły od 1,23 µg/m³ w Aglomeracji Poznańskiej do 14,24 µg/m³ w Aglomeracji Bydgoskiej i 6,07 µg/m³ we Włocławku.

W miastach i aglomeracjach, gdzie pomiary prowadzone były na więcej niż jednym stanowisku (9 miast i aglomeracji), uśrednione dla miasta średnie roczne stężenia benzenu w 2009 r. wynosiły od 1,19 µg/m³ do 6,59 µg/m³ (tab. 4-4, rys. 4-9). Najniższą uśrednioną wartość średnią roczną uzyskano z pomiarów z 2 stanowisk znajdujących się w Aglomeracji Trójmiejskiej, najwyższą z pomiarów prowadzonych na terenie Aglomeracji Bydgoskiej.

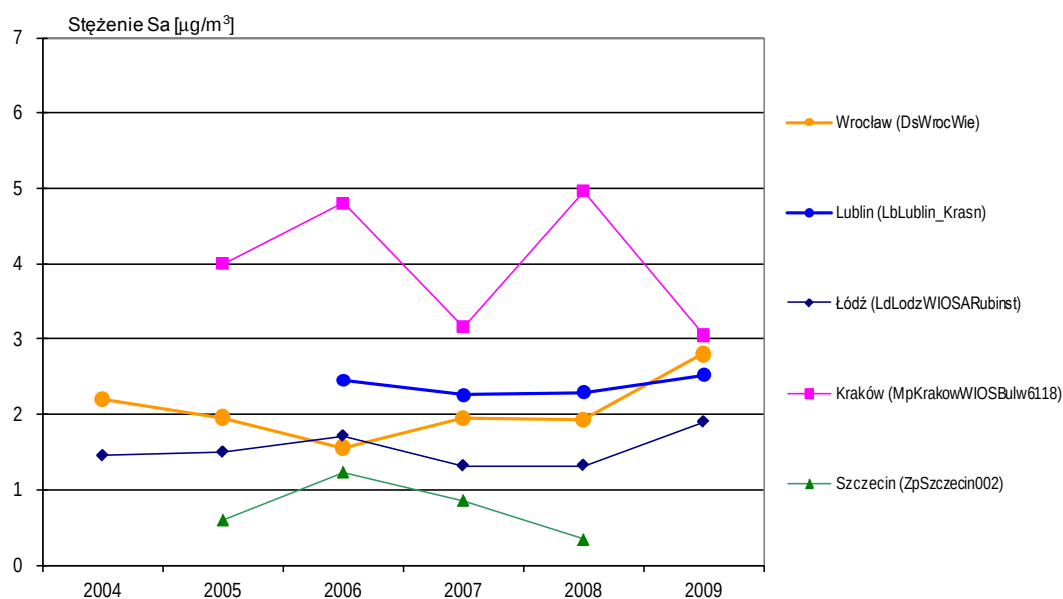


Rysunek 4-9. Średnie roczne stężenia benzenu uzyskane z pomiarów (automatycznych i manualnych) prowadzonych w 2009 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Trendy zmian stężeń benzenu na wybranych stacjach

Średnie roczne stężenia benzenu określone na podstawie pomiarów dla lat 2004-2009 przedstawiono na rys. 4-10. Na podstawie zamieszczonych danych trudno jest jednoznacznie określić trend zmian stężeń.

Porównując stężenia z 2009 r. ze stężeniami z pierwszego roku przedstawionego na wykresie, można zauważyć, że dla trzech z czterech stanowisk nastąpił niewielki wzrost stężeń. W przypadku stanowiska w Krakowie, stężenia na przemian rosną i maleją, ale wyznaczona linia trendu ma charakter spadkowy. W stosunku do roku 2008, w 2009 na trzech stanowiskach stężenia średnie roczne benzenu wzrosły, na jednym stanowisku (Kraków Nowa Huta) nastąpił istotny spadek stężenia po równie istotnym wzroście jaki miał miejsce rok wcześniej.



Rysunek 4-10. Stężenie średnie roczne benzenu w latach 2004-2009 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce (źródło danych: PMS/GIOŚ)

4.2.5. Ozon

Zanieczyszczenie powietrza ozonem w aglomeracjach i wybranych miastach

Informacje o stężeniach ozonu na terenie aglomeracji i miast o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys. przygotowano na podstawie wyników pomiarów z 2009 r. z 24 stanowisk, z których serie pomiarowe były dostatecznie kompletne, by możliwe było poprawne określenie normowanych parametrów statystycznych.

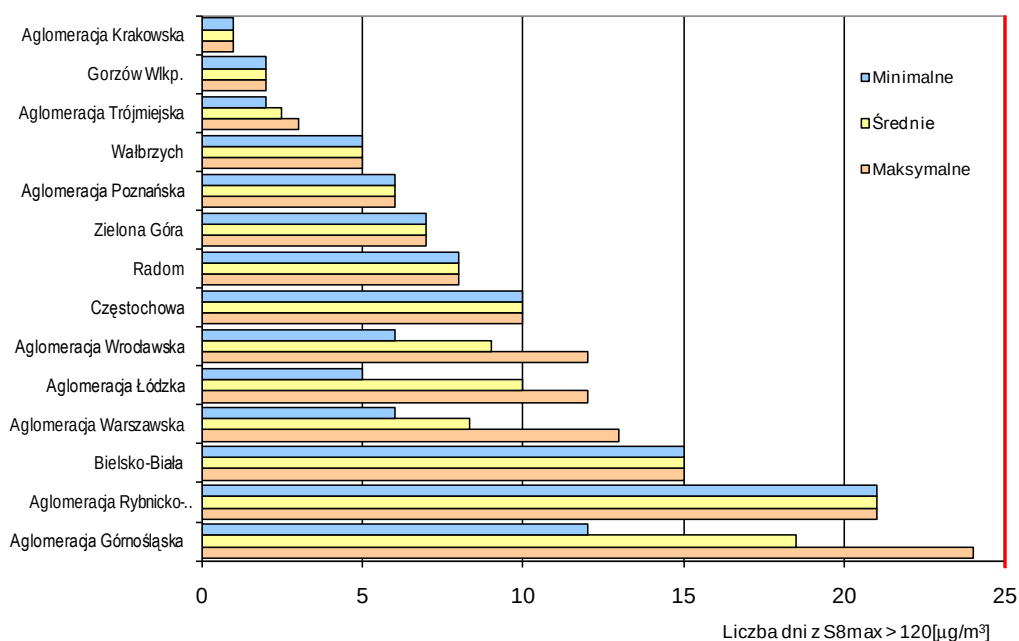
W 2009 r. na żadnym ze stanowisk położonych w miastach i aglomeracjach nie zarejestrowano przekroczenia wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. w ciągu więcej niż 25 dni (tab. 4-5, rys. 4-11). Najwięcej dni z przekroczeniami zanotowano na stacji w Dąbrowie Górniczej (24 dni).

W żadnym z rozważanych miast i aglomeracji normowana, uśredniona dla ostatnich 1-3 lat, liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. nie przekroczyła dopuszczalnych 25 dni – dotrzymany był poziom docelowy określony dla ozonu.

Druga z wartości kryterialnych – cel długoterminowy - przekroczony był we wszystkich miastach i aglomeracjach, w których prowadzone były pomiary.

Innym wskaźnikiem określającym stopień zanieczyszczenia powietrza ozonem w odniesieniu do norm stężeń jest wartość percentyla S93,2 z dziennych maksimum stężeń 8-godz. ozonu. Przekroczenie przez tę wielkość wartości dopuszczalnej $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oznacza, że liczba dni z przekroczeniami wartości dopuszczalnej, w przypadku kompletnej serii pomiarowej, przekraczała dozwolone 25 dni w roku.

Percentyl S93,2 z maksimum dobowych stężeń 8-godz. ozonu z 2009 r., przyjmował w rozważanych miastach i aglomeracjach wartości od $93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $119,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (średnio $107 \mu\text{g}/\text{m}^3$) – tab. 4-5. Wartość $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nie została przekroczona przez percentyl S93,2 na żadnym z rozważanych stanowisk.



Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska

Rysunek 4-11. Liczba dni z przekroczeniami stężenia dopuszczalnego 120 µg/m³ przez stężenia 8-godz. kroczące ozonu w 2009 roku, określona na podstawie pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

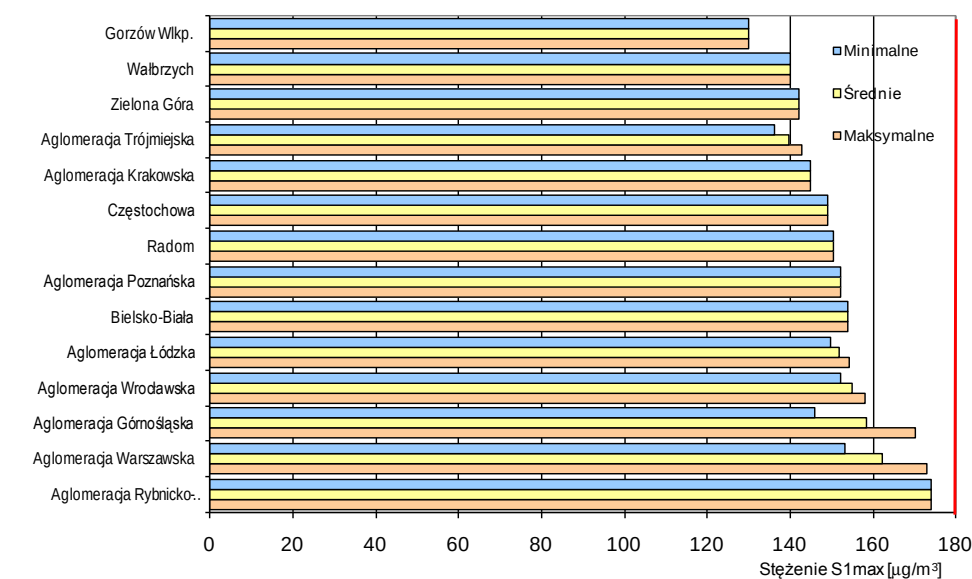
Tabela 4-5. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń ozonu prowadzonych w 2009 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców, z uwzględnieniem wyłącznie serii spełniającej warunek kompletności pomiaru (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Agglomeracja/ miasto	Województwo	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od 120 µg/m³ w 2009 r. ²⁾			Najwyższa wartość percentyla S93,2 z maksimum dziennego stężenia 8-godz. kroczących ozonu w 2009 r. na terenie miasta lub aglomeracji
			Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾	
		[-]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[-]
Aglomeracja Górnosłaska	śląskie	4	12	18,5	24	119
Aglomeracja Krakowska	małopolskie	1	1	1,0	1	97
Aglomeracja Łódzka	łódzkie	4	5	10,0	12	113
Aglomeracja Poznańska	wielkopolskie	1	6	6,0	6	101
Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	śląskie	1	21	21,0	21	120
Aglomeracja Trójmiejska	pomorskie	2	2	2,5	3	96
Aglomeracja Warszawska	mazowieckie	3	6	8,3	13	107
Aglomeracja Wroclawska	dolnośląskie	2	6	9,0	12	112
Bielsko-Biała	śląskie	1	15	15,0	15	115
Częstochowa	śląskie	1	10	10,0	10	111
Gorzów Wlkp.	lubuskie	1	2	2,0	2	95
Radom	mazowieckie	1	8	8,0	8	103
Wałbrzych	dolnośląskie	1	5	5,0	5	106
Zielona Góra	lubuskie	1	7	7,0	7	107
Razem		24	1	9,9	24	120

Objaśnienia do tabeli 4-5:

- 1) liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie,
- 2) wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2009 roku na wszystkich stanowiskach w danym mieście/aglomeracji przy zachowaniu wymaganej kompletności wyników (podanej w dyrektywie 2008/50/WE).

Na wszystkich stanowiskach pomiarowych stężeń ozonu w aglomeracjach maksymalne stężenia 1-godz. ozonu przekraczały $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (rys. 4-12). Wartość progu informowania – $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 1-godz. – nie była przekroczona na żadnym z 24 stanowisk, dla których dysponowano pełnymi seriami wyników. Na żadnym stanowisku pomiarowym w kraju, w 2009 roku nie stwierdzono przekroczeń progu alarmu określonego dla stężeń 1-godz. na poziomie $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska

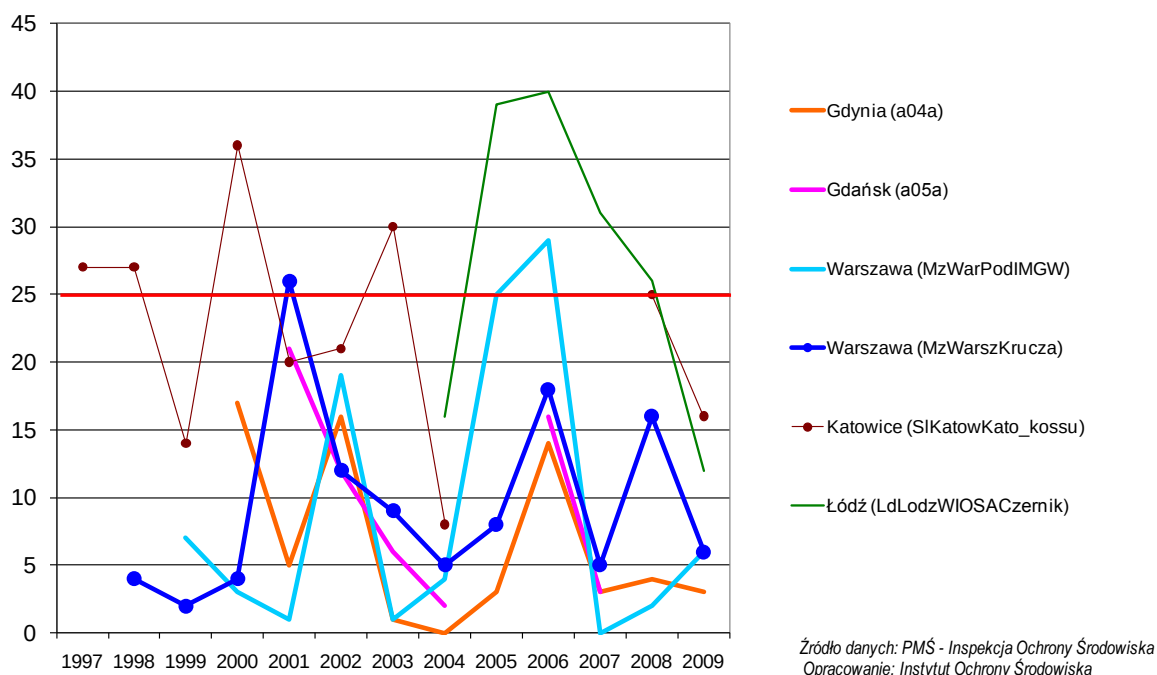
Rysunek 4-12. Stężenia maksymalne 1-godz. ozonu uzyskane z pomiarów (spełniających kryterium wymaganej kompletności, podanej w dyrektywie 2008/50/WE) prowadzonych w 2009 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Trendy zmian stężeń ozonu w aglomeracjach

Jako wskaźnik obrazujący zanieczyszczenie powietrza ozonem w kolejnych latach przyjęto liczbę dni ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Na rys. 4-13 przedstawiono ten parametr na wybranych stacjach położonych na terenie aglomeracji, w latach 1997-2009. Jego wartość zmieniała się z roku na rok. Od 2004 do 2006 roku wystąpiła tendencja wzrostowa wskaźnika. W 2007 r. stężenia ozonu na większości stacji w kraju były znacznie niższe niż rok wcześniej, rzadziej występowały stężenia 8-godz. przewyższające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W 2008 roku na 3 z 4 stanowisk zwiększyła się liczba dni ze stężeniami wyższymi od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w stosunku do roku poprzedniego. W 2009 roku na 4 z 5 stanowisk zmniejszyła się liczba dni z przekroczeniem wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz., w tym na 3 stacjach zanotowano znaczący spadek - o ok. 10 dni.

Duża zmienność poziomu stężeń ozonu, który jest zanieczyszczeniem wtórnym, związana jest przede wszystkim z różnicami w warunkach pogodowych występujących w kraju w kolejnych latach, z kierunkiem napływu mas powietrza nad Polskę oraz stopniem ich zanieczyszczenia ozonem i substancjami stanowiącymi tzw. prekursorzy ozonu.



Rysunek 4-13. Liczba dni ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w latach 1997-2009 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce (źródło danych: PMS/GIOŚ)

4.2.6. Pył

Uwagi wstępne

W prezentowanej w niniejszym rozdziale ocenie zanieczyszczenia powietrza pyłem na obszarze aglomeracji i miast o liczbie mieszkańców przewyższającej 100 tys. nie będących aglomeracjami, uwzględniono pył zawieszony PM₁₀ (o średnicy aerodynamicznej ziaren do $10 \mu\text{m}$), dla którego prawo polskie oraz dyrektywy UE określają wartości dopuszczalne ustanowione w celu ochrony zdrowia ludzi (patrz rozdział 3).

W rozdziale przedstawiono także wyniki pomiarów stężeń pyłu bardzo drobnego PM_{2,5} prowadzonych w 2009 roku w Polsce. W ocenie międzynarodowych środowisk naukowych i organizacji zajmujących się zagadnieniami zanieczyszczenia powietrza i ich wpływu na zdrowie człowieka, w tym Światowej Organizacji Zdrowia WHO, bardzo drobne frakcje pyłu zawieszonego w powietrzu stanowią istotne potencjalne zagrożenie dla zdrowia. Wartości: dopuszczalna (faza I) i docelowa stężeń PM_{2,5} w powietrzu na terenie krajów Unii Europejskiej zostały określone w dyrektywie 2008/50/WE na poziomie $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężenia średniego rocznego. W prawie polskim stężenia dopuszczalne dla PM_{2,5} nie są jeszcze określone.

Stężenia pyłu PM₁₀ w aglomeracjach i wybranych miastach

Podstawę przedstawionej poniżej oceny stężeń pyłu PM₁₀ w 2009 roku, na terenie aglomeracji i miast o liczbie mieszkańców przekraczającej 100 tys. nie wchodzących w skład aglomeracji, stanowiły wyniki pomiarów z 77 stanowisk, znajdujących się na terenie 12 aglomeracji i 18 miast.

W 9 z 30 rozważanych aglomeracji i miast miało miejsce przekroczenie dopuszczalnych stężeń średnich rocznych PM₁₀, przynajmniej na 1 stanowisku. W Aglomeracji Krakowskiej, podobnie jak w roku poprzednim, przekroczenia wystąpiły na wszystkich stanowiskach tam

zlokalizowanych. W Aglomeracji Górnośląskiej przekroczenia wystąpiły na 5 z 8 stanowisk. Dopuszczalne stężenie średnie roczne PM10 zostało przekroczone na 14 z 77 stanowisk uwzględnionych w ocenie (tab. 4-6, rys. 4-14).

Na stanowiskach o najwyższych stężeniach w poszczególnych aglomeracjach i miastach, wartości S_a zawierały się w granicach 17-61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe wartości stężeń średnich rocznych PM10 uzyskano z pomiarów na stanowiskach tła miejskiego znajdujących się na terenie Gorzowa Wlkp. i Aglomeracji Krakowskiej (rys. 4-14).

Średnie roczne stężenia pyłu PM10, uśrednione w poszczególnych rozważanych miastach (z uwzględnieniem wyników pomiarów prowadzonych na stanowiskach komunikacyjnych) wynosiły od 17 do 57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe uśrednione stężenie S_a uzyskano w Krakowie (57,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), najniższe w Elblągu. Spośród miast i aglomeracji, gdzie pomiar prowadzony był tylko na jednym stanowisku, najniższe stężenie zanotowano w Koszalinie, najwyższe w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (tab. 4-6, rys. 4-14).

Tabela 4-6. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń pyłu PM10 prowadzonych w 2009 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Aglomeracja/miasto	Województwo	Stężenie średnie roczne PM10					Percentyl S90,4 ze stężeń 24-godz. PM10				
		Liczba stanowisk ⁽¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniem ⁽²⁾	Wartość minimalna ⁽³⁾	Wartość średnia ⁽³⁾	Wartość maksymalna ⁽³⁾	Liczba stanowisk ⁽¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniem ⁽²⁾	Wartość minimalna ⁽³⁾	Wartość średnia ⁽³⁾	Wartość maksymalna ⁽³⁾
		[-]	[-]	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	[-]	[-]	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$
Aglomeracja Białostocka	podlaskie	1		26,4	26,4	26,4	1		50,0	50,0	50,0
Aglomeracja Bydgoska	kujawsko-pomorskie	2		32,6	35,9	39,2	2	2	54,1	61,3	68,5
Aglomeracja Górnośląska	śląskie	8	5	33,6	42,2	50,3	8	8	57,0	77,5	103,3
Aglomeracja Krakowska	małopolskie	2	2	54,0	57,4	60,7	2	2	104,0	111,2	118,4
Aglomeracja Lubelska	lubelskie	3		28,9	31,9	33,8	3	2	49,1	55,8	62,0
Aglomeracja Łódzka	łódzkie	6		28,3	32,6	35,8	6	5	50,0	60,1	67,0
Aglomeracja Poznańska	wielkopolskie	3		30,7	33,0	34,9	3	3	61,9	64,9	66,9
Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	śląskie	1	1	52,2	52,2	52,2	1	1	115,4	115,4	115,4
Aglomeracja Szczecińska	zachodnio-pomorskie	3		22,2	24,4	26,8	3		39,8	44,6	48,0
Aglomeracja Trójmiejska	pomorskie	10		19,0	22,7	27,7	9	2	34,2	41,9	54,2
Aglomeracja Warszawska	mazowieckie	7	1	28,2	34,5	50,5	7	7	51,5	59,5	78,9
Aglomeracja Wrocławska	dolnośląskie	1	1	41,2	41,2	41,2	1	1	73,6	73,6	73,6
Bielsko-Biała	śląskie	1	1	40,9	40,9	40,9	1	1	93,0	93,0	93,0

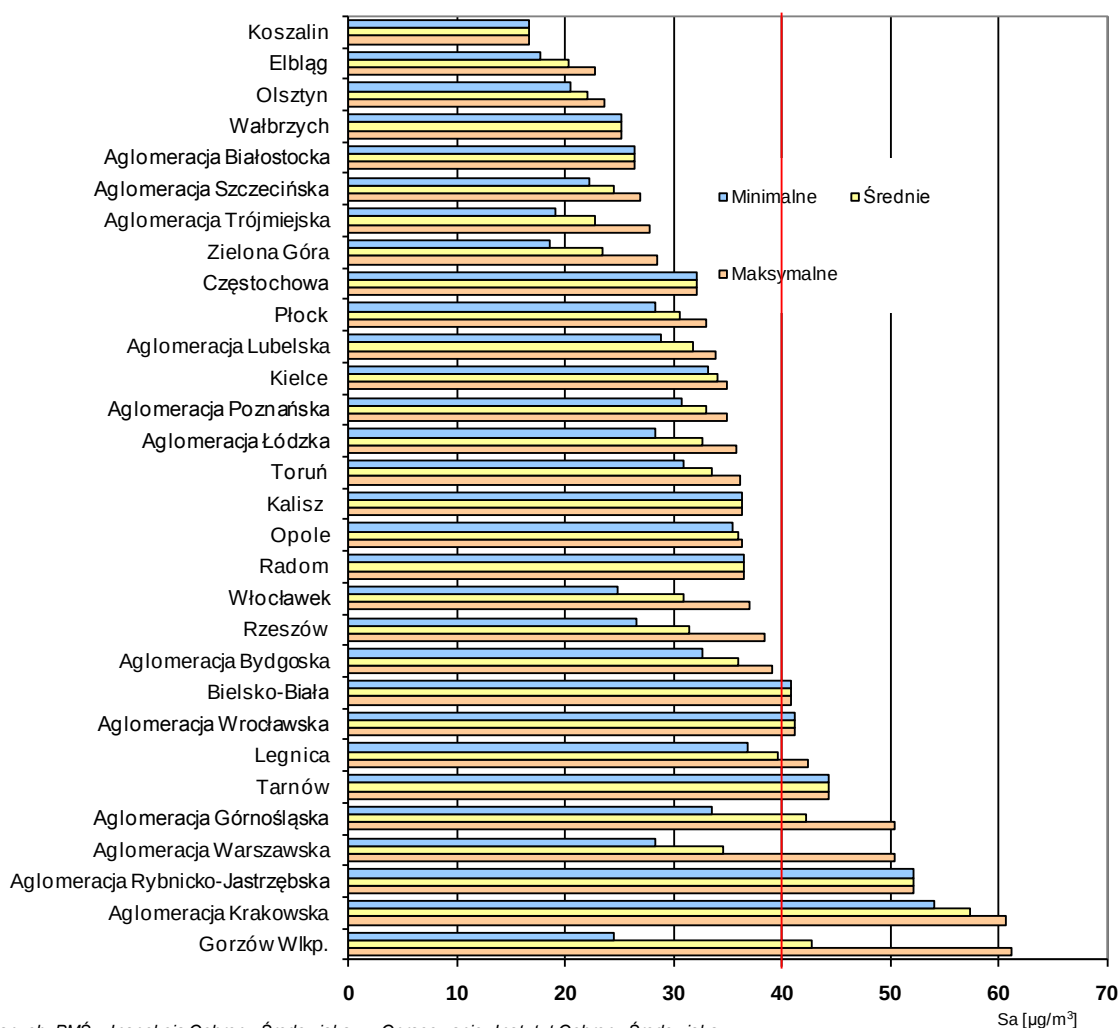
Aglomeracja/miasto	Województwo	Stężenie średnie roczne PM10					Percentyl S90,4 ze stężeń 24-godz. PM10				
		Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniem ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniem ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
Częstochowa	śląskie	1		32,1	32,1	32,1	1	1	58,5	58,5	58,5
Elbląg	warmińsko-mazurskie	2		17,8	20,3	22,8	2		35,0	37,1	39,2
Gorzów Wlkp.	lubuskie	2	1	24,5	42,8	61,1	2	1	48,1	82,7	117,3
Kalisz	wielkopolskie	1		36,3	36,3	36,3	1	1	75,6	75,6	75,6
Kielce	świętokrzyskie	2		33,3	34,0	34,8	2	2	57,6	58,5	59,3
Koszalin	zachodnio-pomorskie	1		16,5	16,5	16,5	1		31,0	31,0	31,0
Legnica	dolnośląskie	2	1	36,8	39,6	42,4	2	2	59,3	67,4	75,5
Olsztyn	warmińsko-mazurskie	2		20,4	22,0	23,6	2		39,7	39,9	40,1
Opole	opolskie	2		35,5	35,9	36,4	1	1	73,5	73,5	73,5
Płock	mazowieckie	2		28,3	30,6	32,9	2	2	61,0	61,8	62,5
Radom	mazowieckie	1		36,4	36,4	36,4	1	1	64,0	64,0	64,0
Rzeszów	podkarpackie	3		26,5	31,5	38,3	1	1	68,5	68,5	68,5
Tarnów	małopolskie	1	1	44,2	44,2	44,2	1	1	78,6	78,6	78,6
Toruń	kujawsko-pomorskie	2		30,9	33,5	36,2	1	1	55,1	55,1	55,1
Wałbrzych	dolnośląskie	1		25,1	25,1	25,1	1		44,0	44,0	44,0
Włocławek	kujawsko-pomorskie	2		24,8	30,9	37,0	1		46,0	46,0	46,0
Zielona Góra	lubuskie	2		18,6	23,5	28,4	2	1	36,3	43,7	51,0
Razem		77	14	16,5	-	61,1	71	49	31,0	-	118,4

Objaśnienia do tabeli 4-6:

- ¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie dla określonego czasu uśredniania stężeń,
- ²⁾ liczba stanowisk, na których wartość określonego parametru była wyższa od odpowiedniego stężenia dopuszczalnego,
- ³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2009 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście.

W 2009 roku w 23 aglomeracjach i miastach, spośród 30 uwzględnionych w ocenie, przynajmniej na 1 stanowisku miały miejsce przekroczenia wartości normatywnej dla stężeń 24-godz. pyłu PM10 (potwierdzone przez przekroczenie wartości 50 µg/m³ przez percentyl S90,4 z serii stężeń dobowych¹⁰⁾). W przypadku niektórych aglomeracji/miast, przekroczenia odnotowano na wszystkich lub większości stanowisk uwzględnionych w ocenie. Spośród łącznej liczby 71 stanowisk, przekroczenia stwierdzono na 49, co stanowi ponad 69% rozważanych stanowisk.

¹⁰⁾ Przekroczenie 50 µg/m³ przez percentyl S90,4 z pełnej rocznej serii pomiarowej stężeń 24-godz. PM10 oznacza, że w ciągu roku wystąpiło więcej niż dopuszczalne 35 dni z przekroczeniami stężenia 50 µg/m³.



Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska

Rysunek 4-14. Średnie roczne stężenia pyłu PM10 uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2009 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMS/GIOŚ)

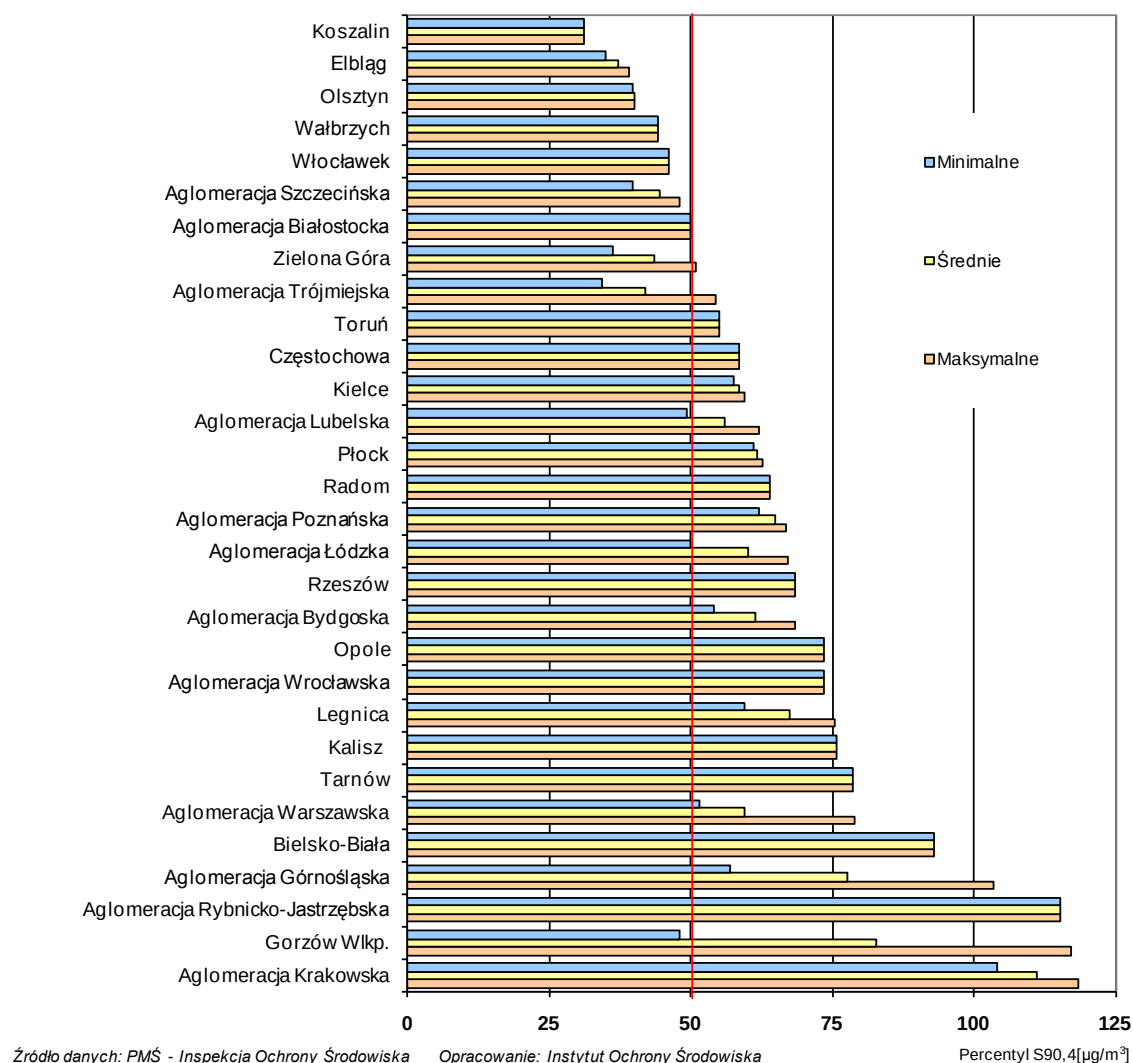
Przekraczanie wartości normatywnej określonej dla stężeń dobowych PM10, obowiązującej w Polsce (zgodnej z normą UE), stanowi istotny problem zarówno w Polsce, jak i w wielu innych krajach europejskich.

Na stanowiskach, na których percentyl S90,4 w aglomeracji lub mieście był najwyższy, jego wartość mieściła się w zakresie 31-118 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (poziom dopuszczalny wynosi 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Najwyższe wartości parametru S90,4, podobnie jak w przypadku stężeń średnich rocznych, uzyskano na stanowisku tła miejskiego na terenie Aglomeracji Krakowskiej (rys. 4-15).

Uśrednione dla wszystkich stacji leżących na terenie aglomeracji i rozważanych miast wartości percentyla S90,4 z serii 24-godz. stężeń pyłu PM10, wynosiły w 2009 roku od 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 111 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (tab. 4-6, rys. 4-15). Najniższe wartości spośród uśrednionych w skali miasta uzyskano w Elblągu, najwyższe w Krakowie. Spośród miast i aglomeracji, gdzie pomiar prowadzony był tylko na jednym stanowisku, najniższą wartość percentyla S90,4 zanotowano w Koszalinie (31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), najwyższą w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (115 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Najwyższe stężenia 24-godz., spośród zarejestrowanych w 2009 roku na poszczególnych stanowiskach w aglomeracjach i rozważanych miastach, wynosiły od 81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 430 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, przy czym stężenia maksymalne przekraczające 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły

w 5 aglomeracjach oraz w 6 miastach – tab. 4-7. Okresy występowania najwyższych stężeń dobowych PM10 na poszczególnych stanowiskach pomiarowych, w tym na terenie rozważanych aglomeracji i miast, ilustrują rys. 4-43a, 4-43b, 4-43c, 4-44 i 4-45 (zob. rozdz. 4.4.2).



Rysunek 4-15. Wartości percentyla S90,4 ze stężeń 24-godzinnych pyłu PM10 uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2009 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Należy zaznaczyć, że stężenie maksymalne może być pojedynczym wynikiem, znacznie odbiegającym od pozostałych wartości stężeń 24-godz. na danym stanowisku. Dlatego też bardzo wysokie wartości Smax należy interpretować z dużą ostrożnością. Lepszym parametrem do oceny górnego zakresu dobowych stężeń rejestrowanych w danym roku jest percentyl S98 ze stężeń dobowych. Jest to wartość stężenia 24-godzinnego, której nie przekracza 98% wyników pomiarów dobowych w serii rocznej (tzn. stężenia wyższe od S98 stanowią 2% wyników pomiarów, to jest 6 wyników w pełnej serii pomiarowej).

Wartości maksymalnych 24-godzinnych stężeń pyłu PM10 oraz percentyla S98, uzyskane z pomiarów na terenie aglomeracji i wybranych miast w 2009 r., przedstawiono w tab. 4-7. Na rys. 4-16 przedstawiono najwyższe w poszczególnych aglomeracjach/miastach stężenia Smax i S98, a także S90,4, określone dla 24-godzinnych stężeń pyłu. Warto tu zwrócić uwagę na sygnalizowane wyżej różnice pomiędzy najwyższymi wartościami stężenia

maksymalnego Smax a wartością percentyla S98 w poszczególnych aglomeracjach (z reguły uzyskanymi na tych samych stanowiskach). W 2009 roku najwyższe stężenie 24-godz. zanotowano na stacji w Rybniku, ale najwyższa wartość percentyla S90,4 wystąpiły na stacji w Krakowie, gdzie stężenie maksymalne było o przeszło 40% niższe niż w Rybniku.

Tabela 4-7. Wartości percentyla S98 oraz stężenia maksymalnego Smax, określone na podstawie serii 24-godzinnych stężeń pyłu PM10 w 2009 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Aglomeracja/ miasto	Województwo	Liczba stanowisk ²⁾	Percentyl S98 ¹⁾ ze stężeń 24-godz. PM10			Stężenie maksymalne ¹⁾ 24-godz. pyłu PM10		
			Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
			[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
Aglomeracja Białostocka	podlaskie	1	99,0	99,0	99,0	269,0	269,0	269,0
Aglomeracja Bydgoska	kujawsko-pomorskie	2	72,7	98,4	124,1	121,0	148,2	175,3
Aglomeracja Górnośląska	śląskie	8	87,9	124,3	180,4	110,4	168,7	269,0
Aglomeracja Krakowska	małopolskie	2	161,5	168,4	175,3	224,5	238,8	253,0
Aglomeracja Lubelska	lubelskie	3	71,0	87,7	104,0	107,6	142,4	176,2
Aglomeracja Łódzka	łódzkie	6	65,0	86,4	106,5	120,3	148,5	192,8
Aglomeracja Poznańska	wielkopolskie	3	92,5	103,0	110,6	139,2	160,9	178,6
Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	śląskie	1	188,6	188,6	188,6	430,0	430,0	430,0
Aglomeracja Szczecińska	zachodnio-pomorskie	3	57,3	60,7	65,4	84,2	85,4	87,0
Aglomeracja Trójmiejska	pomorskie	9	48,5	65,2	97,8	82,4	116,0	167,0
Aglomeracja Warszawska	mazowieckie	7	78,8	94,4	119,2	125,3	170,0	236,6
Aglomeracja Wrocławska	dolnośląskie	1	110,0	110,0	110,0	147,0	147,0	147,0
Bielsko-Biała	śląskie	1	151,9	151,9	151,9	278,0	278,0	278,0
Częstochowa	śląskie	1	101,9	101,9	101,9	127,0	127,0	127,0
Elbląg	warmińsko-mazurskie	2	61,2	67,4	73,6	91,6	98,7	105,7
Gorzów Wlkp.	lubuskie	2	80,6	120,2	159,8	138,4	184,6	230,8
Kalisz	wielkopolskie	1	110,9	110,9	110,9	289,4	289,4	289,4
Kielce	świętokrzyskie	2	79,7	100,8	121,9	104,3	142,2	180,0
Koszalin	zachodnio-pomorskie	1	48,4	48,4	48,4	81,0	81,0	81,0
Legnica	dolnośląskie	2	97,8	118,2	138,6	128,9	233,4	337,9
Olsztyn	warmińsko-mazurskie	2	50,6	60,1	69,5	80,2	90,0	99,8
Opole	opolskie	1	110,4	110,4	110,4	209,7	209,7	209,7
Płock	mazowieckie	2	95,2	95,5	95,8	158,1	162,6	167,0
Radom	mazowieckie	1	93,2	93,2	93,2	193,6	193,6	193,6
Rzeszów	podkarpackie	1	107,0	107,0	107,0	171,0	171,0	171,0
Tarnów	małopolskie	1	117,0	117,0	117,0	302,0	302,0	302,0
Toruń	kujawsko-pomorskie	1	99,3	99,3	99,3	134,3	134,3	134,3
Wałbrzych	dolnośląskie	1	62,4	62,4	62,4	84,0	84,0	84,0

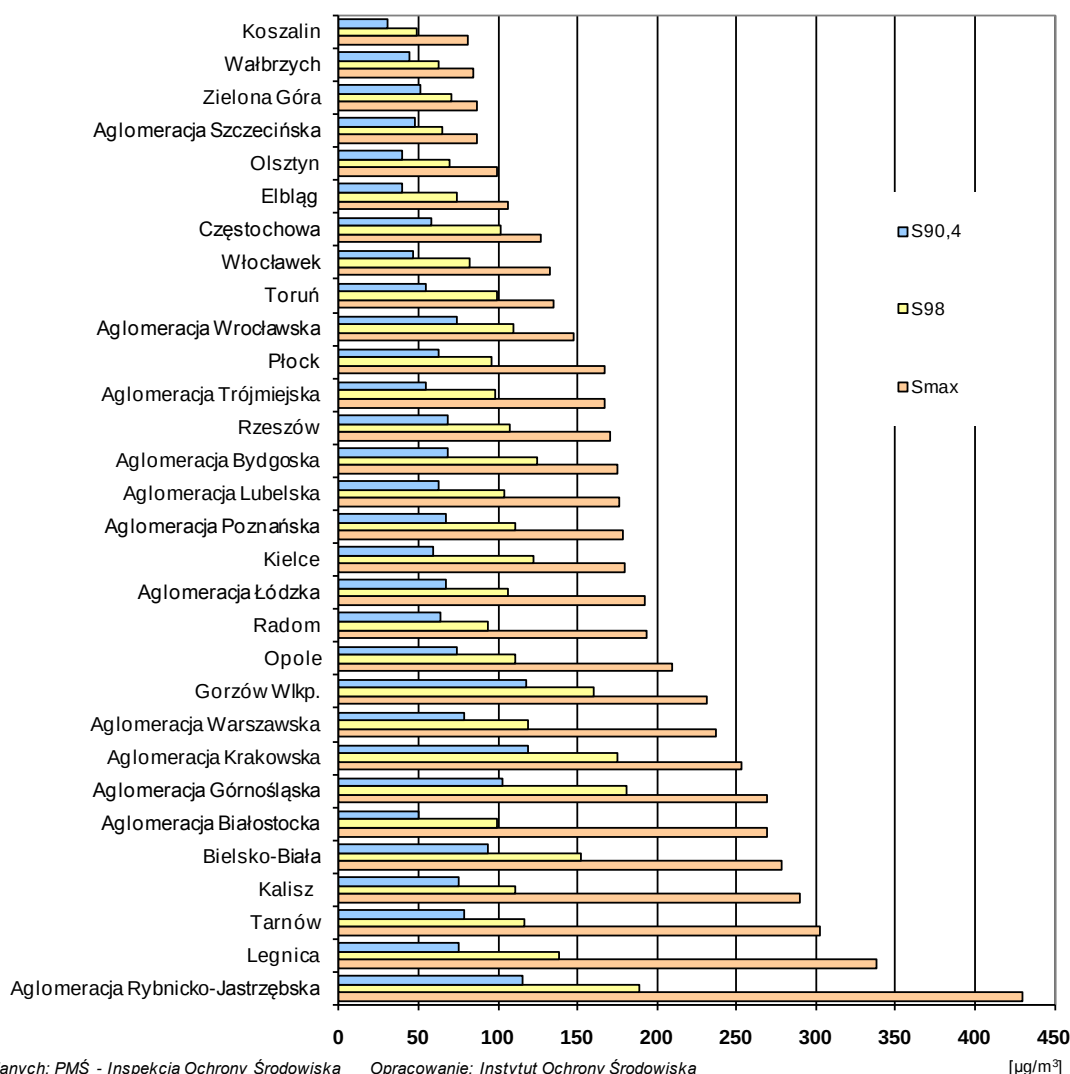
Aglomeracja/ miasto	Województwo	Liczba stanowisk ²⁾	Percentyl S98 ¹⁾ ze stężeń 24-godz. PM10			Stężenie maksymalne ¹⁾ 24-godz. pyłu PM10		
			Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
			[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
Włocławek	kujawsko- pomorskie	1	81,9	81,9	81,9	133,0	133,0	133,0
Razem		71	48,4	-	188,6	80,2	-	430,0

Objaśnienia do tabeli 4-7:

1) parametr nienormowany,

2) liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie dla określonego czasu uśredniania stężeń,

3) wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2009 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście.



Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska

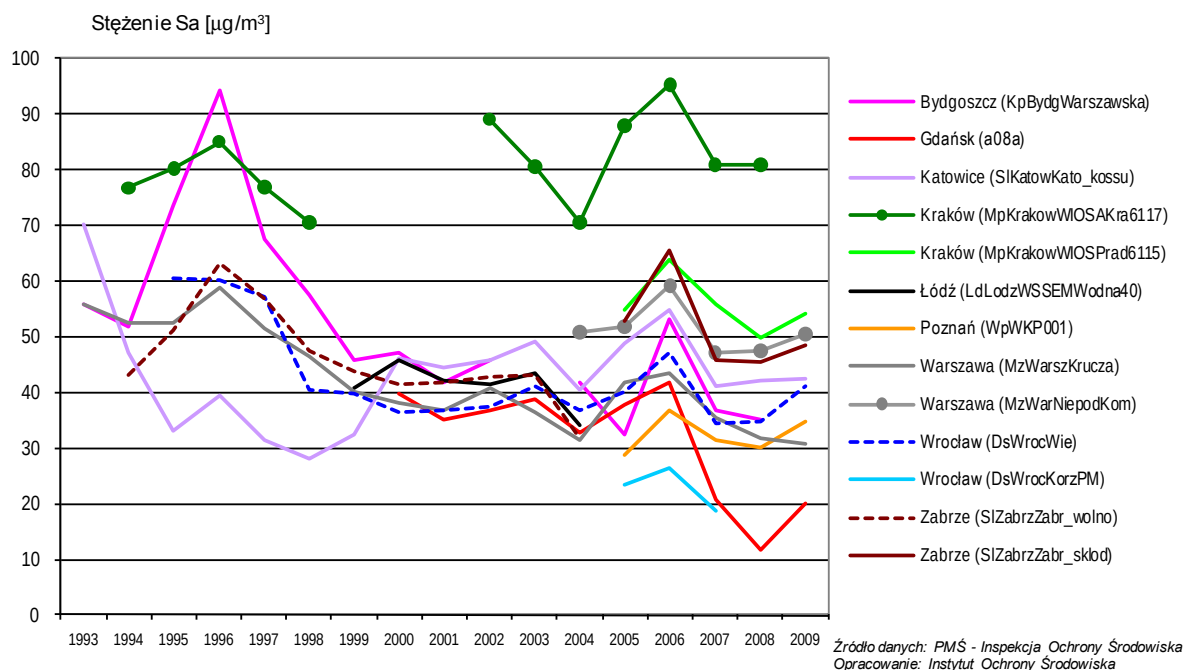
[µg/m³]

Rysunek 4-16. Najwyższe wartości percentyli S90,4 i S98 oraz stężenia maksymalnego Smax dla 24-godzinnych stężeń pyłu PM10, uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2009 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Wartości percentyla S98 z 24-godz. stężeń PM10, uzyskane z pomiarów na poszczególnych stanowiskach w aglomeracjach/miastach w 2009 roku mieściły się w granicach od 48 do 189 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Średnie dla rozważanych miast, gdzie funkcjonowały co najmniej 2 stanowiska pomiarowe, wynosiły od 60 do 168 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe uśrednione wartości S98 otrzymano z pomiarów w Aglomeracji Krakowskiej, najniższe w Olsztynie.

Trendy zmian stężeń pyłu PM10 na wybranych stacjach

Na większości stanowisk uwzględnionych w analizie, średnie roczne stężenia pyłu w aglomeracjach, w latach 1996-2004 wykazywały ogólną tendencję malejącą (rys. 4-17). Wyjątek stanowiły wyniki badań prowadzonych w Katowicach-Zależu oraz stężenia na stacji komunikacyjnej w Krakowie, na których przeplatają się okresy spadków i wzrostów stężeń średnich rocznych. Od 2004 do 2006 roku na większości rozważanych stacji, zauważalny jest trend wzrostowy stężeń PM10. W 2006 r. stężenia średnie roczne na rozważanych stacjach były najwyższe od siedmiu i więcej lat. Wysokie stężenia pyłu w 2006 r. należy łączyć z wystąpieniem w sezonie zimowym tego roku bardzo niekorzystnych warunków meteorologicznych. W 2007 roku stężenia średnie roczne PM10 były istotnie niższe niż rok wcześniej. Spadek stężeń średnich rocznych wystąpił na wszystkich stacjach uwzględnionych w analizie. Niższe stężenia w 2007 r. to wynik lepszych warunków meteorologicznych w sezonie chłodnym 2007 r. w stosunku do roku poprzedniego. W styczniu 2007 nie wystąpiły tak znaczące spadki temperatur powietrza (stymulujące emisje pyłu związaną z ogrzewaniem) jak w styczniu 2006 r., nie występowały też długotrwałe sytuacje inwersyjne sprzyjające kumulowaniu się zanieczyszczeń w przyziemnej warstwie atmosfery. W 2008 roku na większości analizowanych stacji stężenia średnie roczne były zbliżone do wartości z roku poprzedniego. Na 6 z 10 stanowisk zanotowano spadek stężeń, na dwóch minimalny wzrost. Największy spadek stężeń, o 6 - 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, wystąpił na stacjach w Gdańsku i Krakowie. Po spadku stężeń w 2008 r., w 2009 roku na 7 z 8 stanowisk wystąpił wzrost stężeń średnich pyłu PM10 w stosunku do wartości z roku poprzedniego. Największy wzrost – o 8,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zanotowano na stacji w Gdańsku.



Rysunek 4-17. Stężenie średnie roczne pyłu PM10 w latach 1993-2009 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce (za pomocą linii z kropkami oznaczono stanowiska komunikacyjne)
(źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Stężenia pyłu PM_{2,5} w aglomeracjach

W analizie dotyczącej stężeń pyłu PM_{2,5} za rok 2009 wykorzystano dane z 10 aglomeracji i 3 innych dużych miast. Pomiary prowadzone były w nich łącznie na 16 stanowiskach (tab. 4-8). Średnie roczne wartości stężeń PM_{2,5} uzyskane z pomiarów na tych stanowiskach wynosiły od 20,1 µg/m³ w Aglomeracji Bydgoskiej do 46,2 µg/m³ na stanowisku w Aglomeracji Krakowskiej. Wartość dopuszczalna (faza I) i docelowa, określone w dyrektywie 2008/50/WE dla stężenia średniego rocznego PM_{2,5} na poziomie 25 µg/m³, przekroczona była w 6 z 10 analizowanych aglomeracji i w jednym z trzech miast objętych analizą (tab. 4-9).

Tabela 4-8. Wartości stężeń średnich rocznych obliczone na podstawie serii pomiarów stężeń pyłu PM_{2,5} prowadzonych w 2009 r. w aglomeracjach i miastach o liczbie ludności przekraczającej 100 tys. (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Lp.	Aglomeracja	Województwo	Kod stanowiska	Stężenie średnie roczne PM _{2,5} [µg/m ³]
1	Aglomeracja Bydgoska	kujawsko-pomorskie	KpBydgWarszawska	20,1
2	Aglomeracja Górnośląska	śląskie	SlKatowKato_kossu	29,9
3	Aglomeracja Górnośląska	śląskie	SlZabrzZabr_skłod	34,4
4	Aglomeracja Krakowska	małopolskie	MpKrakowWIOSBulw6118	46,2
5	Aglomeracja Krakowska	małopolskie	MpKrakowWIOSPrad6115	39,4
6	Aglomeracja Lubelska	lubelskie	LbLublinPiel	23,4
7	Aglomeracja Łódzka	łódzkie	LdLodzWSSEMLegiono	31,4
8	Aglomeracja Łódzka	łódzkie	LdZgierzWIOSAMielcza	27,2
9	Aglomeracja Poznańska	wielkopolskie	WpWKP001	26,2
10	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	śląskie	SlZoryzZory_sikor	33,9
11	Aglomeracja Szczecińska	zachodniopomorskie	ZpSzczecin002	20,2
12	Aglomeracja Warszawska	mazowieckie	MzWarszUrsynow	23,6
13	Aglomeracja Wrocławska	dolnośląskie	DsWrocKorzA	32,6
14	Płock	mazowieckie	MzPlockReja	24,0
15	Radom	mazowieckie	MzRadomTochter	24,1
16	Tarnów	małopolskie	MpTarnowWIOSSoli6303	29,0

Tabela 4-9. Wartości parametrów obliczonych na podstawie manualnych i automatycznych pomiarów stężeń PM_{2,5}, prowadzonych w 2009 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Aglomeracja /miasto	Województwo	Stężenie średnie roczne PM _{2,5}			
		Liczba stanowisk ¹⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
Aglomeracja Bydgoska	kujawsko-pomorskie	1	20,1	20,1	20,1
Aglomeracja Górnośląska	śląskie	2	29,9	32,1	34,4
Aglomeracja Krakowska	małopolskie	2	39,4	42,8	46,2
Aglomeracja Lubelska	lubelskie	1	23,4	23,4	23,4
Aglomeracja Łódzka	łódzkie	2	27,2	29,3	31,4
Aglomeracja Poznańska	wielkopolskie	1	26,2	26,2	26,2
Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	śląskie	1	33,9	33,9	33,9

Aglomeracja Szczecińska	zachodniopomorskie	1	20,2	20,2	20,2
Aglomeracja Warszawska	mazowieckie	1	23,6	23,6	23,6
Aglomeracja Wrocławska	dolnośląskie	1	32,6	32,6	32,6
Płock	mazowieckie	1	24,0	24,0	24,0
Radom	mazowieckie	1	24,1	24,1	24,1
Tarnów	małopolskie	1	29,0	29,0	29,0
Razem		16	20,1	-	46.2

Objaśnienia do tabeli 4-9:

- 1) liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie dla określonego czasu uśredniania stężeń,
- 2) wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2009 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście

4.2.7. Ołów

Zanieczyszczenie powietrza ołowiem w aglomeracjach i wybranych miastach

W ocenie zanieczyszczenia powietrza ołowiem wykorzystano wyniki pomiarów stężeń prowadzonych na 39 stanowiskach znajdujących się w 11 aglomeracjach i 12 miastach o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys. Pomiaru stężeń ołowiu w 2009 roku, podobnie jak w poprzednich latach, prowadzone były w różnych trybach czasowych: oznaczano stężenia 24-godz. w próbach pobieranych codziennie lub co kilka-kilkanaście dni lub też oznaczano stężenia średnie w próbach łączonych (z okresu 1-2 tygodni lub miesiąca).

Średnie roczne stężenia ołowiu na obszarze aglomeracji i miast o liczbie mieszkańców większej od 100 tys. wynosiły w 2009 roku od 0,002 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 0,395 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (tab. 4-10).

Stężenia uśrednione w skali miasta zawierały się w granicach od 0,013 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 0,216 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najniższe spośród nich uzyskano z pomiarów na terenie Aglomeracji Łódzkiej, najwyższe w Legnicy (rys. 4-18).

Spośród miast i aglomeracji, gdzie pomiar prowadzony był tylko na jednym stanowisku, najniższą wartość stężenia S_a zanotowano w Olsztynie (0,002 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), najwyższą w Opolu (0,071 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Na stanowiskach z najwyższymi stężeniami S_a w poszczególnych aglomeracjach/miastach, wartości stężeń średnich rocznych wynosiły od 0,002 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 0,395 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na 38 z 39 stanowisk znajdujących się we wszystkich rozważanych miastach stężenia średnie roczne ołowiu nie przekraczały 20% poziomu dopuszczalnego. Stężenie średnie roczne ołowiu przewyższające 0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiło tylko na jednym ze stanowisk w Legnicy (0,395 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Na żadnym stanowisku pomiarowym, z uwzględnionych w ocenie za 2009 rok, położonym na terenie aglomeracji i miast o liczbie mieszkańców większej od 100 tys., nie został przekroczony dopuszczalny poziom ołowiu w powietrzu, określony dla stężeń średnich rocznych (0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

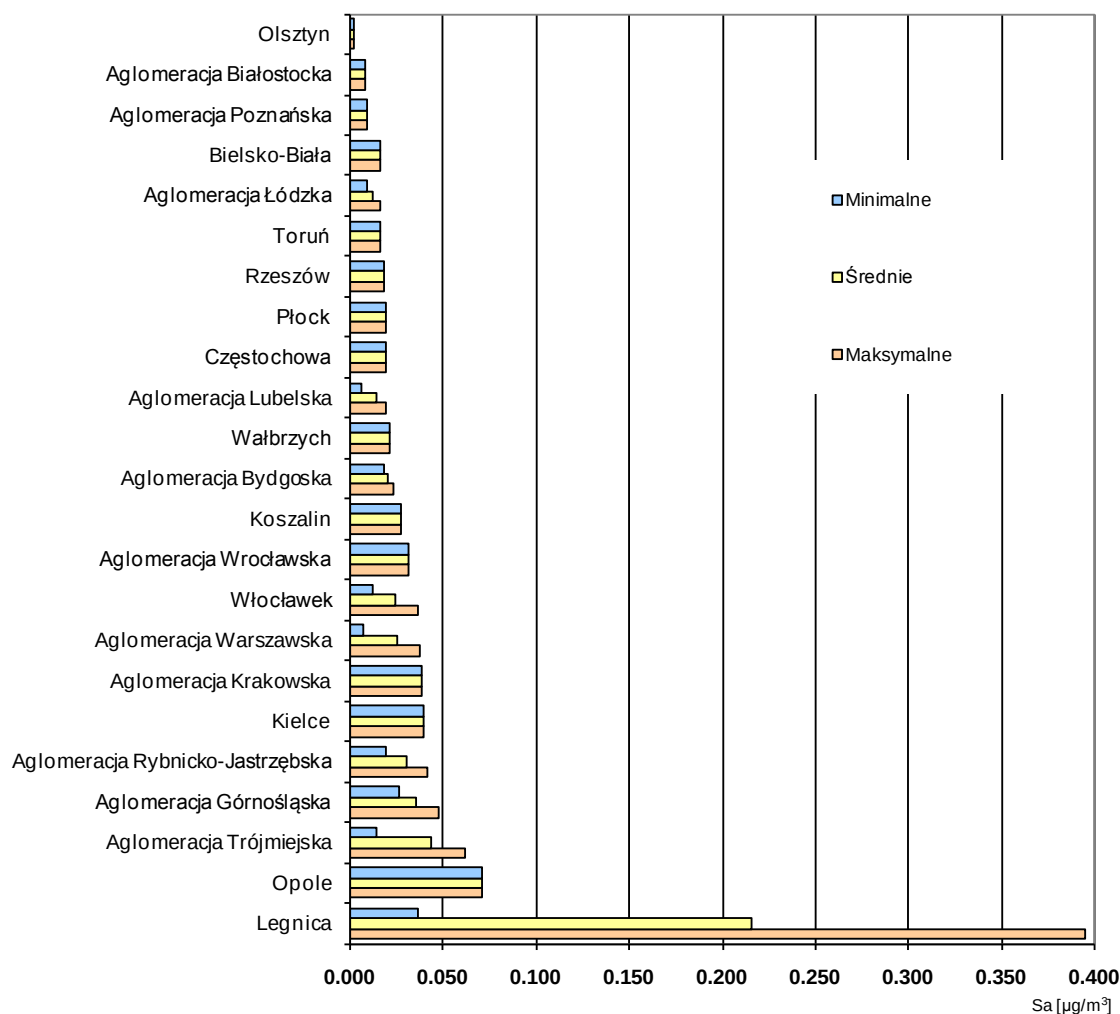
Tabela 4-10. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń ołowiu prowadzonych w 2009 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Aglomeracja /miasto	Województwo	Stężenie średnie roczne Pb			
		Liczba stanowisk ¹⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
Aglomeracja Białostocka	podlaskie	1	0,008	0,008	0,008
Aglomeracja Bydgoska	kujawsko-pomorskie	2	0,018	0,021	0,023
Aglomeracja Górnośląska	śląskie	5	0,026	0,035	0,048
Aglomeracja Krakowska	małopolskie	1	0,039	0,039	0,039
Aglomeracja Lubelska	lubelskie	3	0,006	0,014	0,019
Aglomeracja Łódzka	łódzkie	2	0,009	0,013	0,016
Aglomeracja Poznańska	wielkopolskie	1	0,009	0,009	0,009
Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	śląskie	2	0,019	0,031	0,042
Aglomeracja Trójmiejska	pomorskie	3	0,014	0,044	0,062
Aglomeracja Warszawska	mazowieckie	4	0,007	0,026	0,037
Aglomeracja Wrocławska	dolnośląskie	1	0,031	0,031	0,031
Bielsko-Biała	śląskie	1	0,016	0,016	0,016
Częstochowa	śląskie	1	0,019	0,019	0,019
Kielce	świętokrzyskie	1	0,040	0,040	0,040
Koszalin	zachodniopomorskie	1	0,027	0,027	0,027
Legnica	dolnośląskie	2	0,036	0,216	0,395
Olsztyn	warmińsko-mazurskie	1	0,002	0,002	0,002
Opole	opolskie	1	0,071	0,071	0,071
Płock	mazowieckie	1	0,019	0,019	0,019
Rzeszów	podkarpackie	1	0,019	0,019	0,019
Toruń	kujawsko-pomorskie	1	0,016	0,016	0,016
Wałbrzych	dolnośląskie	1	0,021	0,021	0,021
Włocławek	kujawsko-pomorskie	2	0,012	0,024	0,037
Razem		39	0,002	-	0,395

Objaśnienia do tabeli 4-10:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie,

²⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2009 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście.



Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska

Rysunek 4-18. Wartości średnich rocznych stężeń ołowiu uzyskane w 2009 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

4.2.8. Arsen

Zanieczyszczenie powietrza arsenem w aglomeracjach i wybranych miastach

W ocenie stężeń arsenu (określanych na podstawie zawartości pierwiastka w pyłe PM10) za 2009 rok uwzględniono wyniki pomiarów prowadzonych na 21 stanowiskach zlokalizowanych w 8 aglomeracjach i 7 miastach liczących powyżej 100 tys. mieszkańców.

Średnie roczne stężenia arsenu, uzyskane na stanowiskach uwzględnionych w ocenie za rok 2009, wynosiły od 0,23 ng/m³ do 5,49 ng/m³ (tab. 4-11). Najniższe stężenia uzyskano z pomiarów prowadzonych w Aglomeracji Warszawskiej.

Na stanowiskach z najwyższymi stężeniami S_a w poszczególnych aglomeracjach lub miastach, wartości stężeń średnich rocznych arsenu wynosiły również od 0,23 ng/m³ do 5,49 ng/m³. Najwyższe stężenia uzyskano na stanowisku pomiarowym w Legnicy (tab. 4-11, rys. 4-19). W 2009 roku na żadnym stanowisku nie wystąpiło przekroczenie poziomu docelowego określonego dla stężeń średnich rocznych arsenu w powietrzu.

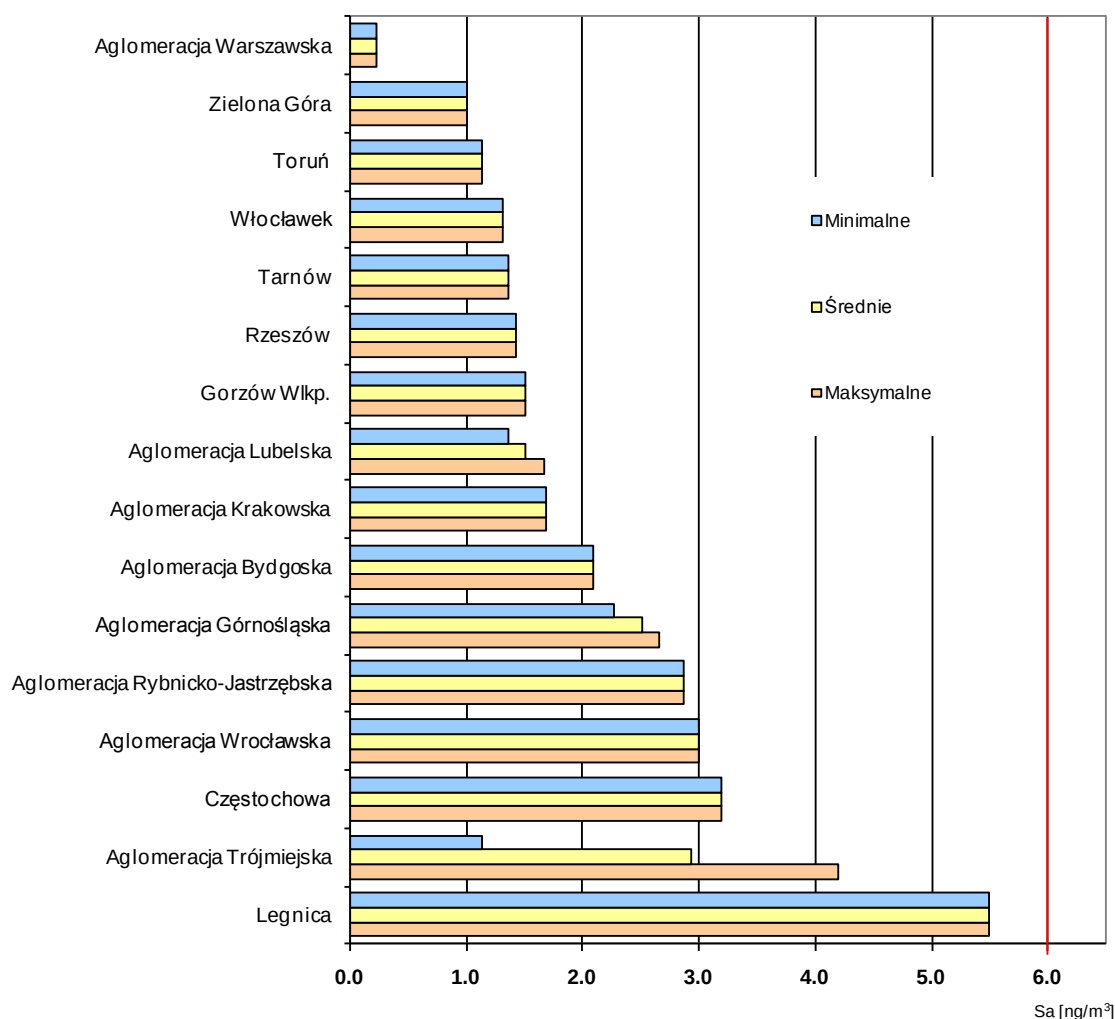
Pośród stanowisk pomiarów arsenu, które zostały uwzględnione w ocenie, na 76% stanowisk stężenie średnie roczne było niższe od połowy poziomu docelowego określonego w rozporządzeniu MŚ.

Tabela 4-11. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń arsenu prowadzonych w 2009 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Agglomeracja / miasto	Województwo	Stężenie średnie roczne As			
		Liczba stanowisk ¹⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
Agglomeracja Bydgoska	kujawsko-pomorskie	1	2,09	2,09	2,09
Agglomeracja Górnośląska	śląskie	3	2,26	2,52	2,66
Agglomeracja Krakowska	małopolskie	1	1,68	1,68	1,68
Agglomeracja Lubelska	lubelskie	2	1,36	1,51	1,66
Agglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	śląskie	1	2,87	2,87	2,87
Agglomeracja Trójmiejska	pomorskie	3	1,13	2,93	4,20
Agglomeracja Warszawska	mazowieckie	1	0,23	0,23	0,23
Agglomeracja Wrocławska	dolnośląskie	1	3,00	3,00	3,00
Częstochowa	śląskie	1	3,20	3,20	3,20
Gorzów Wlkp.	lubuskie	1	1,51	1,51	1,51
Legnica	dolnośląskie	1	5,49	5,49	5,49
Rzeszów	podkarpackie	1	1,43	1,43	1,43
Tarnów	małopolskie	1	1,36	1,36	1,36
Toruń	kujawsko-pomorskie	1	1,13	1,13	1,13
Włocławek	kujawsko-pomorskie	1	1,31	1,31	1,31
Zielona Góra	lubuskie	1	1,01	1,01	1,01
Razem		21	0,23	-	5,49

Objaśnienia do tabeli 4-11:

- ¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie,
- ²⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2009 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście.



Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska

Rysunek 4-19. Wartości średnich rocznych stężeń arsenu uzyskane w 2009 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

4.2.9. Kadm

Zanieczyszczenie powietrza kadmem w aglomeracjach i wybranych miastach

W ocenie stężeń kadmu (określanych na podstawie zawartości pierwiastka w pyłe PM10) za 2009 rok uwzględniono wyniki pomiarów z 25 stanowisk znajdujących się w 9 aglomeracjach i 11 miastach liczących powyżej 100 tys. mieszkańców (tab. 4-12).

Średnie roczne stężenia kadmu, uzyskane na rozważanych stanowiskach, w 2009 roku zawierały się w granicach od 0,24 ng/m³ do 2,76 ng/m³. Najniższe wartości odnotowano na stanowiskach w Aglomeracji Poznańskiej i Lubelskiej. Najwyższe stężenia uzyskano z pomiarów na stanowisku w Opolu (tab. 4-12, rys. 4-20).

Na wszystkich stanowiskach uwzględnionych w ocenie, średnie roczne stężenia kadmu w powietrzu były niższe od poziomu docelowego. Poza stanowiskiem w Opolu, na wszystkich pozostałych stężenie kadmu było mniejsze od połowy wartości normatywnej. Na większości z nich stężenie nie przekraczało 20 % poziomu docelowego.

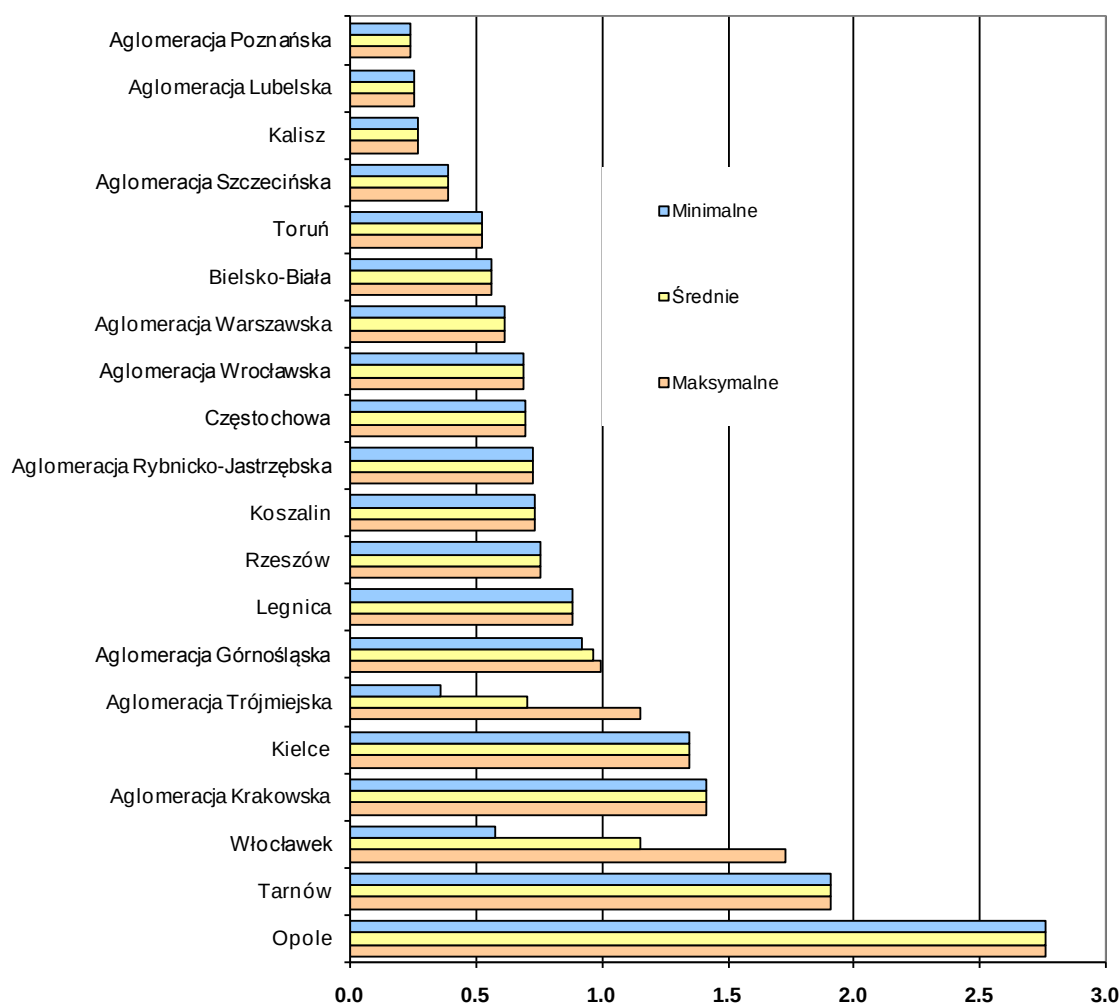
Tabela 4-12. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń kadmu prowadzonych w 2009 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Aglomeracja / miasto	Województwo	Stężenie średnie roczne Cd			
		Liczba stanowisk ¹⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
Aglomeracja Górnośląska	śląskie	3	0,92	0,96	0,99
Aglomeracja Krakowska	małopolskie	1	1,42	1,42	1,42
Aglomeracja Lubelska	lubelskie	1	0,26	0,26	0,26
Aglomeracja Poznańska	wielkopolskie	1	0,24	0,24	0,24
Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	śląskie	1	0,72	0,72	0,72
Aglomeracja Szczecińska	zachodniopomorskie	1	0,39	0,39	0,39
Aglomeracja Trójmiejska	pomorskie	3	0,36	0,70	1,15
Aglomeracja Warszawska	mazowieckie	1	0,61	0,61	0,61
Aglomeracja Wrocławska	dolnośląskie	1	0,69	0,69	0,69
Bielsko-Biała	śląskie	1	0,56	0,56	0,56
Częstochowa	śląskie	1	0,70	0,70	0,70
Kalisz	wielkopolskie	1	0,27	0,27	0,27
Kielce	świętokrzyskie	1	1,34	1,34	1,34
Koszalin	zachodniopomorskie	1	0,73	0,73	0,73
Legnica	dolnośląskie	1	0,88	0,88	0,88
Opole	opolskie	1	2,76	2,76	2,76
Rzeszów	podkarpackie	1	0,76	0,76	0,76
Tarnów	małopolskie	1	1,91	1,91	1,91
Toruń	kujawsko-pomorskie	1	0,53	0,53	0,53
Włocławek	kujawsko-pomorskie	2	0,58	1,15	1,73
Razem		25	0,24	-	2,76

Objaśnienia do tabeli 4-12:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie,

²⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2009 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście.



Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska

Sa [ng/m³]

Rysunek 4-20. Wartości średnich rocznych stężeń kadmu uzyskane w 2009 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

4.2.10. Nikiel

Zanieczyszczenie powietrza niklem w aglomeracjach i wybranych miastach

W ocenie stężeń niklu (określanych na podstawie zawartości pierwiastka w pyłe PM₁₀) za 2009 rok wykorzystano wyniki pomiarów prowadzonych na 22 stanowiskach, zlokalizowanych na terenie 8 aglomeracji i 8 miast o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys. (tab. 4-13).

Średnie roczne stężenia niklu, uzyskane z pomiarów na rozważanych stanowiskach, wynosiły od 0,34 ng/m³ do 36,23 ng/m³ (tab. 4-13). Najniższą wartość odnotowano na stanowiskach w Aglomeracji Poznańskiej.

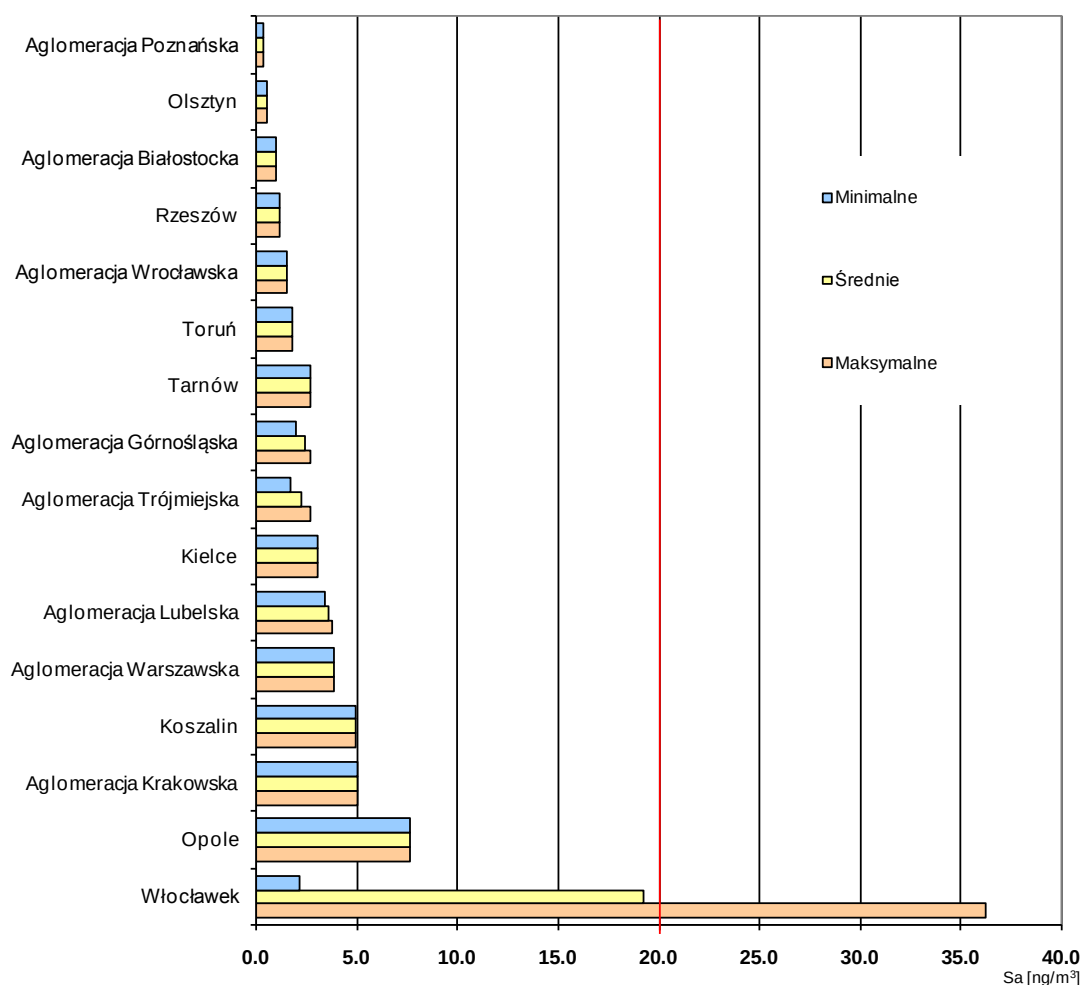
Najwyższe stężenie odnotowano na stanowisku pomiarowym we Włocławku (tab. 4-13, rys. 4-21) i tylko na tym stanowisku wystąpiło przekroczenie poziomu docelowego kadmu wynoszącego 20 ng/m³. Na żadnym innym stanowisku w rozważanych miastach i aglomeracjach stężenie średnie roczne kadmu nie przekroczyło 40% poziomu docelowego.

Tabela 4-13. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń niklu prowadzonych w 2009 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Aglomeracja /miasto	Województwo	Stężenie średnie roczne Ni				
		Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
Aglomeracja Białostocka	podlaskie	1		1,00	1,00	1,00
Aglomeracja Górnośląska	śląskie	3		1,99	2,39	2,69
Aglomeracja Krakowska	małopolskie	1		5,04	5,04	5,04
Aglomeracja Lubelska	lubelskie	2		3,41	3,59	3,77
Aglomeracja Poznańska	wielkopolskie	1		0,34	0,34	0,34
Aglomeracja Trójmiejska	pomorskie	3		1,74	2,26	2,70
Aglomeracja Warszawska	mazowieckie	1		3,87	3,87	3,87
Aglomeracja Wrocławska	dolnośląskie	1		1,52	1,52	1,52
Kielce	świętokrzyskie	1		3,03	3,03	3,03
Koszalin	zachodniopomorskie	1		4,96	4,96	4,96
Olsztyn	warmińsko-mazurskie	1		0,51	0,51	0,51
Opole	opolskie	1		7,65	7,65	7,65
Rzeszów	podkarpackie	1		1,17	1,17	1,17
Tarnów	małopolskie	1		2,66	2,66	2,66
Toruń	kujawsko-pomorskie	1		1,83	1,83	1,83
Włocławek	kujawsko-pomorskie	2	1	2,13	19,18	36,23
Razem		22	1	0.34	-	36.23

Objaśnienia do tabeli 4-13:

- ¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie dla określonego czasu uśredniania stężeń,
- ²⁾ liczba stanowisk, na których wartość określonego parametru była wyższa od odpowiedniego stężenia docelowego,
- ³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2009 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście.



Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska

Rysunek 4-21. Wartości średnich rocznych stężeń niklu uzyskane w 2009 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

4.2.11. Benzo(a)piren

Zanieczyszczenie powietrza benzo(a)pirenem w aglomeracjach i wybranych miastach

W ocenie zanieczyszczenia powietrza benzo(a)pirenem (B(a)P) za 2009 rok uwzględniono wyniki pomiarów prowadzonych na 29 stanowiskach, zlokalizowanych w 10 aglomeracjach i 11 miastach liczących powyżej 100 tys. mieszkańców.

Stężenia B(a)P określone są na podstawie zawartości tej substancji w pyłe zawieszonym PM₁₀.

Średnie roczne stężenia benzo(a)pirenu uzyskane w 2009 roku na stanowiskach uwzględnionych w ocenie wynosiły od 0,46 ng/m³ do 15,56 ng/m³ (tab. 4-14). Najniższe wartości stężeń, poniżej poziomu docelowego, uzyskano z pomiarów w Olsztynie i Aglomeracji Lubelskiej. Na pozostałych stanowiskach uwzględnionych w ocenie, stężenia średnie roczne B(a)P były wyższe od 1 ng/m³. Najwyższe stężenia średnie roczne uzyskano z pomiarów na stanowiskach znajdujących się na terenie Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej i Aglomeracji Górnośląskiej (tab. 4-14, rys. 4-22).

Na zdecydowanej większości stanowisk (na 27 z 29 uwzględnionych w ocenie) średnie roczne stężenia B(a)P przekraczały wartość poziomu docelowego, wynoszącą 1 ng/m³.

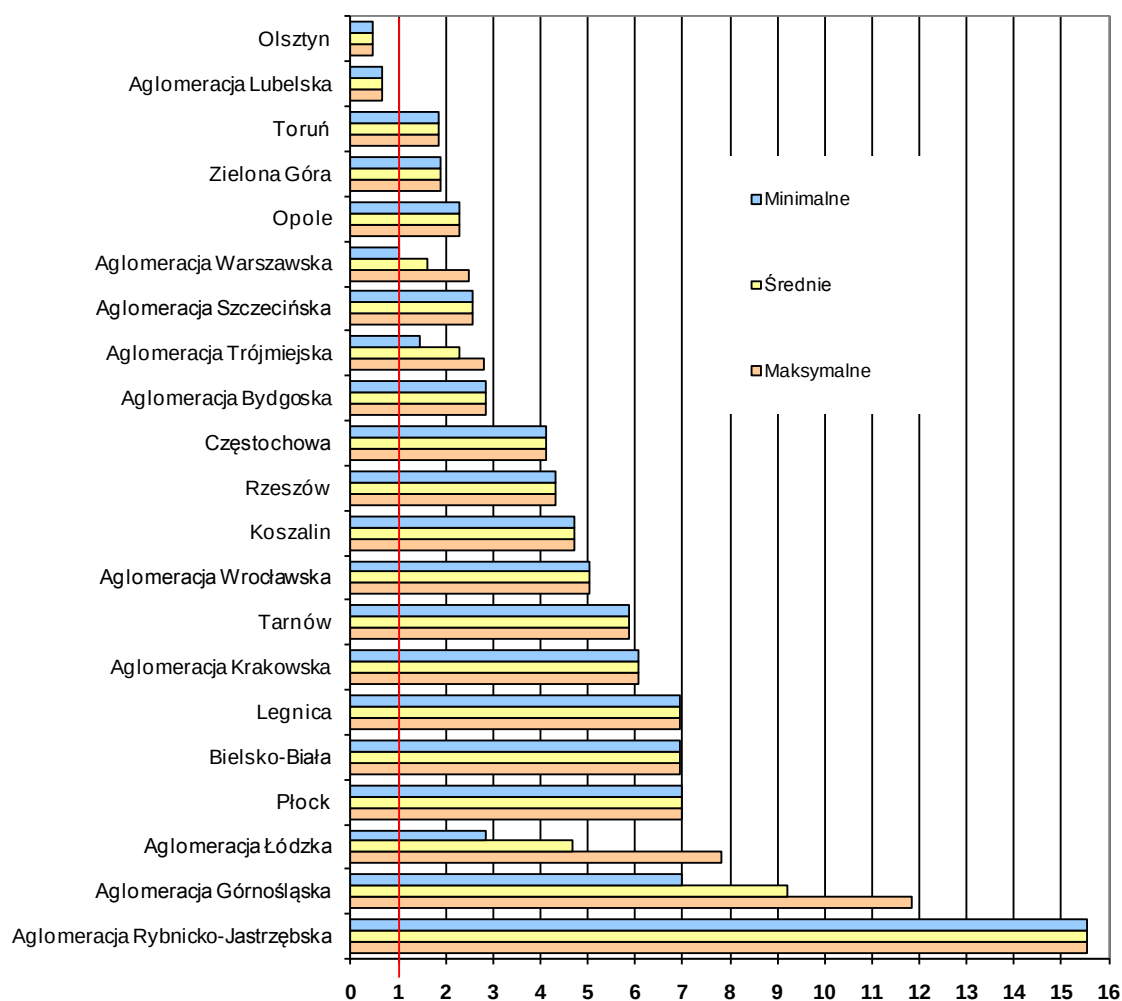
W 2009 roku, podobnie jak rok i dwa lata wcześniej, benzo(a)piren był substancją, której wartość normatywna została przekroczona na największej liczbie stanowisk (spośród uwzględnionych w ocenie) w skali kraju. Benzo(a)piren powstaje w procesie spalania paliw w celach grzewczych, w szczególności w małych paleniskach sektora komunalno-bytowego - jest więc zanieczyszczeniem powszechnie obecnym na terenach zamieszkałych z budynkami o tym typie ogrzewania. Jego stężenia w okresie zimnym są znacznie wyższe niż w sezonie ciepłym. Poziom docelowy określony dla stężenia B(a)P w powietrzu jest wartością niezwykle rygorystyczną, trudną do dotrzymania w miastach, gdzie do ogrzewania budynków stosuje się indywidualne piece, kotły, paleniska opalane węglem lub drewnem.

Tabela 4-14. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń benzo(a)pirenu prowadzonych w 2009 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Agglomeracja / miasto	Województwo	Stężenie średnie roczne B(a)P				
		Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
Agglomeracja Bydgoska	kujawsko-pomorskie	1	1	2,83	2,83	2,83
Agglomeracja Górnośląska	śląskie	3	3	7,00	9,22	11,85
Agglomeracja Krakowska	małopolskie	1	1	6,06	6,06	6,06
Agglomeracja Lubelska	lubelskie	1		0,65	0,65	0,65
Agglomeracja Łódzka	łódzkie	3	3	2,83	4,69	7,81
Agglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	śląskie	1	1	15,56	15,56	15,56
Agglomeracja Szczecińska	zachodniopomorskie	1	1	2,57	2,57	2,57
Agglomeracja Trójmiejska	pomorskie	3	3	1,44	2,28	2,82
Agglomeracja Warszawska	mazowieckie	3	3	1,03	1,62	2,49
Agglomeracja Wrocławska	dolnośląskie	1	1	5,03	5,03	5,03
Bielsko-Biała	śląskie	1	1	6,95	6,95	6,95
Częstochowa	śląskie	1	1	4,10	4,10	4,10
Koszalin	zachodniopomorskie	1	1	4,71	4,71	4,71
Legnica	dolnośląskie	1	1	6,94	6,94	6,94
Olsztyn	warmińsko-mazurskie	1		0,46	0,46	0,46
Opole	opolskie	1	1	2,29	2,29	2,29
Płock	mazowieckie	1	1	6,97	6,97	6,97
Rzeszów	podkarpackie	1	1	4,33	4,33	4,33
Tarnów	małopolskie	1	1	5,89	5,89	5,89
Toruń	kujawsko-pomorskie	1	1	1,84	1,84	1,84
Zielona Góra	lubuskie	1	1	1,87	1,87	1,87
Razem		29	27	0,46	-	15,56

Objaśnienia do tabeli 4-14:

- ¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie,
- ²⁾ liczba stanowisk, na których wartość określonego parametru była wyższa od odpowiedniego stężenia docelowego,
- ³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2009 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście.



Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska

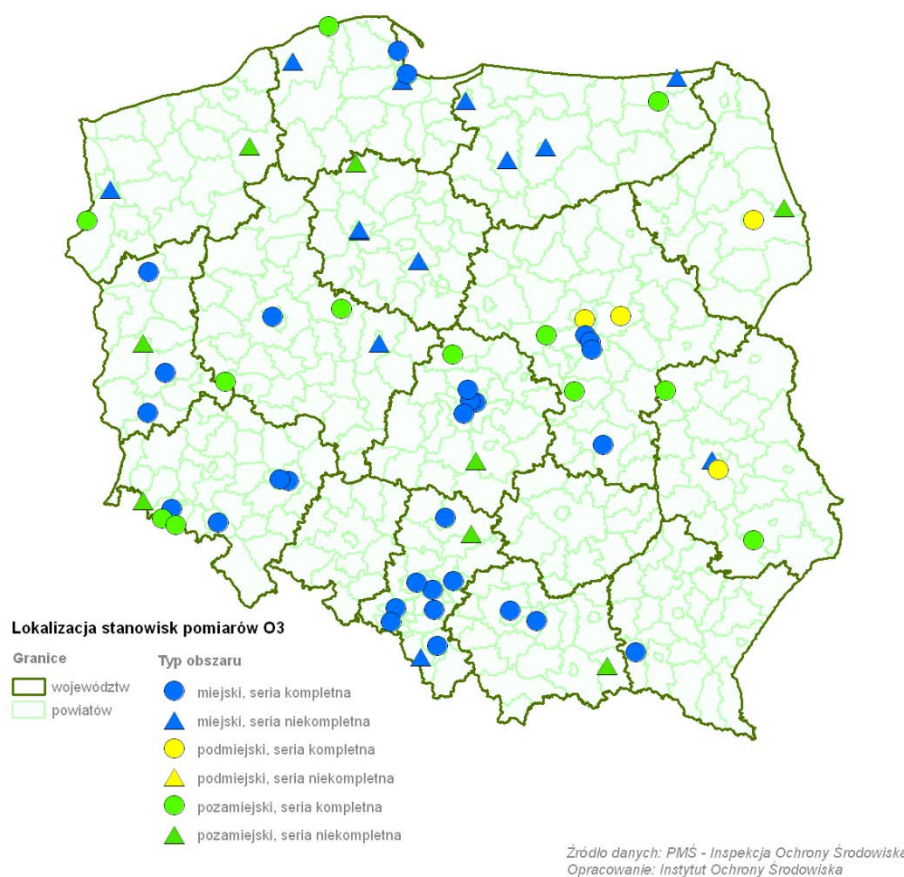
Sa [ng/m³]

Rysunek 4-22. Wartości średnich rocznych stężeń benzo(a)pirenu uzyskane w 2009 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

4.3. Ocena zanieczyszczenia powietrza ozonem w skali kraju

4.3.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń ozonu

Informacje o stężeniach ozonu w Polsce w 2009 r. uzyskano z 66 stacji: 42 miejskich (w tym 23 zlokalizowanych na terenie aglomeracji), 4 podmiejskich oraz 20 pozamiejskich. Spośród serii uwzględnionych w opracowaniu, tylko część z nich (47) spełniała wymagania dotyczące kompletności serii pomiarowych stężeń ozonu (podane w dyrektywie 2008/50/WE), pozwalające na prawidłowe obliczanie kryterialnych parametrów statystycznych z serii wyników pomiarów. Położenie stanowisk pomiarowych, ich typ oraz status kompletności serii wyników pomiarów z 2009 r. przedstawiono na rys. 4-23.



Rysunek 4-23. Stanowiska pomiarowe stężeń ozonu, z których wyniki wykorzystano w raporcie
(źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

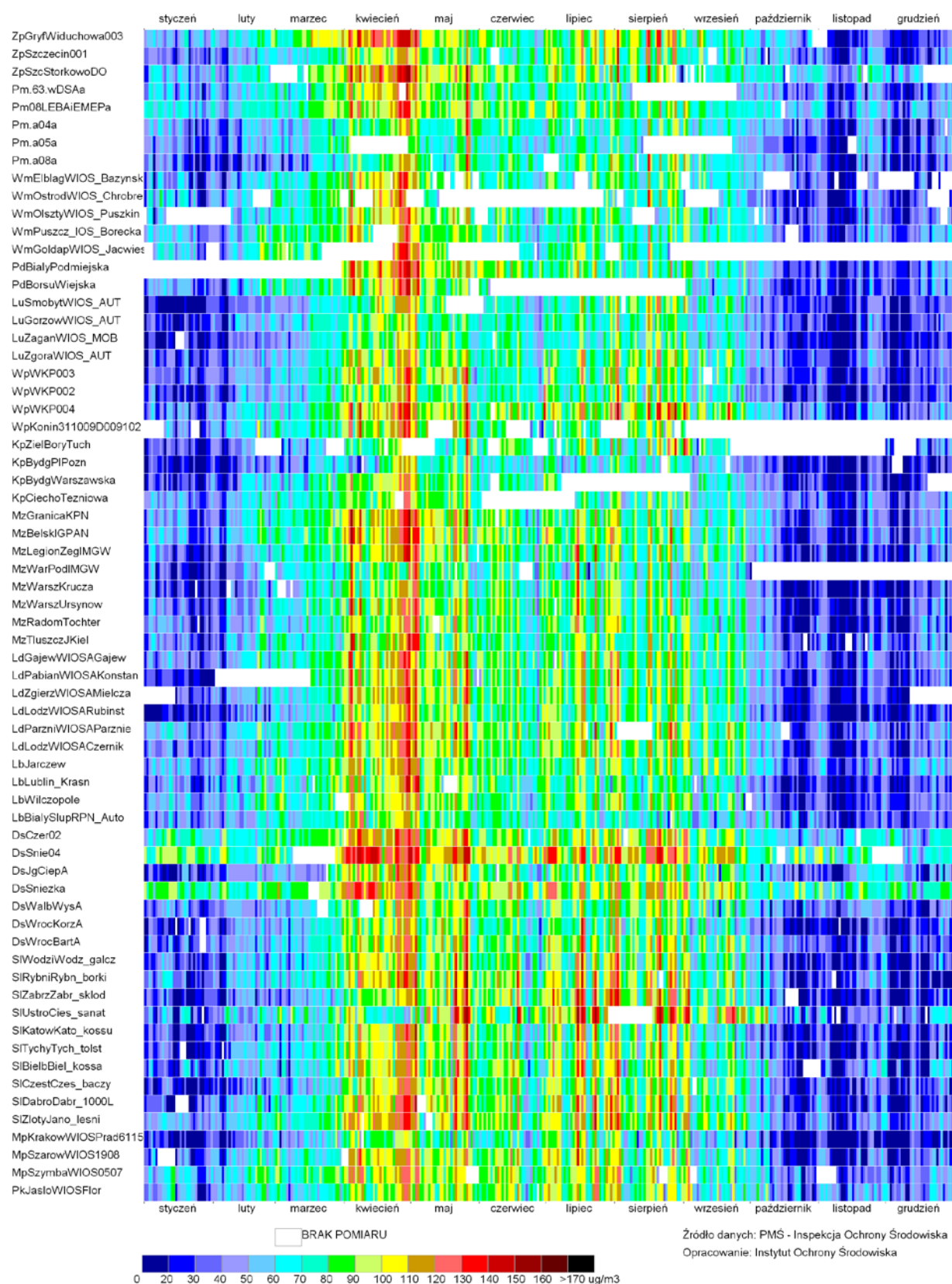
4.3.2. Informacje o stężeniach ozonu w 2009 roku

W 2009 r. stężenia 8-godz. wyższe od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły na wszystkich stanowiskach, gdzie seria wyników pomiarów spełniała kryteria kompletności podane w dyrektywie 2008/50/WE, z wyjątkiem jednego stanowiska w Żaganiu. Najwięcej dni z przekroczeniem stężenia $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zanotowano na stacjach położonych w górnej partii Karkonoszy (65 i 32 dni), na stacji w Ustroniu (31 – seria niepełna), na stanowisku w Widuchowej w woj. zachodniopomorskim (29) oraz na stacji w Krzyżówce w woj. wielkopolskim (26). Na innych stanowiskach pomiarowych, stężenia 8-godz. wyższe od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły w ciągu mniej niż 25 dni 2009 roku.

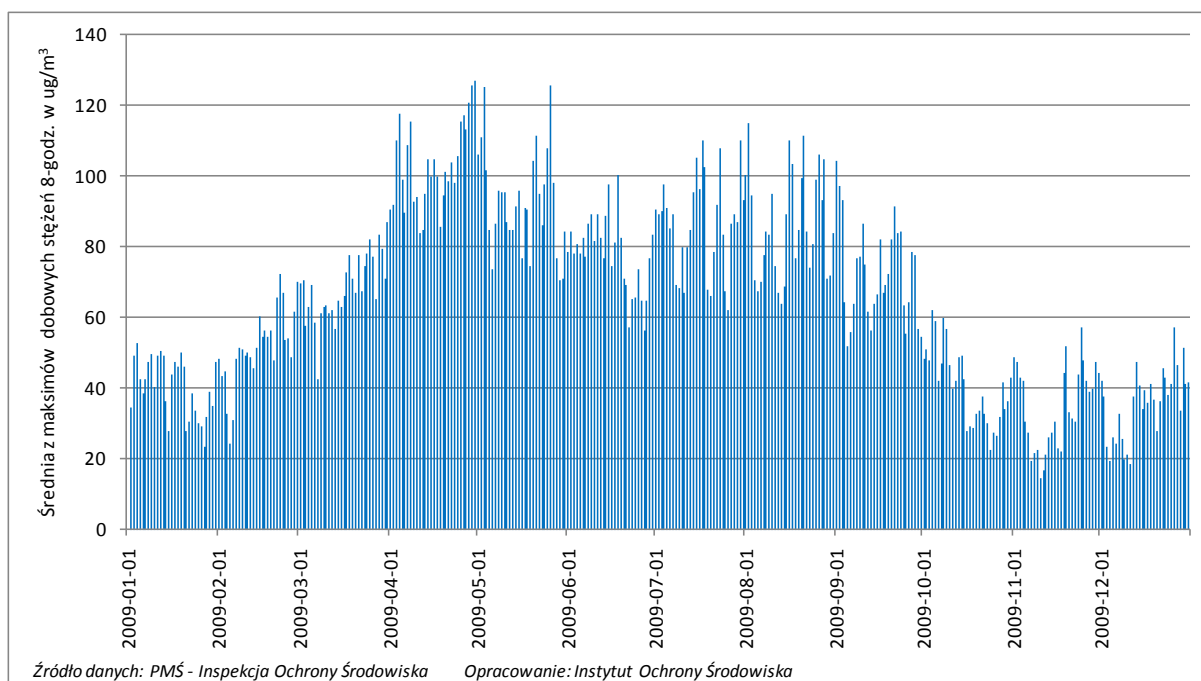
Przebieg maksimumów dziennych ze stężeń 8-godz. ozonu na poszczególnych stanowiskach uwzględnionych w analizach przedstawiono na rys. 4-24. Na rysunku, dla każdego stanowiska, każda wartość maksimum dobowego ze stężeń 8-godz. oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunku). Kolorem czerwonym zaznaczono dni, w których stężenie 8-godz. ozonu przekroczyło $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Miejsce puste – bez kolorowego paska oznacza, że dla tego dnia nie ma wyniku pomiaru.

Ozon jest zanieczyszczeniem wtórnym, powstającym w większych stężeniach przy sprzyjających warunkach meteorologicznych, w atmosferze zawierającej tzw. prekursorzy ozonu (tlenki azotu, węglowodory i inne substancje uczestniczące w procesie powstawania ozonu w troposferze). Poziom stężenia ozonu w danym okresie i miejscu zależy przede wszystkim od warunków meteorologicznych (natężenie promieniowania słonecznego,

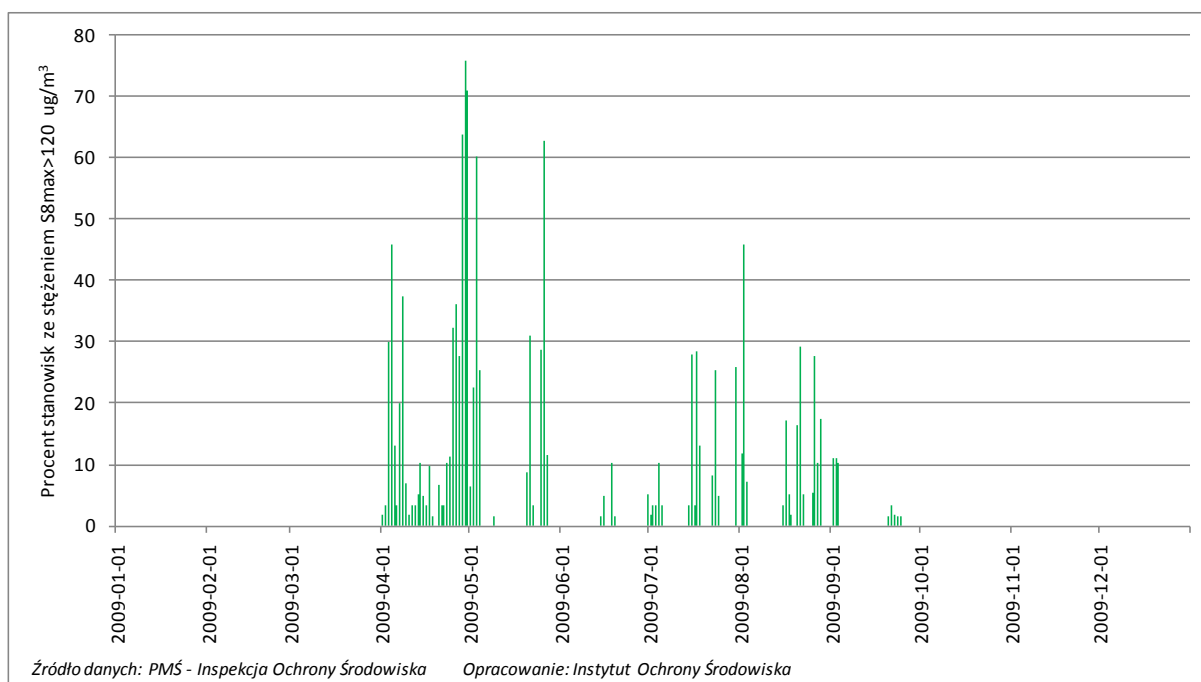
temperatura powietrza) a także od stopnia zanieczyszczenia ozonem i prekursorami ozonu powietrza napływającego nad rozważany obszar.



Rysunek 4-24. Przebieg maksimumów dziennych ze stężeń 8-godz. ozonu w 2009 r. na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, np. Mz - mazowieckie, Mp - małopolskie itd.) (źródło danych: PMS/GIOŚ)



Rysunek 4-25. Uśrednione dla wszystkich stanowisk w kraju maksima dobowe ze stężeń 8-godz. ozonu w 2009 r. (źródło danych: PMS/GIOŚ)



Rysunek 4-26. Procentowy udział stanowisk, na których w danym dniu 2009 r. wystąpiło stężenie 8-godz. ozonu wyższe od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (źródło danych: PMS/GIOŚ)

W 2009 r. wysokie stężenia ozonu na większości stanowisk notowane były w okresie od kwietnia do początku września. Najwyższe stężenia wystąpiły pod koniec kwietnia. W sezonie ciepłym 2009 r., podobnie jak w latach poprzednich, występowały kilkudniowe okresy z wysokimi stężeniami ozonu, rozdzielone okresami z niższymi stężeniami (rys. 4-24, 4-25, 4-26). Najczęściej podwyższone stężenia ozonu notowano jednocześnie na znacznej części obszaru Polski, a w wielu przypadkach, jednocześnie na znacznym obszarze Europy.

W dniu 29 kwietnia stężenie 8-godz. przekraczające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiło na 47 stacjach, to jest na 76% wszystkich czynnych tego dnia stanowisk. W innych dniach 2009 roku, jednoczesne przekroczenia tej wartości występowały na mniejszej liczbie stanowisk (rys. 4-26).

Wysokie stężenia 8-godz. ozonu, przekraczające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na więcej niż połowie stacji w Polsce, wystąpiły w dniach: 28.04 – 30.04.2009; 3.05.2009; 26.05.2009.

W okresie od stycznia do marca i od października do grudnia 2009 nie wystąpiły stężenia 8-godz. wyższe od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Najwyższe stężenie 8-godz. uśrednione dla wszystkich stanowisk w kraju wystąpiło w dniu 30 kwietnia. W tym dniu przekroczenie poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zanotowano na 71% stacji pomiarowych. Stężenia 8-godz. ozonu przewyższające tę wartość, wystąpiły tego dnia we wszystkich województwach z wyjątkiem woj. podkarpackiego.

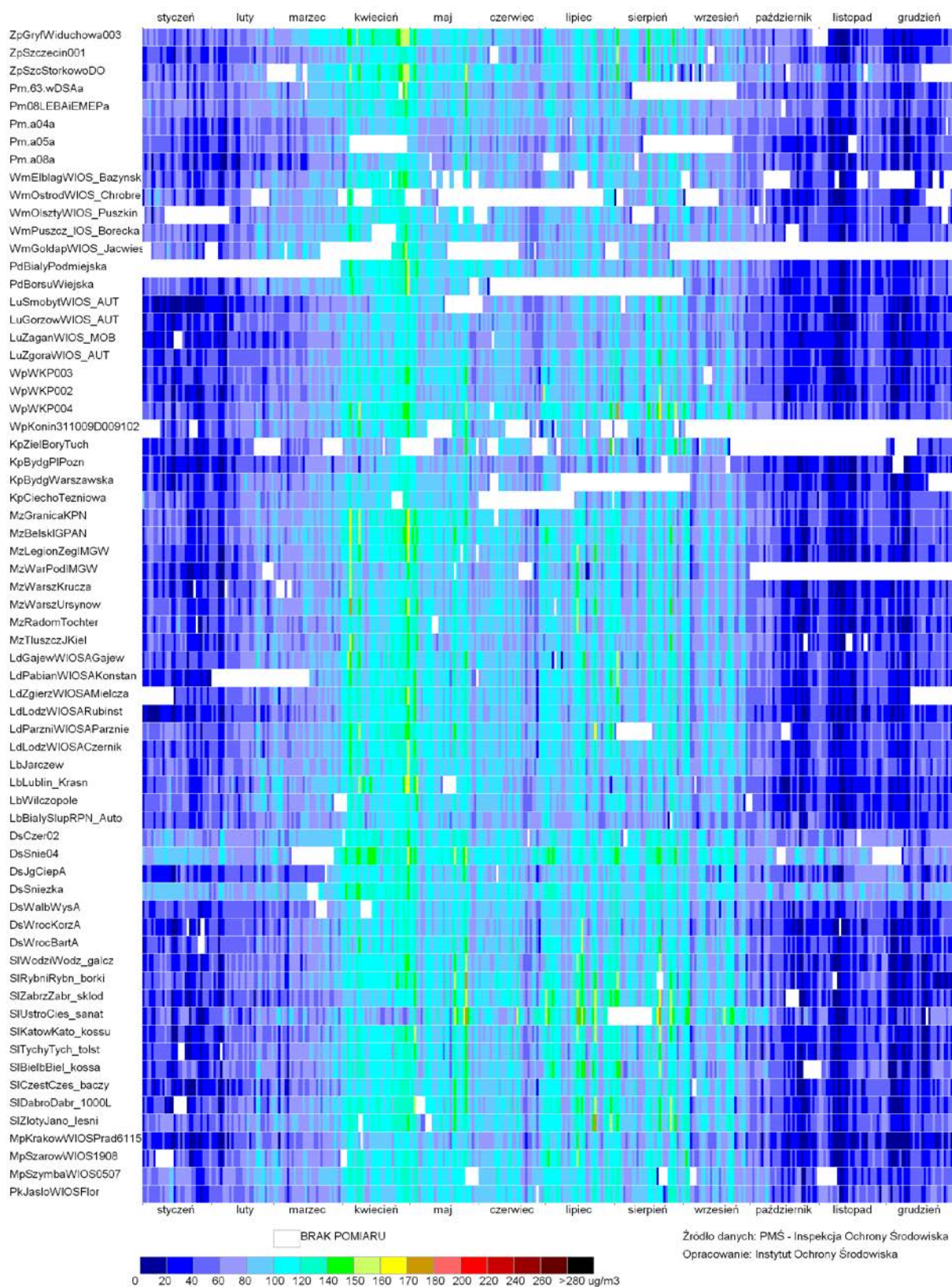
Stężenia 8-godz. ozonu przekraczające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na więcej niż 30% polskich stanowisk pomiarowych występowały w dniach (rys. 4-26): 4.04.2009; 8.04.2009; 25.04.2009 – 30.04.2009; 3.05.2009; 21.05.2009; 26.05.2009; 2.08.2009.

Większość przypadków wystąpienia wysokich stężeń 8-godz. ozonu miała miejsce w trakcie kalendarzowej wiosny, w miesiącach od kwietnia do czerwca. W tym czasie w kraju zanotowano wystąpienie 503 przypadków przekroczeń stężenia $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a w lipcu, sierpniu i wrześniu wystąpiły 239 takie przypadki. Spośród 91 dni okresu kwiecień-czerwiec, przekroczenia przynajmniej na jednej stacji w Polsce wystąpiły w ciągu 45 dni, a dla miesięcy letnich – w ciągu 36 dni.

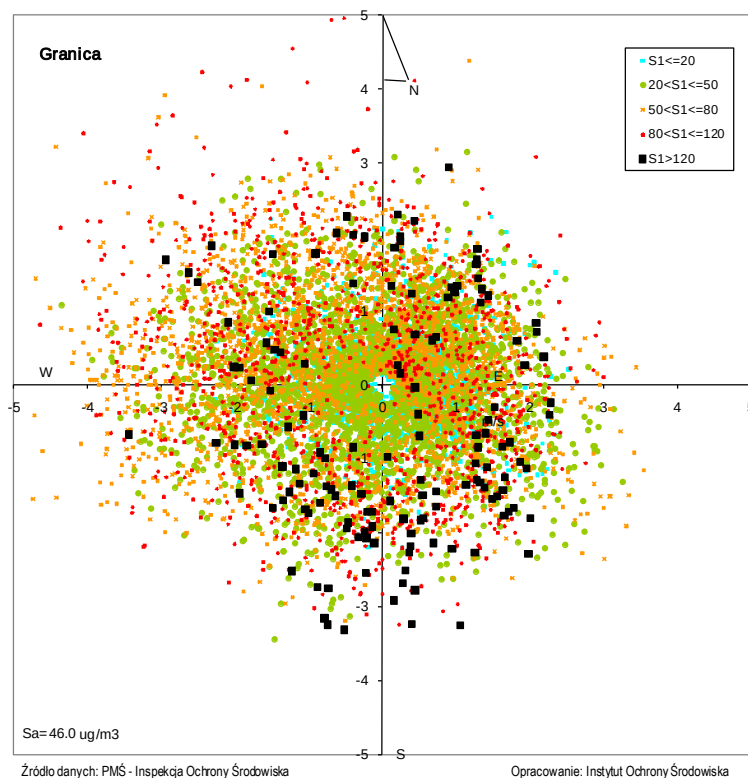
W 2009 r. na żadnym stanowisku nie wystąpiło przekroczenie progu informowania – $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ani progu alarmu - $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 1-godz. ozonu. Na rys. 4-27 przedstawiono przebieg maksimów dziennych ze stężeń 1-godz. ozonu w 2009 r. dla każdego dnia i stanowiska uwzględnione w ocenie.

Dla zilustrowania zależności stężeń od warunków meteorologicznych występujących w czasie pomiarów, na rys. 4-28, 4-30 i 4-31 przedstawiono wartości stężenia 1-godz. ozonu w 2009 r. w funkcji kierunku i prędkości wiatru z jednej stacji pozamiejskiej w Granicy (na obszarze Kampinoskiego Parku Narodowego) oraz z dwóch stacji miejskich położonych w Radomiu i Łodzi. Każdy punkt na wykresie odpowiada jednej wartości pomiarowej stężenia 1-godz. ozonu. Kolor punktów dobierany jest odpowiednio do wartości stężenia. Najwyższe stężenia, powyżej $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, oznaczane są kolorem czarnym, nieco niższe, z zakresu $80\text{--}120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kolorem czerwonym, itd. Odległość punktu od środka układu współrzędnych (przecięcie czarnych linii na środku wykresu) odpowiada prędkości wiatru w czasie pomiaru, a kierunek punkt-środek wykresu odpowiada kierunkowi wiatru podczas pomiaru.

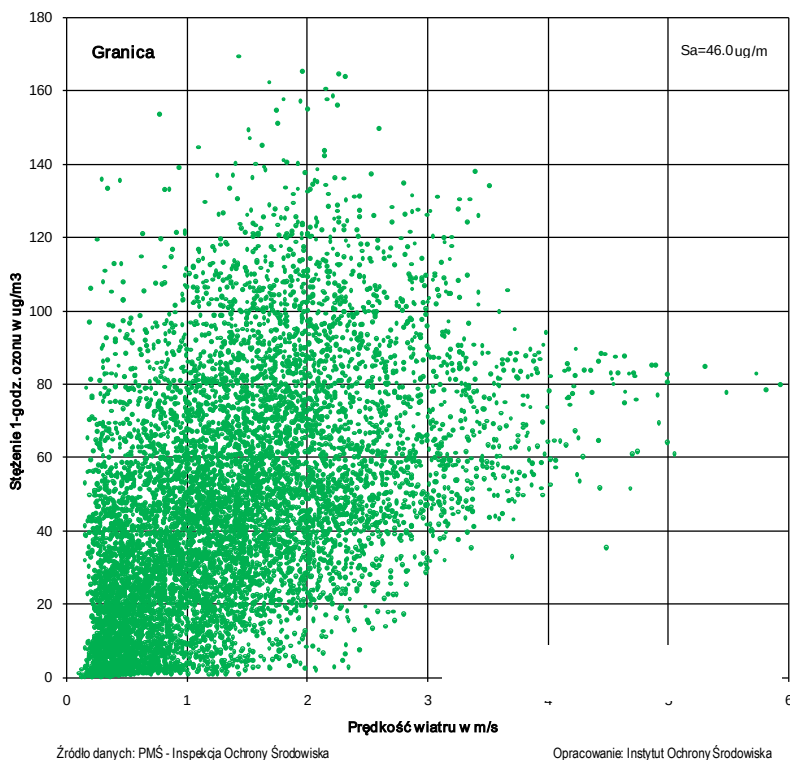
Z prowadzonych jednocześnie pomiarów stężeń ozonu oraz prędkości i kierunku wiatru na pozamiejskim stanowisku w Granicy (koło Kampinosu), gdzie w otoczeniu nie ma przeszkód zakłócających w sposób istotny przepływ powietrza, wynika, że wysokie stężenia ozonu występują przy wiatrach wiejących praktycznie z każdego kierunku (rys. 4-28), ale najwięcej przypadków wysokich stężeń ozonu wystąpiło przy wiatrach z kierunków południowych. Najczęściej stężenia 1-godz. przewyższające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ występowały przy wiatrach o prędkościach od 1 do 3 m/s (rys. 4-29).



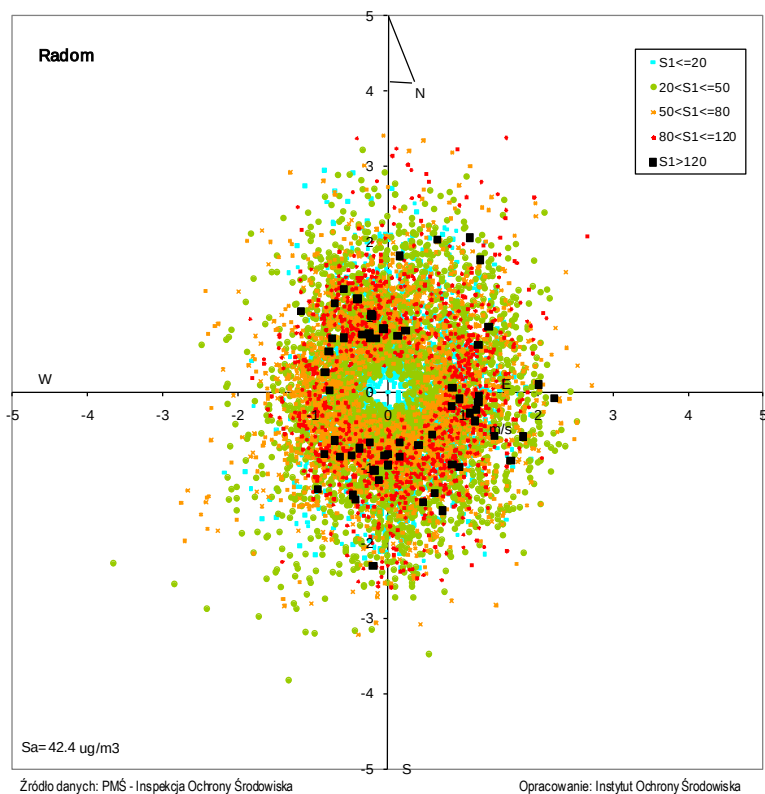
Rysunek 4-27. Przebieg maksimów dziennych ze stężeń I-godz. ozonu w 2009 r. na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, np. Mz - mazowieckie, Mp - małopolskie itd.) (źródło danych: PMS/GIOŚ)



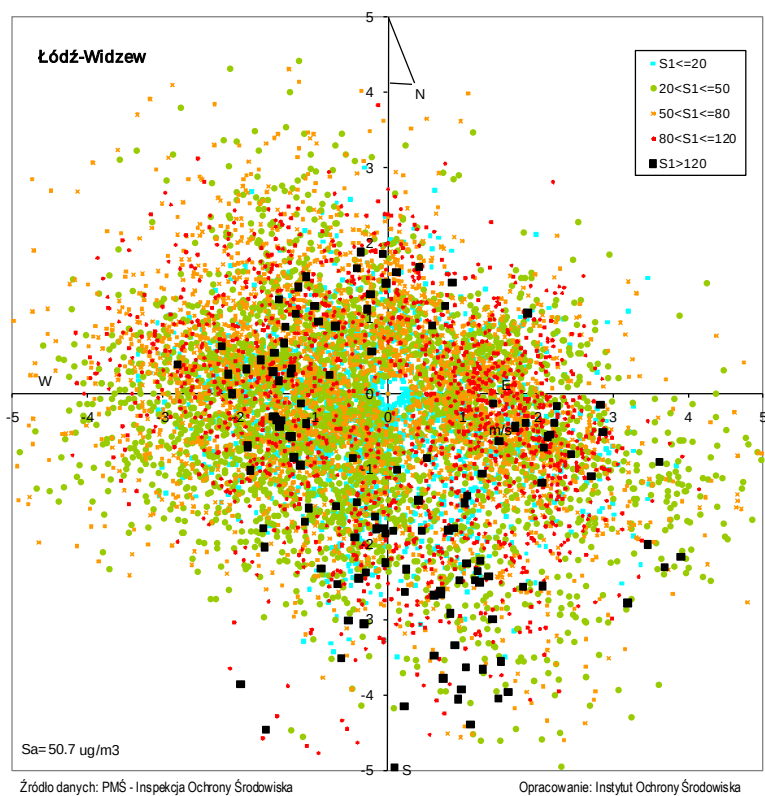
Rysunek 4-28. Stężenia 1-godz. ozonu w 2009 r. w zależności od prędkości i kierunku wiatru na stacji pozamiejskiej w Granicy koło Kampinosu (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)



Rysunek 4-29. Stężenia 1-godz. ozonu w 2009 r. w zależności od prędkości wiatru na stacji w Granicy koło Kampinosu (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)



Rysunek 4-30. Stężenia 1-godz. ozonu w 2009 r. w zależności od prędkości i kierunku wiatru na stacji w Radomiu (źródło danych: PMS/GIOŚ)

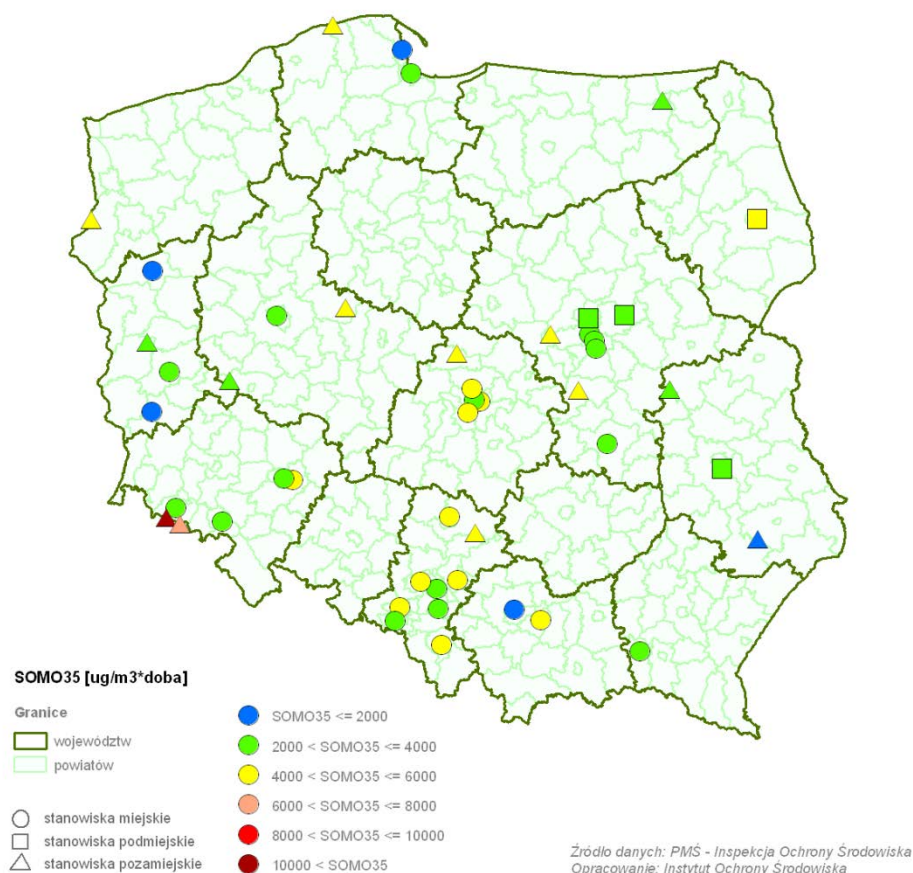


Rysunek 4-31. Stężenia 1-godz. ozonu w 2009 r. w zależności od prędkości i kierunku wiatru na stacji Łódź-Widzew (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Na stacjach położonych w miastach, w Radomiu i Łodzi (rys. 4-30, 4-31), wysokie stężenia ozonu przekraczające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, podobnie jak na stacji w Granicy, występowały przy praktycznie wszystkich kierunkach wiatru, przy czym i tutaj więcej przypadków wysokich stężeń notowano przy wiatrach wiejących z kierunków południowych (od 90 do 270 stopni) niż przy wiatrach z kierunków północnych. Na stacji w Łodzi (Widzew) wysokie stężenia ozonu wystąpiły również przy wiatrach o prędkości od 3 do 5 m/s wiejących z kierunków południowych i południowo-wschodnich.

Jednym ze wskaźników stosowanych do szacowania wpływu zanieczyszczenia powietrza ozonem na zdrowie jest SOMO35¹¹. Jego wartość oblicza się na podstawie maksimów dziennych ze stężeń 8-godz., jako sumę różnic pomiędzy wartością tego stężenia wyrażoną w $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a wartością $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (35 ppb), dla każdego dnia w roku, w którym stężenie to jest większe od $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nie jest określona dopuszczalna wartość tego wskaźnika, lecz im większa jest jego wartość, tym zagrożenie zdrowia ludzi jest większe.

Na rys. 4-32 przedstawiono wartości wskaźnika SOMO35 obliczonego dla serii z 2009 roku dla poszczególnych stanowisk pomiarowych w kraju. Wartości SOMO35 wynosiły w miastach od $1781 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{doba}$ na stacji w Żaganiu do $4986 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{doba}$ w Rybniku. Na stacjach pozamiejskich od $1885 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{doba}$ na stacji w powiecie zamojskim do $5579 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{doba}$ w Widuchowej w woj. zachodniopomorskim oraz 7544 i $10024 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{doba}$ na stanowiskach położonych w szczytowych partiach Karkonoszy. Najwięcej stanowisk (w tym stanowiska miejskie) z SOMO35 przekraczającym $4000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{doba}$ położonych jest na obszarze województw śląskiego i łódzkiego.



Rysunek 4-32. Wartości parametru SOMO35 w 2009 r. (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

¹¹ Sum of Ozone Means Over 35 ppb

4.3.3. Ocena stężeń ozonu w świetle kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia

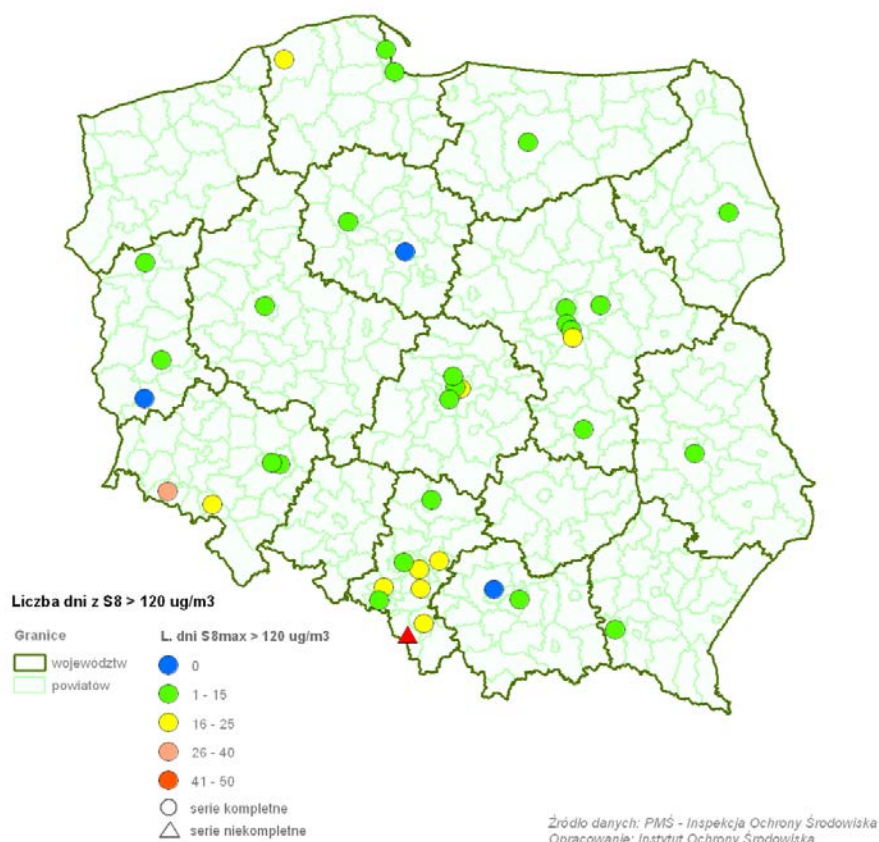
Dopuszczalne stężenia ozonu w powietrzu oraz dopuszczalne częstotliwości ich przekraczania ustanowione w celu ochrony zdrowia (poziom docelowy i cel długoterminowy), obowiązujące w Polsce wg rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, podano w rozdziale 3.

Stężenia ozonu w miastach

W ocenie uwzględniono wyniki pomiarów z 33 stanowisk miejskich i podmiejskich, na których uzyskano serie pomiarowe spełniające wymagania kompletności wyników podane w dyrektywie 2008/50/WE. Dodatkowo uwzględniono wyniki ze stacji w Ustroniu, gdzie nawet w niepełnej serii pomiarowej liczba przekroczeń wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez maksimum dobowe stężenia 8-godz. przewyższała dozwolone 25 razy w roku.

W 2009 r. poziom docelowy ozonu, określony ze względu na ochronę zdrowia, przekroczony był na 2 stacjach w 2 miastach w Polsce - w Jeleniej Górze i Ustroniu. Na tych stacjach, średnia liczba dni ze stężeniami 8-godz. przewyższającymi $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla lat 2007-2009 przekraczała dopuszczalne 25 dni – tab. 4-15, rys. 4-33.

Poza wymienionymi wyżej stanowiskami z przekroczeniami poziomu docelowego ozonu, większa od 15 ale mniejsza od dozwolonych 25 liczba dni z przekroczeniami stężenia $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. miała miejsce na stanowiskach położonych w województwie śląskim (5 stanowisk) i na jednym stanowisku w województwach: dolnośląskim, łódzkim, mazowieckim i pomorskim. W pozostałych województwach przekroczenia występowały w ciągu mniej niż 15 dni w roku.



Rysunek 4-33. Liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu uśredniona dla 1-3 lat na stanowiskach miejskich i podmiejskich (wartość dopuszczalna: 25)
(źródło danych: PMS/GIOŚ)

Tabela 4-15. Przekroczenia poziomu docelowego ozonu na stanowiskach miejskich w 2009 r.
(źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Województwo	Miasto	Liczba dni z przekroczeniami stężenia 120 µg/m ³ w 2009 r.	Średnia liczba dni ^{1) 2)} z przekroczeniami stężenia 120 µg/m ³	Okres uśredniania	Stężenie maksymalne 8-godz. w 2009 r.
		[-]			[µg/m ³]
dolnośląskie	Jelenia Góra	6	26,0	2007-2009	136
śląskie	Ustroń	31 ³⁾	46,3 ³⁾	2007-2009 ³⁾	159 ³⁾

Objaśnienia do tabeli 4-15:

- ¹⁾ parametr normowany,
- ²⁾ liczba dni z przekroczeniem poziomu docelowego w roku kalendarzowym uśredniona w ciągu kolejnych trzech lat; w przypadku braku danych pomiarowych z trzech lat dotrzymanie dopuszczalnej częstości przekroczeń sprawdza się na podstawie danych pomiarowych z co najmniej jednego roku,
- ³⁾ seria wyników pomiarów z 2009 roku niepełna – nie spełniała kryteriów wymaganej kompletności do prawidłowego obliczenia normowanych parametrów (rzeczywista liczba przekroczeń poziomu 120 µg/m³ mogła być wyższa niż wynika z niepełnej serii wyników pomiarów stężeń).

W 2009 r. na prawie wszystkich stanowiskach miejskich i podmiejskich uwzględnionych w analizach wystąpiły stężenia 8-godz. przekraczające 120 µg/m³. Niższe stężenie maksymalne zanotowano jedynie na stacji w Żaganiu. Najwięcej dni z przekroczeniami (31 dni – seria niekompletna) zarejestrowano na stacji w Ustroniu. Na żadnej innej stacji miejskiej lub pozamiejskiej nie wystąpiły przekroczenia wartości 120 µg/m³ w ciągu więcej niż 25 dni w 2009 roku (rys. 4-34). Więcej niż 15 dni z przekroczeniami na stanowiskach miejskich wystąpiło wyłącznie w województwie śląskim. W pozostałych województwach, w miastach stężenia 8-godz. wyższe od 120 µg/m³ wystąpiły w ciągu mniej niż 15 dni w roku. Średnia liczba dni z przekroczeniami 120 µg/m³ w miastach w 2009 r. wynosiła 9,4¹² (tab. 4-16).

Tabela 4-16. Wartości parametrów obliczonych na podstawie kompletnych serii pomiarów stężeń ozonu prowadzonych w 2009 r. w miastach (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

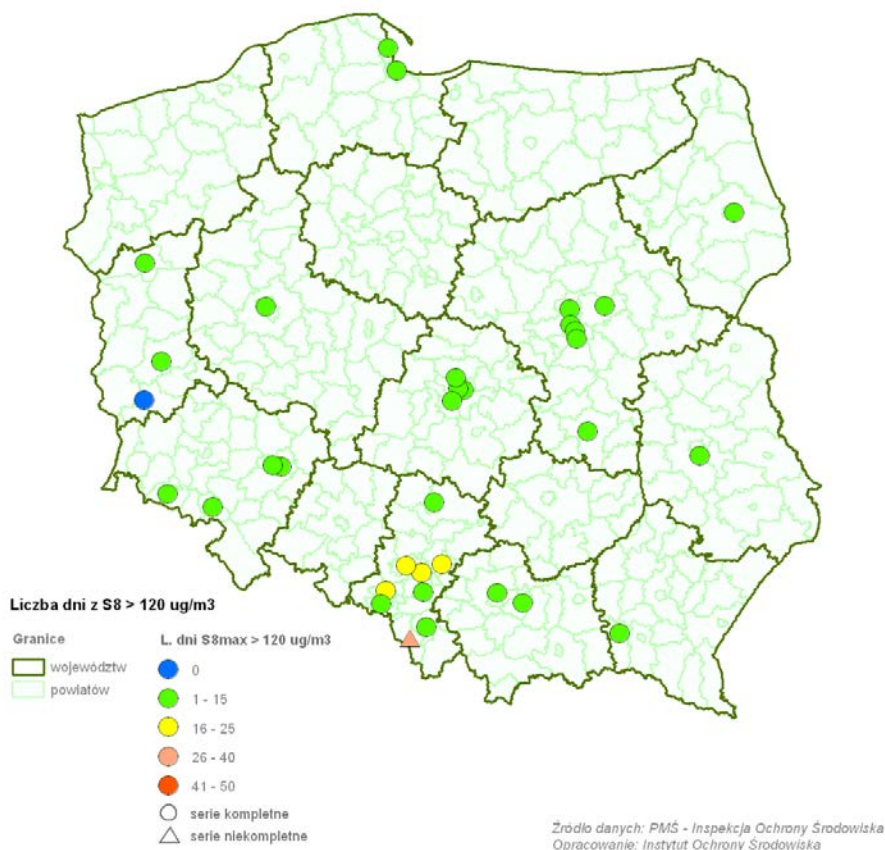
Województwo	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba dni z maksimum dziennym stężenia 8-godz. ozonu przewyższającym wartość 120 µg/m ³		
		Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
dolnośląskie	4	5	7,3	12
lubelskie	1	3	3	3
lubuskie	3	0	3	7
łódzkie	4	5	10	12
małopolskie	2	1	5,5	10
mazowieckie	6	6	9	13
podlaskie	1	14	14	14
podkarpackie	1	6	6	6
pomorskie	2	2	2,5	3
śląskie	8	10	16,5	24 (31 ³⁾)
wielkopolskie	1	6	6	6
Polska	33	0	9,4 ⁴⁾	24

Objaśnienia do tabeli 4-16:

- ¹⁾ liczba stanowisk miejskich uwzględnionych w ocenie z których zebrano kompletne serie wyników pomiarów spełniające wymagania kompletności wyników podane w dyrektywie 2008/50/WE,

¹²⁾ Wartość średnia odnosi się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z serii wyników pomiarów spełniających kryteria kompletności podane w dyrektywie 2008/50/WE.

- 2) wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2009 roku na wszystkich stanowiskach miejskich w województwie uwzględnionych w ocenie,
- 3) 31 na stacji w Ustroniu – seria niepełna,
- 4) wartość średnia arytmetyczna ze wszystkich stanowisk miejskich w kraju uwzględnionych w zestawieniu.



Rysunek 4-34. Liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu w 2009 r. na stanowiskach miejskich i podmiejskich (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Na wszystkich stanowiskach pomiarowych stężeń ozonu w miastach¹³ maksymalne stężenia 1-godz. ozonu przekraczały $121 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Wartość progu informowania – $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 1-godz. – nie była przekroczona na żadnym z 33 rozważanych stanowisk. Stężenie maksymalne 1-godz. zmierzone w Polsce w 2009 r. na stacjach miejskich i podmiejskich to $174 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (na stacji w Rybniku w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej). Nie stwierdzono przekroczeń progu alarmu określonego na poziomie $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 1-godz.

Stężenia ozonu poza miastami

W ocenie uwzględniono wyniki pomiarów z 14 stanowisk, z których serie pomiarowe spełniają wymagania dotyczące kompletności wyników podane w dyrektywie 2008/50/WE. Dodatkowo, w niektórych zestawieniach, uwzględniono wyniki ze stacji w Czerniawie (dolnośląskie) i Parzniewicach (łódzkie), gdzie nawet w niepełnych seriach pomiarowych liczba przekroczeń wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez maksimum dobowe stężenia 8-godz. przewyższała dozwolone 25 razy w roku.

¹³ dla stanowisk, z których serie wyników pomiarów spełniały kryteria kompletności podane w dyrektywie 2008/50/WE

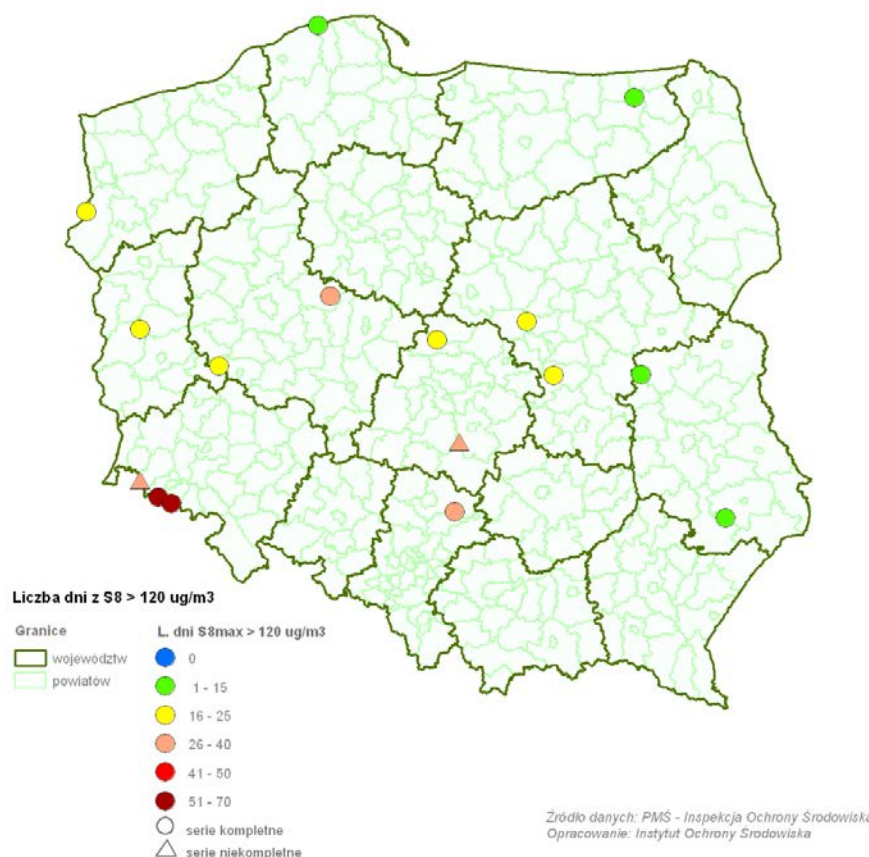
W 2009 r. poziom docelowy ozonu określony ze względu na ochronę zdrowia przekroczony był na 6 stanowiskach pozamiejskich. Na tych stacjach, średnia liczba dni ze stężeniami 8-godz. przewyższającymi $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla lat 2007-2009 przekraczała dopuszczalne 25 razy – tab. 4-17, rys. 4-35.

Tabela 4-17. Przekroczenia poziomu docelowego ozonu na stanowiskach pozamiejskich w 2009 r. (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Województwo	Stanowisko	Liczba dni z przekroczeniami stężenia $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w 2009 r.	Średnia liczba dni ^{1) 2)} z przekroczeniami stężenia $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Okres uśredniania ²⁾	Stężenie maksymalne 8-godz. w 2009 r.
		[-]			$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$
dolnośląskie	DsCzer02	23 ³⁾	30,3 ³⁾	2007-2009	136
dolnośląskie	DsSnie04	65	65,0	2009	148
dolnośląskie	DsSniezka	32	55,7	2007-2009	139
łódzkie	LdParzniWIOSAParznie	20 ³⁾	27,7 ³⁾	2007-2009	147
śląskie	SlZlotyJano_lesni	24	33,7	2007-2009	158
wielkopolskie	WpWKP004	26	34,3	2007-2009	159

Objaśnienia do tabeli 4-17:

- 1) parametr normowany,
- 2) liczba dni z przekroczeniem poziomu docelowego w roku kalendarzowym uśredniona w ciągu kolejnych trzech lat; w przypadku braku danych pomiarowych z trzech lat dotrzymanie dopuszczalnej częstości przekroczeń sprawdza się na podstawie danych pomiarowych z co najmniej jednego roku,
- 3) parametr określony na podstawie niepełnej serii pomiarowej z 2009 r.



Rysunek 4-35. Liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu uśredniona dla 1-3 lat na stanowiskach pozamiejskich (wartość dopuszczalna: 25) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

W 2009 r. najwięcej dni ze stężeniem 8-godz. przekraczającym $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zanotowano na stacjach położonych w Sudetach – na Śnieżnych Kotłach (65 dni) i na Śnieżce (32 dni). Najmniej dni z przekroczeniami – 2 dni¹⁴ – na stacji w powiecie zamojskim (rys. 4-36). Na 4 stanowiskach (z 14) liczba dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ była większa niż dozwolone 25 dni w roku. Na stacjach pozamiejskich zlokalizowanych w północnej i wschodniej Polsce z reguły notowano mniej dni z przekroczeniami stężenia progowego niż na stacjach położonych w innych rejonach kraju. Na wszystkich pozamiejskich stanowiskach stężenia maksymalne 8-godz. były wyższe od $122 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

W Europie najwyższe stężenia i najwięcej dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ notowane jest na południu kontynentu. Polska leży na północno-wschodniej granicy obszaru przekroczeń wartości dopuszczalnej – poziomu docelowego. W krajach położonych na północ i północny wschód od Polski (Litwa, Łotwa, Estonia, Finlandia, Szwecja) z reguły nie notuje się przekroczeń wartości poziomu docelowego dla ozonu – liczba dni ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ jest tam zwykle mniejsza od dozwolonych 25.

Wartość celu długoterminowego (tj. stężenie $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) przekraczana jest na wszystkich polskich stacjach pozamiejskich, w tym na stacjach położonych na północy, wschodzie i północnym wschodzie kraju, gdzie stężenia ozonu są niższe.

Tabela 4-18. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń ozonu prowadzonych w 2009 r. na stanowiskach poza miastami (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Parametr	Liczba stanowisk ¹⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
Liczba dni z maksimum dziennym stężenia 8-godz. wyższym od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	14	2	18,2	65

Objaśnienia do tabeli 4-18:

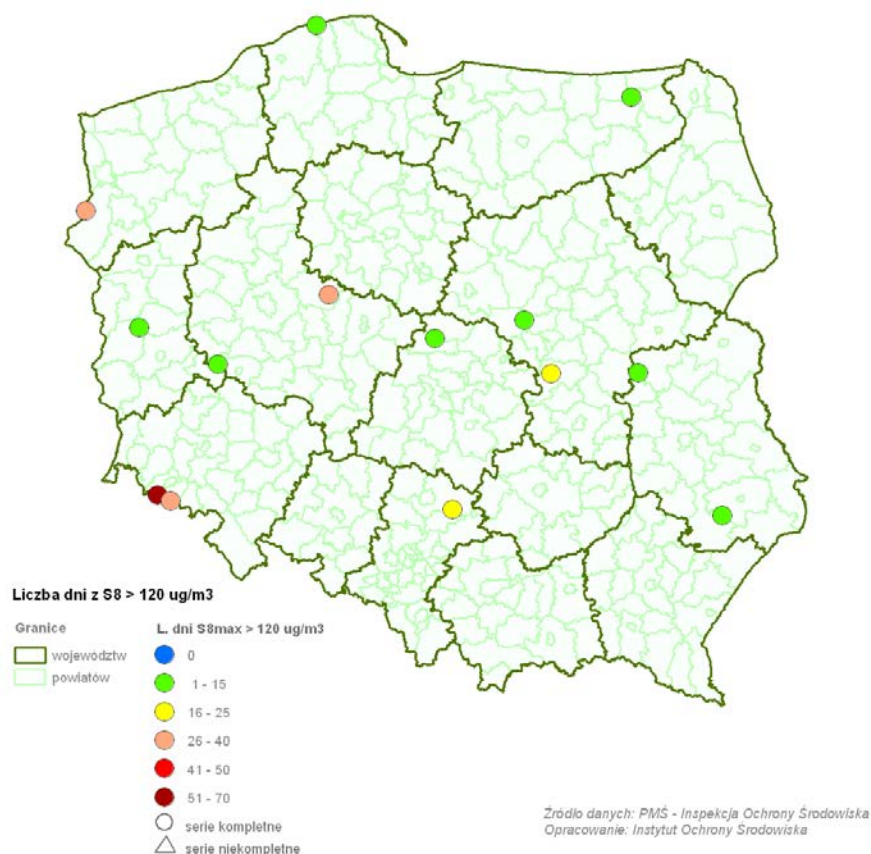
¹⁾ liczba stanowisk pozamiejskich uwzględnionych w ocenie (kompletne serie wyników),

²⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2009 roku na wszystkich stanowiskach pozamiejskich w kraju przy zachowaniu wymaganej kompletności wyników (podanej w dyrektywie 2008/50/WE).

W 2009 roku na żadnym stanowisku pozamiejskim nie wystąpiły stężenia 1-godz. ozonu przekraczające wartość progu informowania – $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe stężenie 1-godz. zanotowane w 2009 r. wynosiło $173 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (na stacji w Krzyżówce w woj. wielkopolskim). Na żadnym ze stanowisk pozamiejskich nie stwierdzono przekroczeń progu alarmu określonego na poziomie $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 1-godz.

Na wszystkich pozamiejskich stanowiskach pomiarowych stężeń ozonu, z kompletnymi seriami pomiarowymi, maksymalne stężenia 1-godz. przekraczały $138 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

¹⁴ Wartość minimalna odnosi się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z serii wyników pomiarów spełniających kryteria kompletności podane w dyrektywie 2008/50/WE.

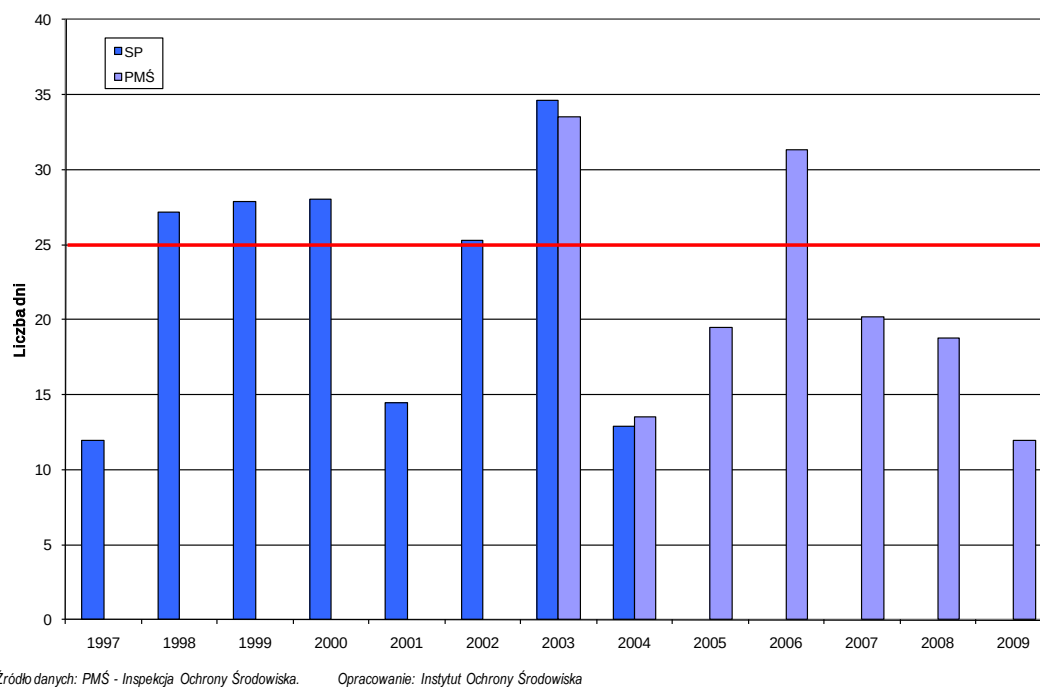


Rysunek 4-36. Liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu w 2009 r. na stanowiskach pozamiejskich (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Trendy zmian stężeń ozonu w skali kraju

Stężenia ozonu w Polsce zależą przede wszystkim od warunków pogodowych oraz zawartości ozonu i jego prekursorów w powietrzu napływającym w sezonie ciepłym nad Polskę. Z uwagi na zmienność wspomnianych warunków w kolejnych latach, z roku na rok zmienia się też stopień zanieczyszczenia powietrza ozonem.

Jako syntetyczny wskaźnik zanieczyszczenia powietrza ozonem w skali kraju, w odniesieniu do kryteriów dotyczących ochrony zdrowia, przyjęto uśrednioną dla wszystkich rozważanych stanowisk liczbę dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu. Z roku na rok notuje się zmiany wartości tego wskaźnika - od 2004 do 2006 roku zauważalna była tendencja rosnąca. W 2006 roku średnia liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenie 8-godz. ozonu wynosiła 31,3, co oznacza, że zbliżyła się do rekordowej wartości zanotowanej w 2003 r. Stanowiło to wzrost o przeszło 60% w stosunku do roku poprzedniego (rys. 4-37). Na dużą liczbę dni z wysokimi stężeniami ozonu w 2006 r. miały wpływ warunki meteorologiczne, w tym wysokie temperatury powietrza w lipcu 2006. W 2007 r. poziom wskaźnika był zbliżony do jego wartości z 2005 roku, a więc był znacznie niższy niż w roku 2006. W 2008 roku uśredniona liczba dni z przekroczeniami $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zmniejszyła się w niewielkim stopniu w stosunku do wartości z roku poprzedniego i była dużo niższa niż w rekordowych latach 2003 i 2006. W roku 2009 wartość wskaźnika była najmniejsza od 1997 roku - średnio 12 dni w roku ze stężeniami 8-godz. wyższymi od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Rysunek 4-37. Uśredniona dla wszystkich stanowisk pomiarowych należących uprzednio do sieci podstawowej (SP) liczba dni ze stężeniami 8-godz. ozonu wyższymi od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w kolejnych latach z okresu 1997-2004 oraz dla lat 2003-2009 dla wszystkich stanowisk PMŚ uwzględnionych w analizach (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

4.3.4. Ocena stężeń ozonu w świetle kryteriów odniesionych do ochrony roślin

Informacje o stężeniach ozonu mierzonych na stacjach pozamiejskich i podmiejskich w 2009 roku

W ocenie uwzględniono wyniki pomiarów z 17 stanowisk, z których serie pomiarowe spełniają wymagania dotyczące kompletności wyników podane w dyrektywie 2008/50/WE. W zestawieniach dotyczących wyłącznie 2009 roku uwzględniono wyniki z dodatkowych 4 stanowisk.

W 2009 roku, przekroczenie poziomu docelowego parametru AOT40 – $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ (wartości uśrednione dla minimum 3 lat) wystąpiło na siedmiu stacjach (rys. 4-38) położonych w na terenie 5 województw: śląskiego, wielkopolskiego, łódzkiego, dolnośląskiego i lubuskiego. Najwyższa wartość, $22580 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ (tab. 4-19), wystąpiła na stanowisku w Złotym Potoku (woj. śląskie). Najniższa wartość AOT40 wystąpiła na stanowisku w okolicach Zwierzyńca w powiecie zamojskim ($6396 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$). Druga z wartości kryterialnych – cel długookresowy – przekroczony był na wszystkich podmiejskich i pozamiejskich stanowiskach pomiarowych, dla których parametr AOT40 można określić w sposób prawidłowy (dotrzymana jest wymagana dyrektywą 2008/50/WE kompletność w ciągu minimum 3 lat).

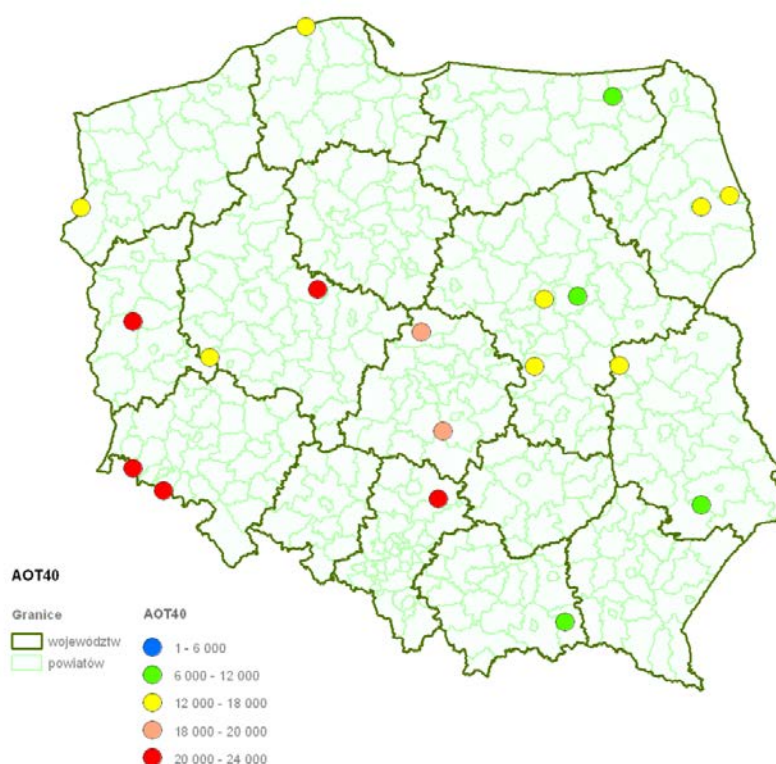
Wartość parametru AOT40 liczonego dla okresu maj-lipiec 2009 roku przedstawiono na rys. 4-39. Wartość tego parametru w zależności od stanowiska wynosiła od $3130 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ na stacji w Roztoczańskim Parku Narodowym w woj. lubelskim do $20797 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ na stacji na Śnieżnych Kotłach w Karkonoszach (tab. 4-20). Tylko na jednym stanowisku (z 21, dla których możliwe było określenie AOT40 dla 2009 r.) – na Śnieżnych Kotłach wartość parametru była wyższa od $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$. W 2009 r. parametr AOT40 na wszystkich stanowiskach przyjmował wartości niższe niż w roku poprzednim.

Tabela 4-19. Normowany uśredniony parametr AOT40 obliczony dla okresu maj-lipiec dla lat 2005-2009 na stanowiskach pozamiejskich (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie ¹⁾	Normowany parametr AOT40			Liczba stanowisk z przekroczeniami
	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾	
	[$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$]	
17	6396	15652	22580	6

Objaśnienia do tabeli 4-19:

- ¹⁾ liczba stanowisk pozamiejskich uwzględnionych w ocenie, dla których możliwe było prawidłowe obliczenie parametru AOT40 dla minimum 3 lat,
- ²⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości AOT40 uzyskanych z pomiarów w latach 2005-2009 na wszystkich stanowiskach pozamiejskich uwzględnionych w ocenie.



Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska
Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska

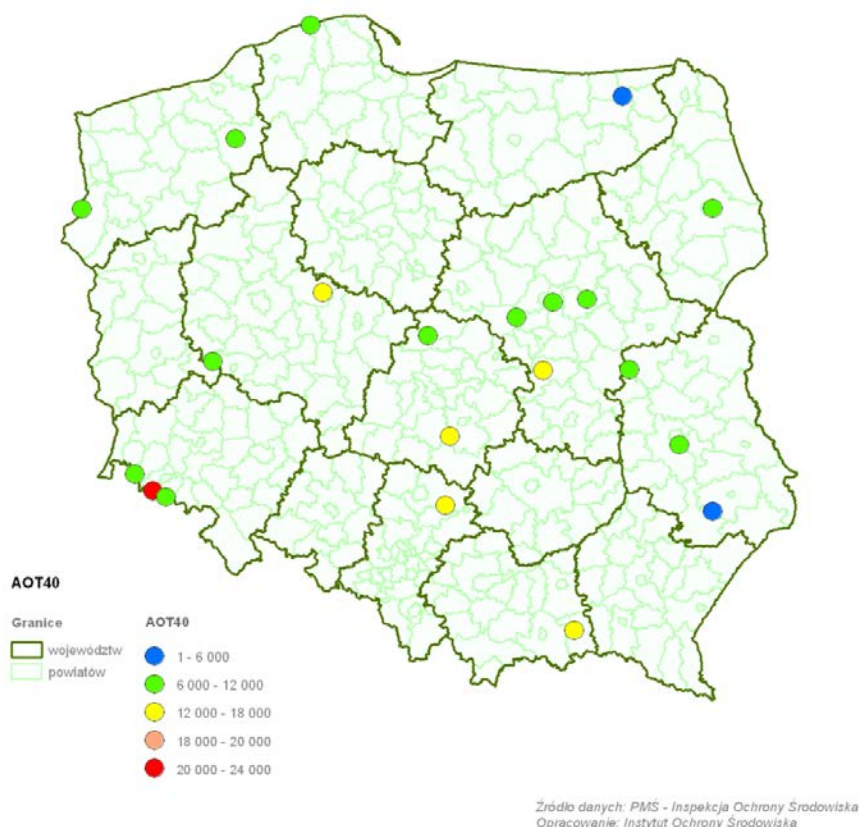
Rysunek 4-38. Parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$] obliczony dla okresu maj-lipiec uśredniony dla 3-5 lat dla stanowisk pozamiejskich i podmiejskich (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Tabela 4-20. Parametr AOT40 obliczony dla okresu maj-lipiec 2009 r. dla stanowisk pozamiejskich i podmiejskich (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie ¹⁾	Parametr AOT40 z okresu maj-lipiec 2009			Liczba stanowisk z przekroczeniami wartości 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$	Liczba stanowisk z przekroczeniami wartości 6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$
	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość Maksymalna ²⁾		
	[$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$]		
21	3130	10255	20797	1	19

Objaśnienia do tabeli 4-20:

- ¹⁾ liczba stanowisk pozamiejskich uwzględnionych w ocenie, dla których możliwe było prawidłowe obliczenie parametru AOT40 dla 2009 r.,
- ²⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości AOT40 uzyskanych z pomiarów w 2009 roku na wszystkich stanowiskach pozamiejskich i podmiejskich uwzględnionych w ocenie.



Rysunek 4-39. Parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$] obliczony dla okresu maj-lipiec 2009 r. dla stanowisk pozamiejskich i podmiejskich (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Trendy zmian AOT40

Dla zobrazowania zmian stężeń ozonu w skali kraju w kolejnych latach, w odniesieniu do narażenia roślinności, zastosowano syntetyczny wskaźnik zanieczyszczenia powietrza ozonem, obliczany jako średnia arytmetyczna z wartości parametru AOT40 w danym roku ze wszystkich rozważanych stanowisk. Wartość ta zmieniała się z roku na rok. AOT40 uśrednione dla 2006 roku było najwyższe ze wszystkich lat objętych analizą i wyższe o ok. 75% od wartości obliczonej dla 2005 r. (rys. 4-40). Bardzo wysokie wartości parametru AOT40 w 2006 roku należy łączyć z warunkami meteorologicznymi sezonu ciepłego 2006 roku sprzyjającymi powstawaniu i utrzymywaniu się wysokich stężeń ozonu. W 2007 roku uśredniony parametr AOT był zbliżony do wartości z lat 1999-2000, 2002-2003, 2005. W 2008 roku w stosunku do roku poprzedniego nastąpił niewielki (ok. 7%) wzrost uśrednionego wskaźnika AOT40 do wartości przewyższającej 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$. W 2009 roku nastąpił znaczący (o przeszło 40% w stosunku do 2008 r.) spadek wartości wskaźnika (do 10255 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$). Biorąc pod uwagę wartości uśrednionego dla stacji PMS parametru AOT40 dla całego zakresu lat, dla których obliczany był ten wskaźnik (2003-2009), wartość uśrednionego AOT40 była w 2009 roku najniższa w całym tym okresie.



Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska.

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska

Rysunek 4-40. Wartość parametru AOT40 liczona dla poszczególnych lat z sezonu maj-lipiec z okresu 1998-2004 uśredniona dla wszystkich pozamiejskich stanowisk pomiarowych ozonu należących uprzednio do sieci podstawowej (SP) oraz okresu 2003-2009 r. dla wszystkich podmiejskich i pozamiejskich stanowisk PMŚ uwzględnionych w analizach (PMŚ) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

4.4. Ocena zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10 w skali kraju

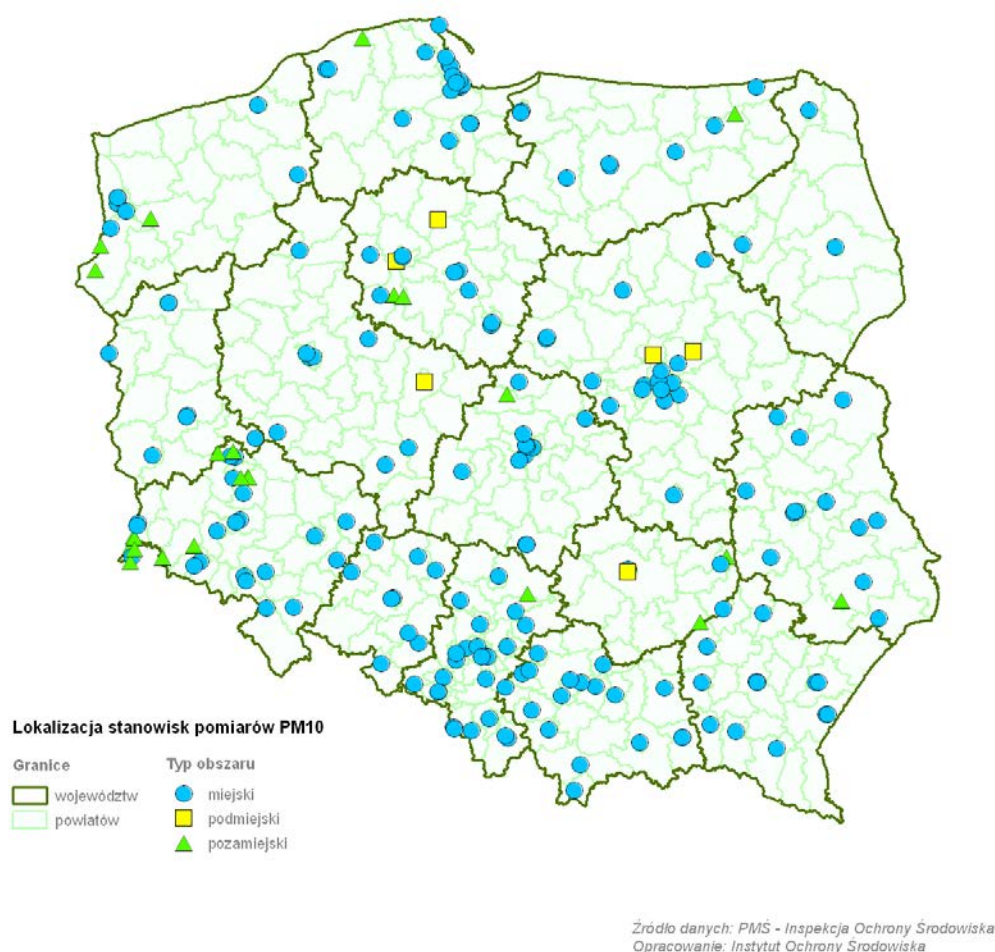
4.4.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń pyłu PM10

Raport opracowano na podstawie wyników pomiarów stężeń pyłu PM10 wykorzystanych przez Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska do opracowania ocen jakości powietrza na terenie poszczególnych województw, wyników które pozytywnie przeszły dodatkowy przegląd wyników przeprowadzony w Instytucie Ochrony Środowiska. Niezbędne informacje pozyskano z zasobów krajowej bazy JPOAT oraz z bazy OR8. Spośród zgromadzonych w bazie JPOAT danych z 292 stanowisk pomiarowych pyłu PM10 wyselekcjonowanych zostało 215 serii o wystarczającej kompletności do obliczenia prezentowanych parametrów statystycznych.

Spośród serii wyników pomiarów stężeń uwzględnionych w opracowaniu, tylko część z nich spełniała wymagania dotyczące kompletności serii pomiarowych stężeń pyłu PM10 pozwalające na prawidłowe obliczanie wszystkich wymaganych parametrów statystycznych. Na ok. 61% stanowisk (tj. na 131 stanowiskach) uzyskano pokrycie roku pomiarami przekraczające 90%, pozwalające na poprawne bezpośrednie obliczanie wszystkich normowanych parametrów z serii, w tym normowanej liczby dni z przekroczeniami wartości $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dla pozostałych 39% serii, nie było możliwe prawidłowe obliczenie liczby dni z przekroczeniami dobowej wartości dopuszczalnej i porównanie jej z dozwoloną liczbą 35 dni w roku. Z tego względu, dla umożliwienia wykorzystania w ocenie wyników pomiarów z większej liczby stacji, dla przedstawienia stanu zanieczyszczenia powietrza w odniesieniu do stężeń dobowych, jako wskaźnik zastosowano percentyl S90,4 z serii stężeń dobowych. Dla pełnej serii pomiarowej wskaźnik ten przekracza wartość $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, gdy w serii jest więcej niż dozwolone 35 przypadków przekroczeń wartości $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Niezbędną liczebność

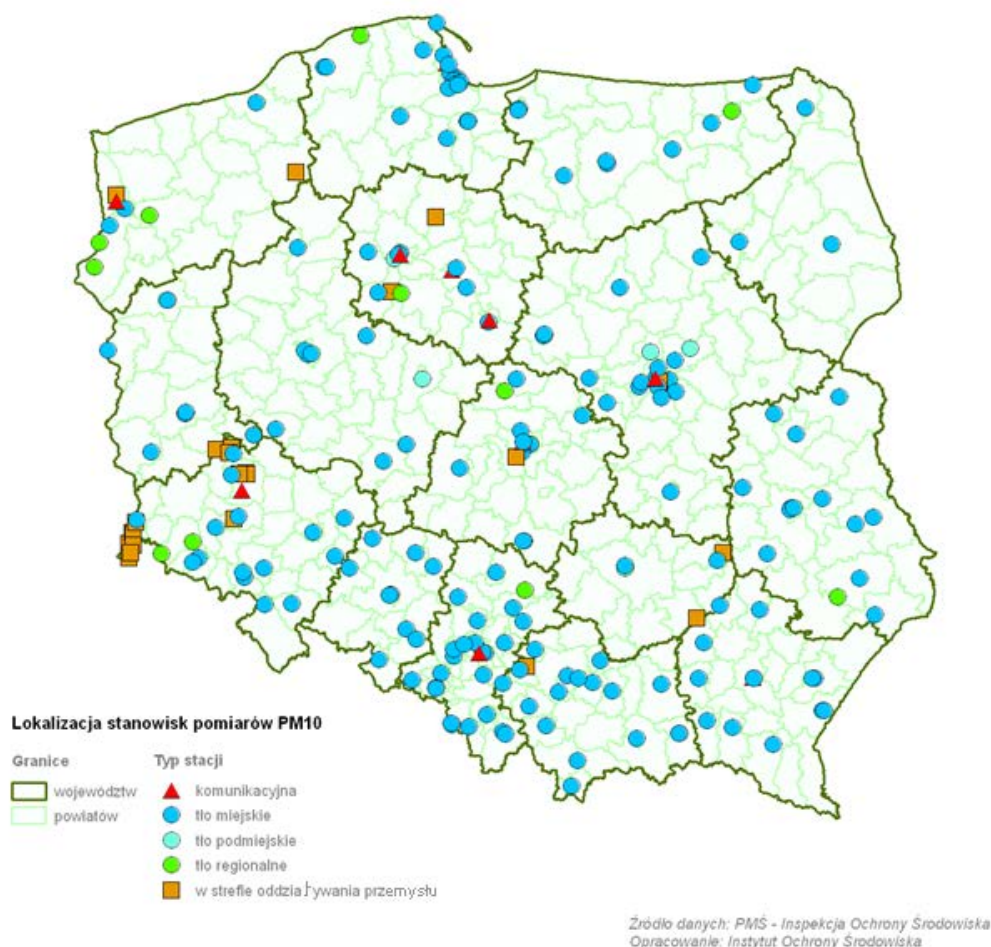
do prawidłowego obliczania percentyla S90,4 miały 193 serie pomiarowe (90% serii) z 2009 r. Dla pozostałych 10% serii pomiarowych możliwe było obliczenie jedynie jednej z dwóch wartości kryterialnych – stężenia średniego rocznego. Wyniki z 9 dalszych stanowisk mogły być wykorzystane tylko w bardzo ograniczonym zakresie – wyłącznie w prezentacjach graficznych. Przy opracowywaniu raportu wykorzystano dane z ogółem 224 stanowisk pomiarowych stężeń pyłu PM10.

Z ogólnej liczby 215 stanowisk, z których wyniki wykorzystano w raporcie, na 79 prowadzony był pomiar metodami automatycznymi, na 136 wykorzystywano metody manualne. Zdecydowana większość stanowisk pomiarowych zlokalizowana jest w miastach - 193 stanowiska. Jako pozamiejskie określono 25 stacji pomiarowych, z czego blisko połowa (10 stanowisk) położonych jest na terenie województwa dolnośląskiego. Położenie stanowisk z uwzględnieniem obszaru ich lokalizacji przedstawiono na rys. 4-41.



Rysunek 4-41. Lokalizacja stanowisk pomiarów stężeń pyłu PM10, z których dane wykorzystano w raporcie za 2009 rok, z uwzględnieniem typu obszaru (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Większość stanowisk pomiarowych pyłu PM10 to stanowiska tzw. tła miejskiego (174 stanowiska). Dziesięć stanowisk określono jako stanowiska komunikacyjne. Dwadzieścia cztery stanowiska zlokalizowane są w strefie oddziaływania zakładów przemysłowych, w tym trzynaście na terenach pozamiejskich. Jedenaście stanowisk PM10 sklasyfikowano jako stanowiska tła regionalnego. Typy stanowisk pomiarowych przedstawiono na rys. 4-42.



Rysunek 4-42. Lokalizacja stanowisk pomiarów stężeń pyłu PM10, z których dane wykorzystano w raporcie za 2009 rok, z uwzględnieniem typu stacji (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

4.4.2. Informacje o stężeniach pyłu PM10 w 2009 roku

Zanieczyszczenie powietrza pyłem PM10, obok zanieczyszczenia powietrza benzo(a)pirenem, stanowi poważny problem w wielu miastach i aglomeracjach. W przypadku tych zanieczyszczeń, na znacznej części stacji pomiarowych, wystąpiły przekroczenia wartości dopuszczalnych. Problemy z dotrzymaniem wartości dopuszczalnych dla pyłu PM10 występują nie tylko w Polsce ale także na wielu obszarach Europy.

W 2009 r. na 42 z 215 stanowisk zanotowano stężenie średnie roczne przekraczające roczną wartość dopuszczalną. Jeszcze gorzej przedstawia się sytuacja w zakresie stężeń dobowych: na 126 z 193 stanowisk percentyl S90,4 z rocznej serii stężeń dobowych przekracza wartość $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, co odpowiada przekroczeniu wartości $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez więcej niż dozwolone 35 dni w roku.

W Polsce przekroczenia stężeń dopuszczalnych pyłu PM10 w 2009 r. wystąpiły ogółem na ok. 59% stanowisk pomiarowych. Często są to przekroczenia istotne. Najwyższe stężenie średnie roczne zanotowano na stacji w Wodzisławiu Śląskim, gdzie stężenie średnie roczne w 2009 r. przekroczyło o przeszło 70% wartość dopuszczalną. Największe przekroczenia dobowej wartości dopuszczalnej wystąpiły na stacji w Makowie Podhalańskim – percentyl S90,4 wynosił $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a liczba dni z przekroczeniami wartości $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia dobowe wynosiła 146, co stanowi przeszło czterokrotne przekroczenie dozwolonej liczby dni z przekroczeniami w roku.

W 2009 r. tylko na jednej stacji pozamiejskiej (położonej w powiecie kłodzkim) stężenia pyłu przekroczyły wartość dopuszczalną. Na pozostałych stanowiskach położonych poza miastami (nawet na obszarach bezpośredniego oddziaływania obiektów przemysłowych) stężenia dopuszczalne pyłu PM10 nie były przekroczone.

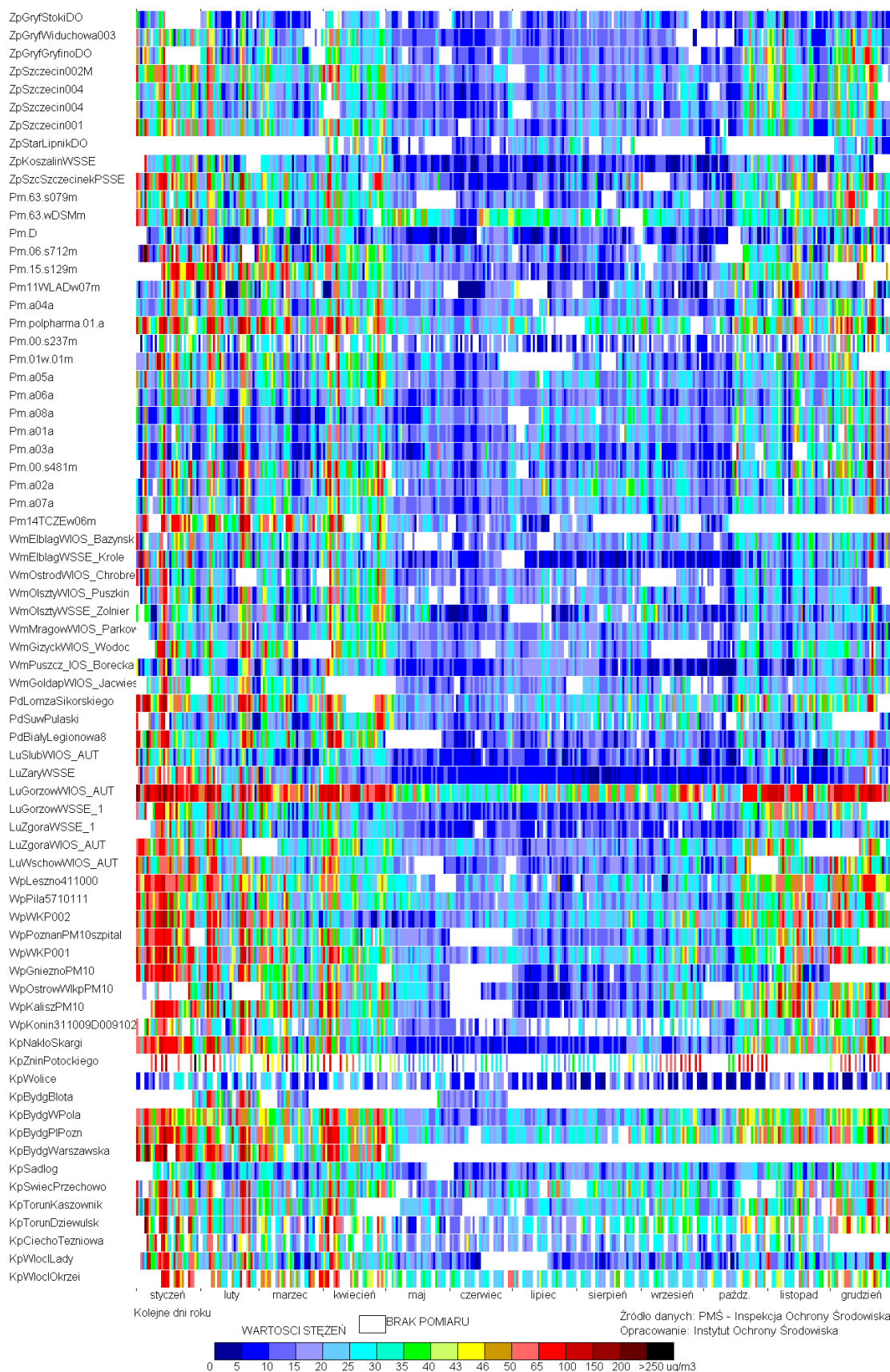
Na rysunkach 4-43a, 4-43b i 4-43c przedstawiono przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM10 na poszczególnych stanowiskach uwzględnionych w analizach. Na rysunkach, dla każdego stanowiska każdy wynik pomiaru stężenia dobowego oznaczony jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Różnymi odcieniami koloru czerwonego zaznaczono wartości stężeń przekraczające $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Miejsce puste – bez kolorowego paska oznacza, że dla tego dnia nie ma wyniku pomiaru.

Jak widać na przedstawionych rysunkach, na większości stanowisk prowadzone są pomiary codzienne. Na części stanowisk pomiary prowadzone są nie w sposób ciągły, a w sposób cykliczny, np. co drugi dzień, 4 razy w tygodniu itp. Dotyczy to pomiarów manualnych. Dodatkowo, w seriach wyników występują nieplanowane przerwy pomiarowe, przez co liczebność serii w wielu przypadkach spada do poniżej 90% dni w roku, nawet w przypadku serii pomiarów ciągłych.

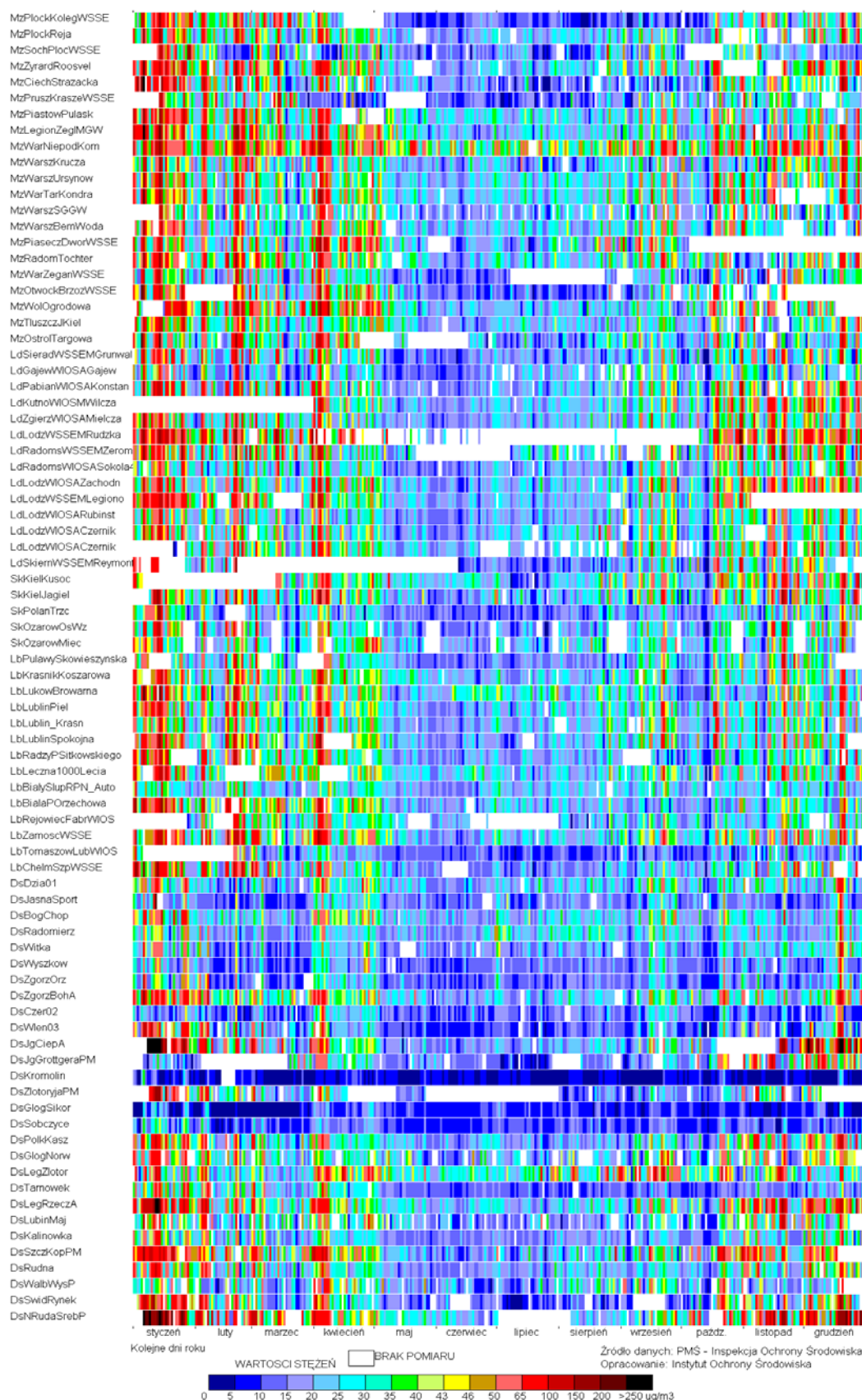
Na poziom stężenia pyłu istotny wpływ mają warunki meteorologiczne. Od warunków meteorologicznych zależy:

- emisja pyłu pierwotnego (temperatura powietrza, prędkość wiatru, natężenie promieniowania słonecznego, wilgotność);
- emisja zanieczyszczeń gazowych, z których w atmosferze uformuje się pył wtórny (temperatura powietrza, prędkość wiatru, natężenie promieniowania słonecznego, wilgotność);
- intensywność rozpraszania zanieczyszczeń w atmosferze (prędkość i kierunek wiatru, stan równowagi atmosfery, wysokość warstwy mieszania);
- pochłanianie przez podłoże, przemiany i wymywanie zanieczyszczeń atmosfery (opady atmosferyczne, wilgotność, temperatura, natężenie promieniowania słonecznego);
- transport zanieczyszczonych mas powietrza (zanieczyszczenia wtórne i pierwotne) z innych obszarów ze źródłami emisji (kierunek i prędkość wiatru w warstwie mieszania, opady, natężenie promieniowania słonecznego);
- unos pyłu z zapyłonych bądź nieutwardzonych powierzchni, w tym wtórny unos pyłów osiadłych wcześniej (prędkość wiatru, wilgotność powietrza i podłoża, stan równowagi atmosfery).

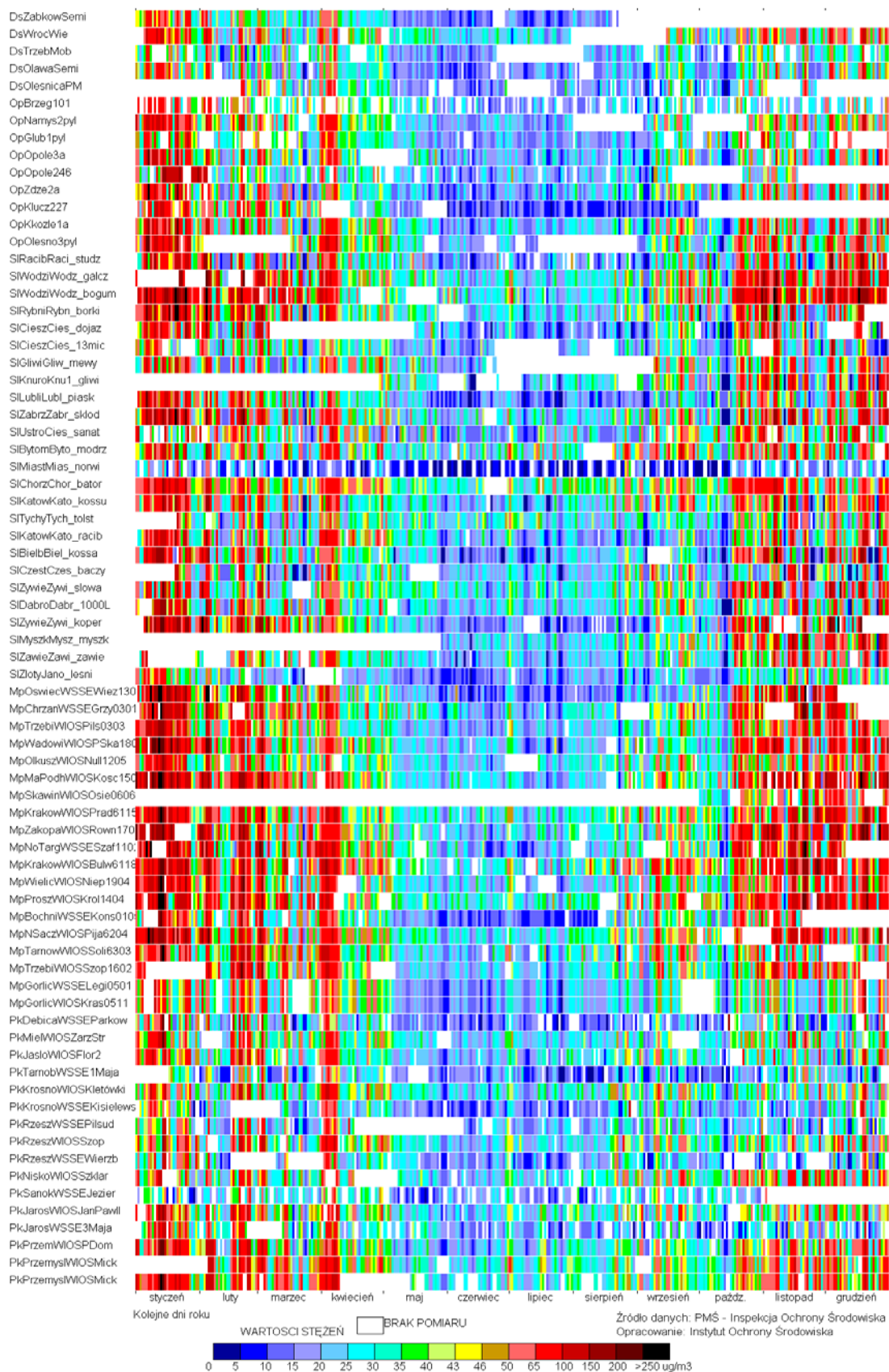
W efekcie nakładania się zmian warunków meteorologicznych i wywołanych przez nie zmian w emisji pyłu na zmiany emisji zanieczyszczeń wynikające z innych przyczyn (np. dobowy i tygodniowy cykl zmienności emisji zanieczyszczeń z komunikacji, dobowy i tygodniowy, roczny cykl zmienności emisji zanieczyszczeń z procesów technologicznych, sezonowy i zależny od temperatury powietrza cykl zmienności emisji zanieczyszczeń z ogrzewania budynków, itd.), stężenia pyłu PM10 na każdej stacji zmieniają się w dużym zakresie (rys. 4-43a, 4-43b, 4-43c). Bardzo często charakter zmian stężeń w czasie jest bardzo podobny dla dużych obszarów kraju i wielu stacji. Jest to związane między innymi ze skalą przestrzenną zjawisk pogodowych kształtujących poziom zanieczyszczenia powietrza. Na rys. 4-44 przedstawiono przebieg dobowego stężenia pyłu PM10 uśrednionego dla wszystkich stanowisk pomiarowych w Polsce, obrazujący roczną zmienność stężeń pyłu PM10 w skali kraju na tle zmienności temperatury powietrza, czynnika mającego istotny wpływ na stężenia pyłu.



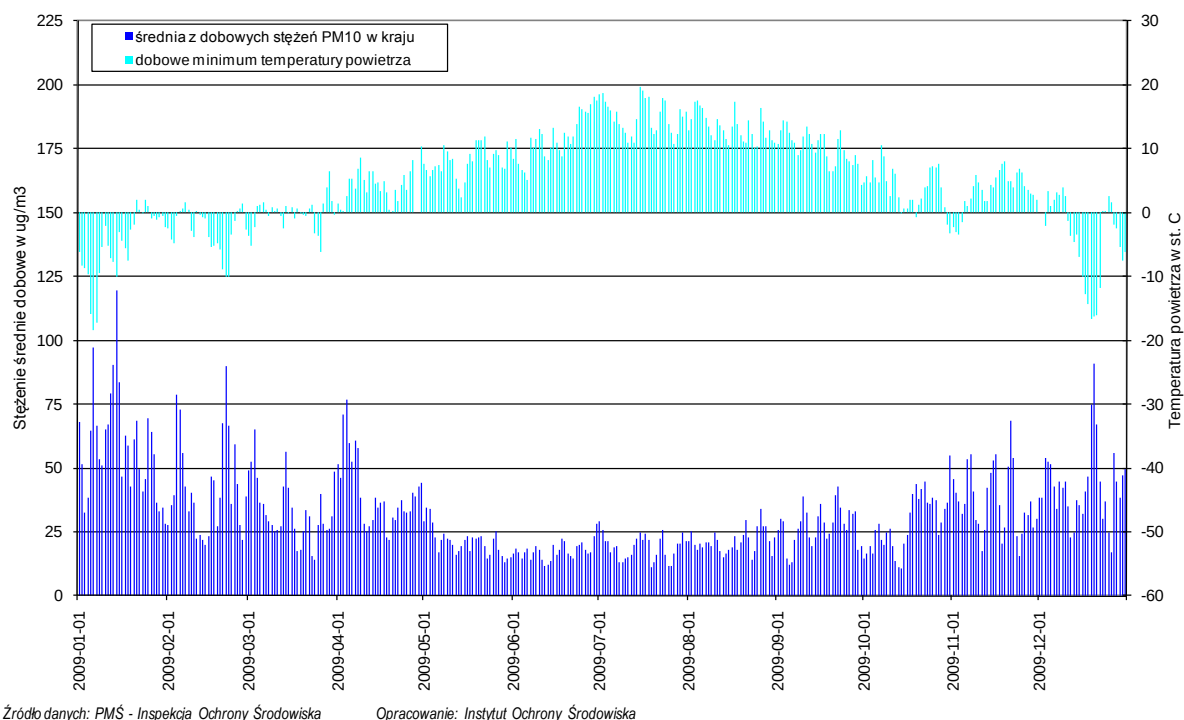
*Rysunek 4-43a. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM₁₀ w 2009 r., z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Mz - mazowieckie, Mp - małopolskie itd.)
(źródło danych: PMS/GIOŚ)*



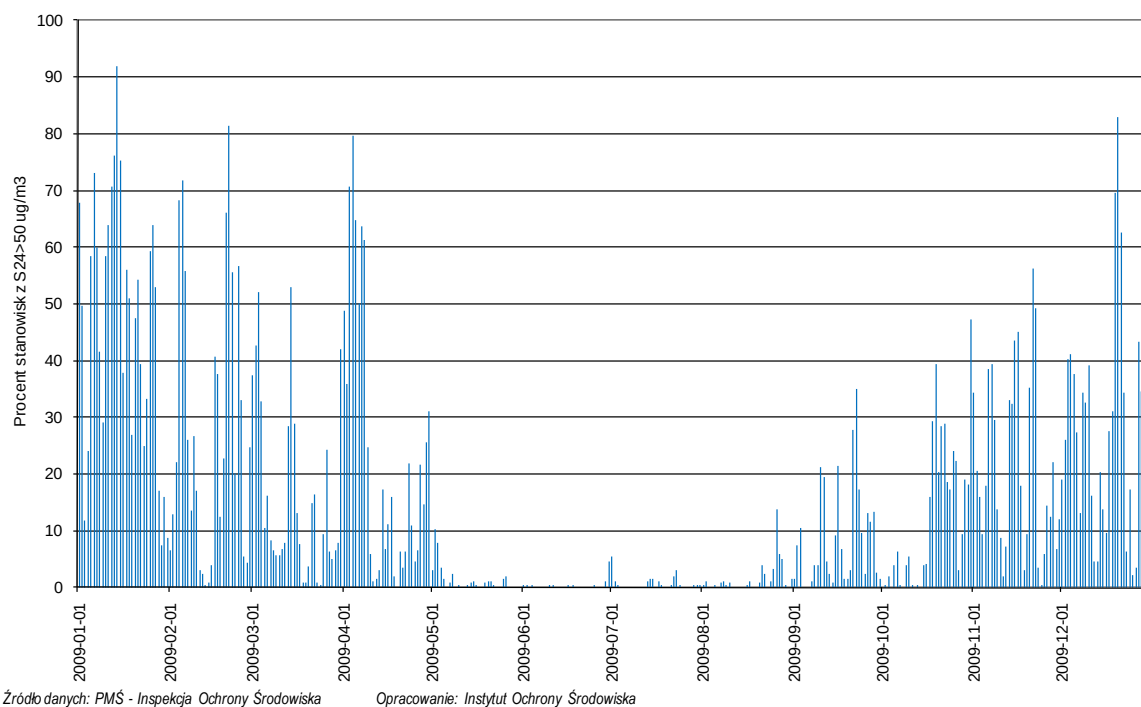
Rysunek 4-43b. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM₁₀ w 2009 r., z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Mz - mazowieckie, Mp - małopolskie itd.)
(źródło danych: PMS/GIOŚ)



Rysunek 4-43c. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM₁₀ w 2009 r., z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Mz - mazowieckie, Mp - małopolskie itd.)
(źródło danych: PMŚ/GIOŚ)



Rysunek 4-44. Przebieg stężenia dobowego pyłu PM10 uśrednionego dla wszystkich stanowisk w Polsce w 2009 r. oraz minimum dobowe 1-godz. temperatury powietrza na stacji w Warszawie (źródło danych: PMS/GIOŚ)



Rysunek 4-45. Procent stanowisk pomiarowych pyłu PM10, na których stężenie 24-godz. pyłu PM10 przekraczało wartość $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (spośród wszystkich stanowisk, na których w danym dniu pomiary były prowadzone) (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Najwyższe stężenie dobowe uśrednione dla wszystkich stanowisk w kraju wystąpiło 14 stycznia. W tym dniu stężenia dobowe przekraczały dozwolone $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na blisko 92% stanowisk pomiarowych w kraju.

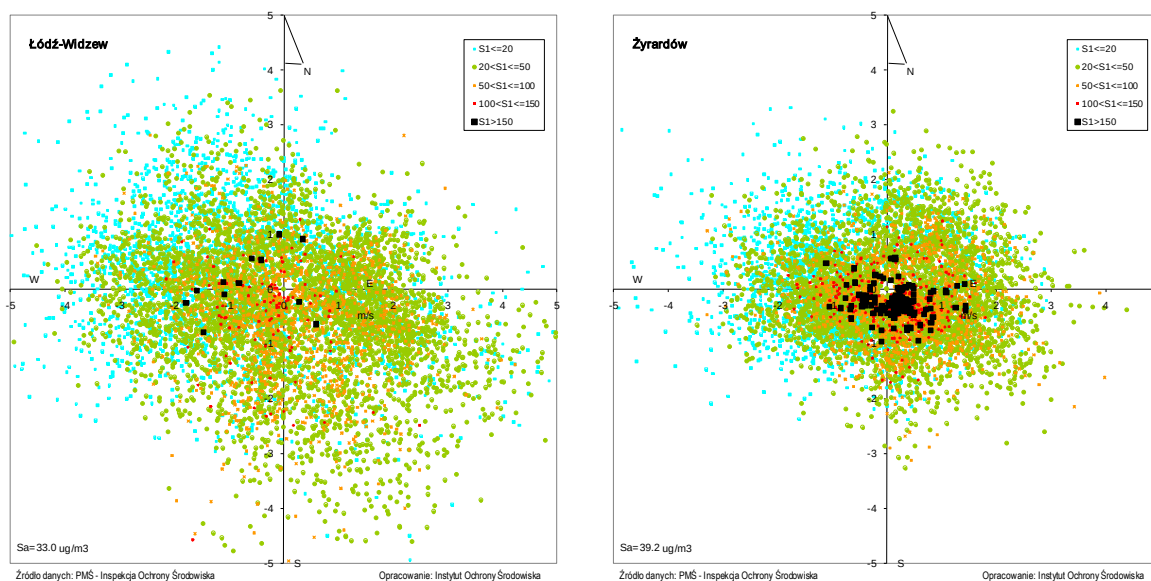
W 2009 r., podobnie jak w latach poprzednich, najwyższe stężenia pyłu PM10 na większości stanowisk notowane były w sezonie chłodnym (pokrywającym się z sezonem grzewczym). W okresie tym oprócz zwiększonej emisji pyłu ze źródeł energetycznego spalania paliw, w tym z tzw. niskiej emisji, występują zwykle gorsze warunki rozpraszania zanieczyszczeń, co przy zwiększonej emisji z niskich źródeł prowadzi do utrzymywania się wysokich stężeń pyłu PM10 w przyziemnej warstwie atmosfery. W sezonie grzewczym, w niektóre dni, stężenia $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przekraczane były nawet na przeszło 90% stanowisk pomiarowych w kraju, podczas gdy w sezonie letnim, jeżeli nawet wystąpiły przekroczenia $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, to zwykle na niewielkiej liczbie stanowisk (rys. 4-45).

W 2009 r. najwyższe stężenia uśrednione dla wszystkich stanowisk w kraju wystąpiły w styczniu. Okresy z wysokimi stężeniami pyłu, rozdzielone były okresami z niższymi stężeniami (rys. 4-43a, 4-43b, 4-43c, 4-44, 4-45).

W 2009 r. wyraźnie wyższe stężenia niż w pozostałych dniach wystąpiły na znacznej powierzchni kraju w dniach: 1.01.2009; 6.01.2009; od 11.01.2009 do 15.01.2009; od 25.01.2009 do 27.01.2009; od 4.02.2009 do 6.02.2009; od 20.02.2009 do 24.02.2009; od 3.04.2009 do 8.04.2009; od 19.12.2009 do 21.12.2009.

Dla zilustrowania zależności stężeń od warunków meteorologicznych występujących w czasie pomiarów, na rys. 4-46 przedstawiono wartości stężenia 1-godz. pyłu PM10 zmierzonego na dwóch stacjach w 2009 r. w funkcji kierunku i prędkości wiatru mierzonych na stacjach monitoringu. Każdy punkt na wykresie odpowiada jednej wartości pomiarowej stężenia 1-godz. pyłu PM10. Kolor punktów dobierany jest odpowiednio do wartości stężenia. Najwyższe stężenia, powyżej $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, oznaczane są kolorem czarnym, nieco niższe, z zakresu $100\text{--}150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kolorem czerwonym, itd. Odległość punktu od środka układu współrzędnych (przecięcie czarnych linii na środku wykresu) odpowiada prędkości wiatru w czasie pomiaru, a kierunek punkt-środek wykresu odpowiada kierunkowi wiatru podczas pomiaru. Należy przy tym mieć na uwadze, że w rejonie stacji pomiarowych może być zaburzony przepływ powietrza np. przez ukształtowanie terenu, budynki lub roślinność. W związku z tym rejestrowane podczas pomiarów: prędkość i kierunek wiatru mogą nie odpowiadać kierunkowi i prędkości wiatru charakterystycznym dla ruchu powietrza w większej skali przestrzennej.

Analiza warunków występowania najwyższych stężeń 1-godz. pyłu zawieszonego PM10 na poszczególnych stacjach, pozwala na stwierdzenie, że najwyższe stężenia pyłu notowane były najczęściej przy niskiej prędkości wiatru. Najwyższe stężenia najczęściej występują zatem w warunkach meteorologicznych, które nie sprzyjają intensywnemu rozpraszaniu i wywiewaniu zanieczyszczeń. Warunki te nie sprzyjają też transportowi zanieczyszczeń na duże odległości. Stężenia maksymalne w miastach są znacznie wyższe niż na obszarach pozamiejskich. Można stąd wnioskować, że największy wkład w najwyższe stężenia PM10 notowane na stacjach miejskich mają emisje lokalne, często emisje z niskich źródeł emisji i z komunikacji.



Rysunek 4-46. Stężenia 1-godz. pyłu PM10 w 2009 r. w zależności od prędkości i kierunku wiatru dla wybranych stacji PMS (źródło danych: PMS/GIOŚ)

4.4.3. Ocena stężeń pyłu PM10 w świetle kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia

Dopuszczalne stężenia pyłu zawieszonego PM10 w powietrzu oraz dopuszczalne częstotliwości ich przekraczania ustanowione w celu ochrony zdrowia, obowiązujące w Polsce wg rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, podano w rozdziale 3.

Stężenia pyłu PM10 w miastach

W 2009 r. średnie roczne stężenia dopuszczalne pyłu zawieszonego PM10, określone ze względu na ochronę zdrowia, przekroczone były na 42 stanowiskach położonych w miastach 10 województw (tab. 4-21), w tym na 39 stanowiskach tła miejskiego położonych w 9 województwach. Najwięcej stanowisk z przekroczeniami i największe przekroczenia wartości Da wystąpiły w województwach małopolskim i śląskim (rys. 4-47). W miastach 6 województw nie notowano stężeń przewyższających roczny poziom dopuszczalny pyłu PM10. Stężenia pyłu w 2009 r. były o ok. 10% wyższe od wartości notowanych w 2007 i 2008 roku. Wartość średnia ze stężeń rocznych dla wszystkich stacji miejskich wynosiła $33,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tylko na 2 z 10 stanowisk komunikacyjnych (w Warszawie i Chorzowie) stężenia roczne przewyższały $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dla 2009 roku brak jest wyników pomiarów ze stacji komunikacyjnej w Krakowie, gdzie w ciągu ostatnich kilkunastu lat notowano bardzo duże wartości stężeń pyłu PM10. Średnia ze stężeń rocznych zanotowanych na 10 stanowiskach komunikacyjnych w 2009 r. to $33,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (podobnie jak w roku poprzednim).

Percentyl S90,4 ze stężeń dobowych¹⁵ przekraczał wartość $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ we wszystkich województwach z wyjątkiem województwa warmińsko-mazurskiego (tab. 4-21), w sumie na 125 z 171 stanowisk uwzględnionych w ocenie. Parametr ten przyjmował najwyższe wartości na stanowiskach w województwach: dolnośląskim, małopolskim i śląskim (rys. 4-48). Przeszło dwukrotne przekroczenie wartości granicznej $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wystąpiło ponadto na

¹⁵ Przekroczenie $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez percentyl S90,4 z pełnej rocznej serii pomiarowej stężeń 24-godz. PM10 oznacza, że w ciągu roku wystąpiło więcej niż dopuszczalne 35 dni z przekroczeniami stężenia $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

18 stanowiskach tła miejskiego, położonych w woj. małopolskim (10 stanowisk), śląskim (5 stanowisk) i dolnośląskim (2 stanowiska) i lubuskim (1 stanowisko).

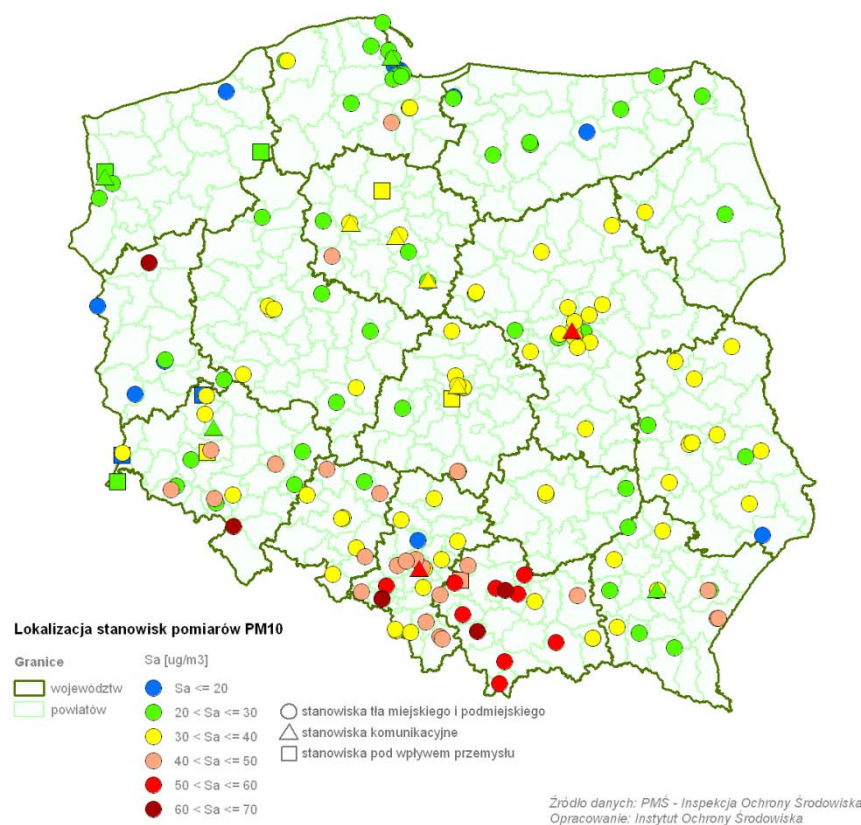
W województwach: małopolskim, opolskim, śląskim i świętokrzyskim na wszystkich miejskich stanowiskach pomiarowych percentyl S90,4 przekraczał $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Średnio w kraju przekroczenia w 2009 r. notowane były na 73% stanowisk położonych w miastach (w 2007 i 2008 roku na ok. 55% stanowisk, w 2006 r. na 81% stanowisk). Przekroczeń nie stwierdzono w woj. warmińsko-mazurskim, a w miastach województw podkarpackiego i zachodniopolskiego przekroczenia wystąpiły tylko na jednym stanowisku w województwie.

Tabela 4-21. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń pyłu PM10 w aglomeracjach i miastach poszczególnych województw w 2009 r. (źródło danych: PMS/GIOŚ)

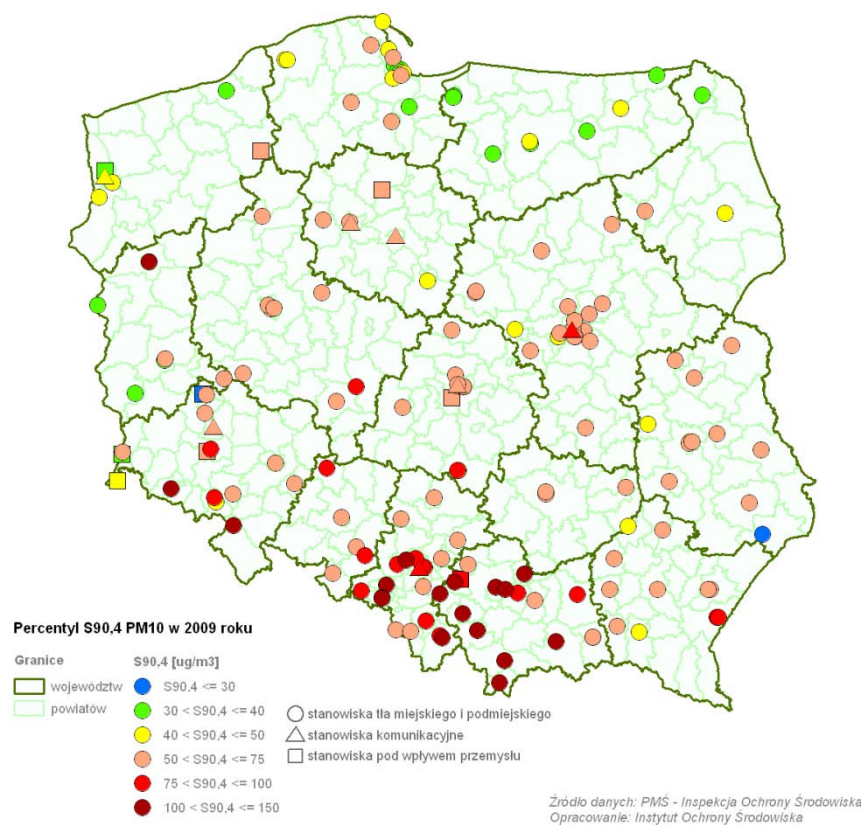
Województwo	Stężenie średnie roczne PM10					Percentyl S90,4 ze stężeń 24-godz. PM10				
	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
	[-]	[-]	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	[-]	[-]	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$
dolnośląskie	20	5	9,1	32,1	60,1	17	12	16	62	140
kujawsko-pomorskie	10	1	24,8	33,6	49,0	6	5	46	57	69
lubelskie	13		16,5	30,4	37,0	12	9	28	53	65
lubuskie	7	1	15,7	27,4	61,1	7	3	33	54	117
łódzkie	11	1	27,9	33,0	43,2	11	9	49	60	77
małopolskie	17	14	34,1	49,2	62,7	17	17	59	98	140
mazowieckie	21	1	24,3	33,6	50,5	20	18	43	60	79
opolskie	9	3	28,4	36,6	47,4	5	5	56	71	80
podkarpackie	3		23,4	28,1	34,4	3	1	40	50	60
podlaskie	14	3	22,1	33,1	44,8	11	9	43	63	80
pomorskie	18	1	19,0	25,5	40,0	16	5	34	46	74
śląskie	22	12	14,7	41,3	69,2	20	20	53	83	136
świętokrzyskie	3		28,5	32,2	34,8	3	3	54	57	59
warmińsko-mazurskie	8		17,8	21,9	26,9	8		33	38	46
wielkopolskie	9		25,5	31,6	36,3	8	8	52	63	76
zachodniopomorskie	7		16,5	22,9	27,8	7	1	31	43	54
Razem	192	42	9,1	33,5	69,2	171	125	16	63	140

Objaśnienia do tabeli 4-21:

- ¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie dla określonego czasu uśredniania stężeń,
- ²⁾ liczba stanowisk, na których wartość określonego parametru była wyższa od odpowiedniego stężenia dopuszczalnego,
- ³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2009 roku na wszystkich stanowiskach miejskich i podmiejskich uwzględnionych w ocenie.



Rysunek 4-47. Stężenia średnie roczne pyłu PM10 w 2009 r. na stanowiskach miejskich i podmiejskich (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)



Rysunek 4-48. Percentyl S90,4 z serii pomiarów pyłu PM10 w 2009 r. na stanowiskach miejskich i podmiejskich (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Stężenia pyłu PM10 poza miastami

W ocenie uwzględniono wyniki z 23 stanowisk pozamiejskich z 9 województw. Wśród nich 13 to stanowiska zlokalizowane w obszarze oddziaływania zakładów przemysłowych, pozostałe 10 to stanowiska pomiaru stężeń tła regionalnego. Najwięcej stacji pozamiejskich (12) położonych jest na terenie województwa dolnośląskiego, z czego 10 to stanowiska zlokalizowane w strefie oddziaływania emisji przemysłowych.

Stężenia pyłu PM10 w obszarach pozamiejskich są generalnie niższe niż w miastach. Na żadnym stanowisku pozamiejskim stężenie średnie roczne nie przekroczyło $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (rys. 4-49), a na stacjach tła regionalnego były niższe od $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Średnia ze stężeń średnich rocznych dla wszystkich stanowisk pozamiejskich to $20,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a dla stanowisk tła regionalnego – $19,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, co stanowi ok. 60% średniej obliczonej dla stacji tła miejskiego.

Wartość średnia ze stężeń pyłu PM10 notowanych na stacjach pozamiejskich w 2009 r. była zbliżona do tej wartości z roku poprzedniego.

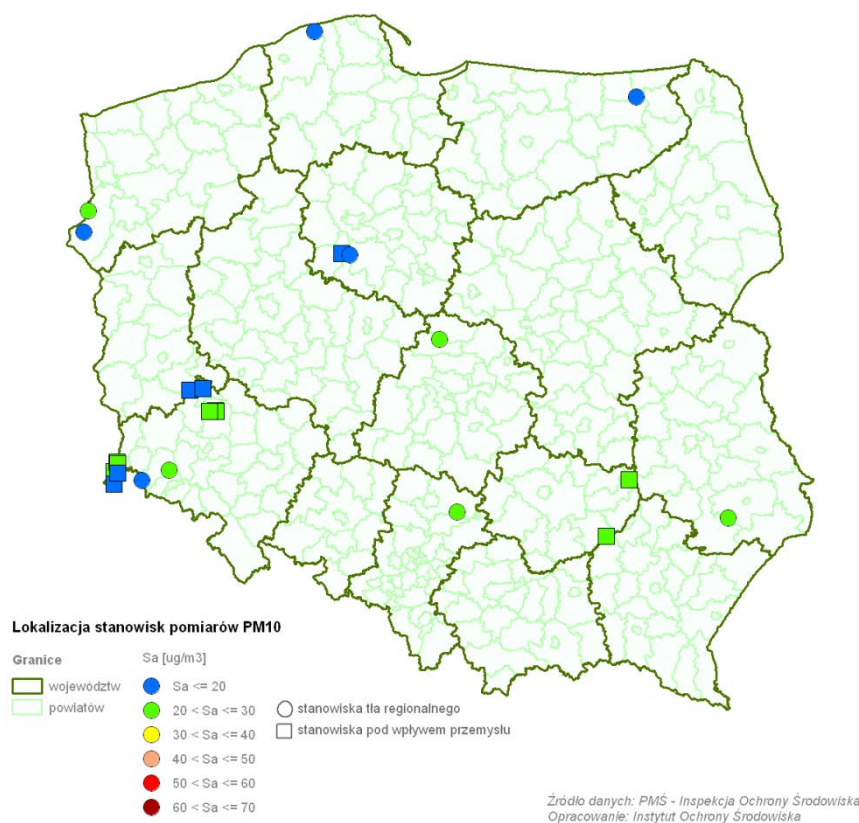
Tylko na jednym stanowisku pomiarowym, znajdującym się w strefie oddziaływania emisji przemysłowych (w powiecie lubińskim) wartość percentyla S90,4 przekroczyła $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tab. 4-22).

Tabela 4-22. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń pyłu PM10 na stanowiskach pozamiejskich w 2009 r. (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

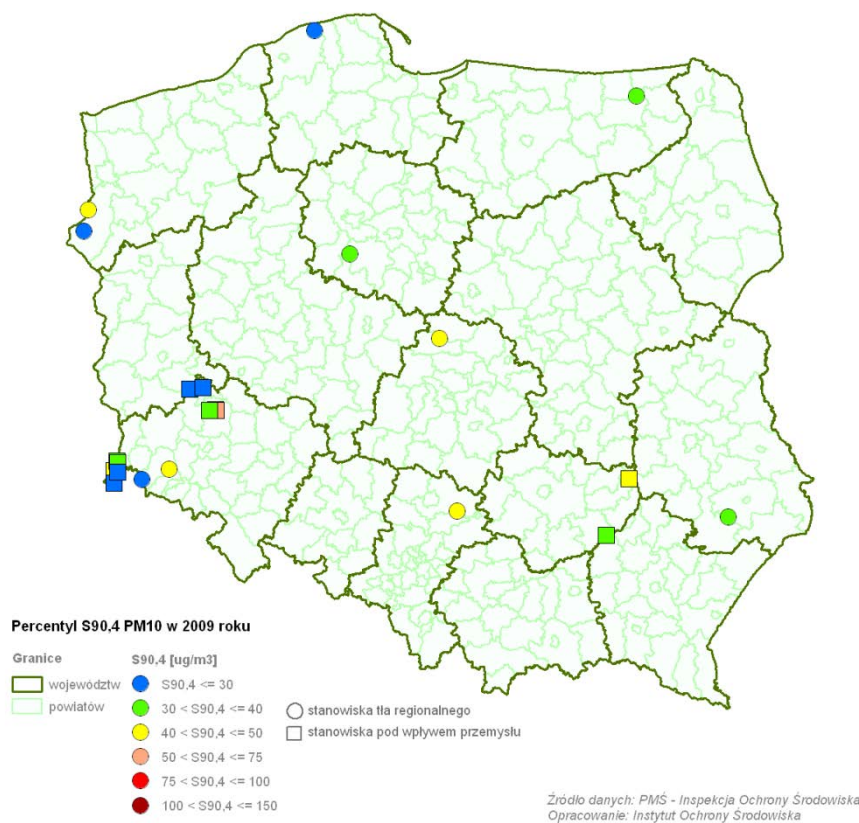
Województwo	Stężenie średnie roczne PM10					Percentyl S90,4 ze stężeń 24-godz. PM10				
	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
	[-]	[-]	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	[-]	[-]	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$
dolnośląskie	12		6,1	19,8	28,5	12	1	10	35	54
kujawsko-pomorskie	2		12,7	16,2	19,6	1		33	33	33
lubelskie	1		23,5	23,5	23,5	1		35	35	35
łódzkie	1		23,6	23,6	23,6	1		43	43	43
pomorskie	1		14,6	14,6	14,6	1		28	28	28
śląskie	1		24,6	24,6	24,6	1		43	43	43
świętokrzyskie	2		22,9	26,1	29,4	2		40	45	50
warmińsko-mazurskie	1		16,3	16,3	16,3	1		31	31	31
zachodniopomorskie	2		15,4	18,2	20,9	2		26	33	41
Razem	23⁴⁾		6,1	20,0	29,4	22	1	10	36	54

Objaśnienia do tabeli 4-22:

- ¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie dla określonego czasu uśredniania stężeń,
- ²⁾ liczba stanowisk, na których wartość określonego parametru była wyższa od odpowiedniego stężenia dopuszczalnego,
- ³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2009 roku na wszystkich stanowiskach pozamiejskich z województwa (uwzględnionych w ocenie),
- ⁴⁾ w tym 14 stanowisk zlokalizowanych w obszarze oddziaływania zakładów przemysłowych.



Rysunek 4-49. Stężenia średnie roczne pyłu PM10 w 2009 r. na stanowiskach pozamiejskich (źródło danych: PMS/GIOŚ)



Rysunek 4-50. Percentyl S90,4 z serii pomiarów pyłu PM10 w 2009 r. na stanowiskach pozamiejskich (źródło danych: PMS/GIOŚ)

4.5. Podsumowanie

Zanieczyszczenie powietrza na terenie aglomeracji oraz miast powyżej 100 tys. mieszkańców w 2009 roku

1. W roku 2009 na terenie żadnej z rozważanych 12 aglomeracji i 16 miast powyżej 100 tys. mieszkańców, dla których dostępne były odpowiednie dane, nie miało miejsca przekroczenie wartości normatywnych określonych dla stężeń 24-godz. SO₂ oraz dla stężeń 1-godz. Stężenia rejestrowane na stacjach zlokalizowanych w tych aglomeracjach/miastach były na podobnym poziomie jak w roku poprzednim.
2. W przypadku NO₂, w 2 spośród 30 rozważanych aglomeracji/miast (z dostępnymi danymi) w 2009 roku wystąpiły przekroczenia poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń średnich rocznych. Przekroczenia, wyłącznie na tzw. stacjach komunikacyjnych, zanotowano na 2 stanowiskach, spośród 97 uwzględnionych w ocenie. Na żadnym ze stanowisk uwzględnionych w ocenie dotyczącej NO₂ nie została przekroczona wartość normatywna określona dla stężeń 1-godz.
3. Na żadnym, spośród uwzględnionych w analizie stanowisk pomiarów stężeń tlenku węgla w rozważanych aglomeracjach/miastach nie zarejestrowano przekroczenia poziomu dopuszczalnego CO.
4. Na 2 stanowiskach, po jednym w Aglomeracji Bydgoskiej i we Włocławku, wystąpiły przekroczenia poziomu dopuszczalnego benzenu. Na terenie pozostałych 17 miast i aglomeracji uwzględnionych w ocenie, gdzie pomiary stężeń benzenu prowadzone były w sumie na 25 stanowiskach, średnie roczne stężenia tego zanieczyszczenia nie przekraczały poziomu dopuszczalnego.
5. Poziom docelowy ozonu dotrzymany był we wszystkich miastach i aglomeracjach uwzględnionych w ocenie (uśredniona dla ostatnich 1-3 lat liczba dni z przekroczeniami wartości progowej 120 µg/m³ przez stężenia 8-godz. nie przekraczała dopuszczalnych 25 dni). W 2009 r. na żadnym ze stanowisk pomiarowych zlokalizowanych w rozważanych 14 miastach i aglomeracjach nie zarejestrowano przekroczeń wartości 120 µg/m³ przez stężenia 8-godz. ozonu w ciągu więcej niż dozwolone 25 dni.
6. W 2009 roku, w 23 spośród 30 aglomeracji i miast uwzględnionych w ocenie, przynajmniej na 1 stanowisku miały miejsce przekroczenia poziomu dopuszczalnego pyłu PM₁₀. W przypadku niektórych aglomeracji/miast, przekroczenia odnotowano na wszystkich lub na większości zlokalizowanych tam stanowisk. Spośród łącznej liczby 77 stanowisk, przekroczenia zarejestrowano na 49, co stanowi ok. 64%. Najczęściej przekraczany był poziom dopuszczalny określony dla stężeń 24-godz. Warto tu podkreślić, że przekraczanie wartości normatywnej określonej dla stężeń dobowych PM₁₀, obowiązującej w Polsce (zgodnej z normą UE) stanowi istotny problem zarówno w Polsce, jak i w wielu innych krajach europejskich.
7. Na żadnym z 39 stanowisk pomiarowych stężeń ołowiu, znajdujących się w 11 aglomeracjach i 12 miastach o liczbie mieszkańców większej od 100 tys., w 2009 roku nie została przekroczona wartość poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń średnich rocznych ołowiu. Na 38 z 39 stanowisk uwzględnionych w ocenie stężenia średnie roczne ołowiu nie przekraczały 20% poziomu dopuszczalnego.
8. Na żadnym z 21 stanowisk pomiarowych stężeń arsenu w powietrzu, znajdujących się w 8 aglomeracjach i 7 miastach liczących powyżej 100 tys. mieszkańców nie wystąpiło w 2009 roku przekroczenie wartości poziomu docelowego, określonego dla arsenu.

Na 76% stanowisk uwzględnionych w ocenie, stężenie średnie roczne arsenu było niższe od połowy poziomu docelowego.

9. Średnie roczne stężenia kadmu w powietrzu, określane na podstawie pomiarów prowadzonych w 2009 roku w 9 aglomeracjach i 11 miastach liczących powyżej 100 tys. mieszkańców, na żadnym z 25 stanowisk uwzględnionych w ocenie nie przekroczyły wartości poziomu docelowego kadmu. Niemal na wszystkich stanowiskach stężenia S_a były niższe od połowy poziomu docelowego, na wielu stanowiskach znacznie niższe.
10. W 2009 roku na jednym stanowisku (we Włocławku) spośród 22 uwzględnionych w ocenie wystąpiło przekroczenie poziomu docelowego niklu. Na pozostałych 21 stanowiskach zlokalizowanych na terenie 8 aglomeracji i 8 miast o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys., stężenia średnie roczne niklu były znacznie niższe od poziomu docelowego - nie przekraczały 40% wartości normatywnej.
11. W 2009 roku, podobnie jak rok i dwa lata wcześniej, benzo(a)piren był substancją, której wartość normatywna (poziom docelowy) została przekroczona na największej liczbie stanowisk (spośród uwzględnionych w ocenie) w skali kraju. Na 27 stanowiskach z 29 uwzględnionych w ocenie, znajdujących się w 10 aglomeracjach i 11 miastach powyżej 100 tys. mieszkańców, średnie roczne stężenia B(a)P przekraczały wartość poziomu docelowego. Benzo(a)piren powstaje w procesie spalania paliw w celach grzewczych, w szczególności w małych piecach i kotłach na paliwo stałe (węgiel, drewno itp.) - jest więc zanieczyszczeniem powszechnie obecnym na terenach zamieszkałych, z budynkami o tym typie ogrzewania. Z drugiej strony, poziom docelowy określony dla stężenia B(a)P w powietrzu jest wartością niezwykle rygorystyczną, trudną do dotrzymania.

Zanieczyszczenie powietrza ozonem w skali kraju

1. Przekroczenia poziomu docelowego ozonu, ustanowionego ze względu na ochronę zdrowia ludzi, wystąpiły na 8 stanowiskach pomiarowych (spośród 66 stanowisk uwzględnionych w ocenie). Przekroczenie poziomu celu długoterminowego zarejestrowano na wszystkich stanowiskach, za wyjątkiem jednego stanowiska w Żaganiu w woj. lubuskim.
2. Z oceny stężeń ozonu pod kątem kryterium ustalonego w celu ochrony roślin (parametr AOT40), dokonanej na podstawie pomiarów stężeń na stanowiskach pozamiejskich i podmiejskich, wynika, że przekroczenie wartości dopuszczalnej – poziomu docelowego miało miejsce na 6 z 17 stanowisk, gdzie możliwe było prawidłowe obliczenie normowanego parametru AOT40 (wartość średnia z okresu 3-5 lat). Przekroczenia poziomu docelowego wystąpiły na stanowiskach położonych w na terenie 5 województw: śląskiego, wielkopolskiego, łódzkiego, dolnośląskiego i lubuskiego. Wartość parametru AOT40 obliczona dla okresu maj-lipiec 2009 tylko na jednym (zlokalizowanym na Śnieżnych Kotłach w Karkonoszach) z dwudziestu jeden stanowisk przekroczyła wartość 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$. Cel długoterminowy dla ozonu przekroczony był na wszystkich stanowiskach pomiarowych.

Zanieczyszczenie powietrza pyłem PM10 w skali kraju

1. W 2009 r. na 42 z 215 stanowisk pomiarowych zanotowano stężenie średnie roczne pyłu PM10 przekraczające roczną wartość dopuszczalną. Na 126 z 193 stanowisk percentyl S90,4 z rocznej serii stężeń dobowych był wyższy od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, co w przypadku pełnej serii pomiarowej odpowiada przekroczeniu poziomu dopuszczalnego ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) w ciągu więcej niż dozwolone 35 dni w roku. Liczba stanowisk, gdzie zanotowano przekroczenia wartości dopuszczalnej była wyższa niż w roku poprzednim.
2. Najwyższe stężenia pyłu PM10 notowane są województwach: małopolskim, dolnośląskim, śląskim i lubuskim. W tych województwach, na 18 stanowiskach, percentyl S90,4 ze stężeń dobowych w 2009 roku przewyższył $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (podwojona wartość dopuszczalna). W województwie małopolskim, śląskim i opolskim, na wszystkich stanowiskach pomiarowych zlokalizowanych w miastach, percentyl S90,4 przekraczał dopuszczalne $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
3. Stężenia dopuszczalne pyłu PM10, roczne lub dobowe, przekraczane były na 73% stanowisk zlokalizowanych w miastach. Poza miastami, poza jednym stanowiskiem w pow. lubińskim, stężenia pyłu nie przekraczały poziomów dopuszczalnych. Maksymalne stężenia dobowe PM10 w miastach były znacznie wyższe niż na obszarach pozamiejskich.
4. Najwyższe stężenia pyłu PM10 w 2009 roku notowane były zimą – na większości stacji pomiarowych w drugiej dekadzie stycznia, przy niskiej prędkości wiatru, gdy Polska była w zasięgu układów wyżowych. Są to warunki meteorologiczne, które nie sprzyjają intensywnemu rozpraszaniu i wywiewaniu zanieczyszczeń. Warunki te nie sprzyjają też transportowi zanieczyszczeń na duże odległości. Największy wkład w najwyższe stężenia PM10 notowane na stacjach miejskich mają emisje lokalne, często emisje z niskich źródeł i z komunikacji.

Spis ważniejszych skrótów, pojęć i oznaczeń występujących w rozdziale

Skróty nazw aktów prawnych

rozporządzenie MŚ - rozporządzenie Ministra Środowiska

rozporządzenie MŚ w sprawie dokonywania oceny poziomów – rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 17 grudnia 2008 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. z 2009 r. Nr 5, poz. 31)

rozporządzenie MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu – rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 marca 2008 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2008 r. Nr 47, poz. 281)

ustawa - Poś lub Ustawa – ustawa Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. (Dz. U. z 2008 r. Nr 25, poz. 150, z późn. zm.)

Rodzaj obszaru:

Oz – obszar zwykły, do którego odnoszą się wartości normatywne stężeń określone dla terenu kraju

Uz – obszar uzdrowisk i ochrony uzdrowiskowej

Symbole przyjęte do określenia pyłu:

PM10 - pył zawieszony o średnicy równoważnej ziaren do $10 \mu\text{m}$

PM2,5 - pył zawieszony o średnicy równoważnej ziaren do 2.5 μm

Wartości dopuszczalne stężeń zanieczyszczeń w powietrzu (poziomy dopuszczalne, poziomy docelowe, poziom celu długoterminowego dla ozonu):

D₁ - dopuszczalne stężenie 1-godzinne

D₈ - dopuszczalne stężenie 8-godzinne (średnia krocząca)

D₂₄ - dopuszczalne stężenie średnie dobowe

D_a - dopuszczalne stężenie średnie roczne

AOT40 - wskaźnik określający zanieczyszczenie powietrza ozonem, obliczany dla okresu maj-lipiec jako suma różnic pomiędzy: stężeniem średnim jednogodzinnym wyrażonym w $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a wartością 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dla każdej godziny w ciągu doby, pomiędzy godziną 8:00 a 20:00 czasu środkowoeuropejskiego CET, dla której stężenie jest większe niż 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

SOMO35 - wskaźnik określający zanieczyszczenie powietrza ozonem (Sum of Ozone Means Over 35 ppb), obliczany na podstawie maksimów dziennych ze stężeń 8-godz., jako sumę różnic pomiędzy wartością tego stężenia wyrażoną w $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a wartością 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (35 ppb), dla każdego dnia w roku, dla którego stężenie to jest większe od 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Parametry statystyczne:

S_a - średnie roczne stężenie zanieczyszczenia, obliczane z reguły jako wartość średnia arytmetyczna z serii stężeń [najczęściej w $\mu\text{g}/\text{m}^3$; dla As, Ni, Cd i B(a)P w ng/m^3]

S₂₄ - stężenie średnie dobowe zanieczyszczenia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

S₁ - stężenie 1-godzinne zanieczyszczenia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

S₈ - stężenie 8-godzinne (średnia krocząca) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

S_{XY,Z} - percentyl na poziomie XY,Z% z serii pomiarów o określonym czasie uśredniania wyników [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] – jest to wartość stężenia o określonym czasie uśredniania, której nie przekracza XY,Z% wyników pomiarów o tym czasie uśredniania w serii rocznej (np. percentyl S98 ze stężeń dobowych oznacza wartość stężenia 24-godzinnego, której nie przekracza 98% wyników pomiarów dobowych w serii rocznej [$\mu\text{g}/\text{m}^3$])

S_{max} - najwyższa wartość stężenia o rozważanym czasie uśredniania pomierzonego na danym stanowisku w rozważanym okresie czasu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Bibliografia

1. Iwanek J., Kobus D., Mitosek G.: Ocena zanieczyszczenia powietrza w Polsce w roku 2008 w świetle wyników pomiarów prowadzonych w ramach PMŚ, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, Instytut Ochrony Środowiska – PIB, Warszawa 2009
2. Iwanek J., Kobus D., Mitosek G.: Ocena zanieczyszczenia powietrza w Polsce w roku 2007 w świetle wyników pomiarów prowadzonych w ramach PMŚ, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 2008

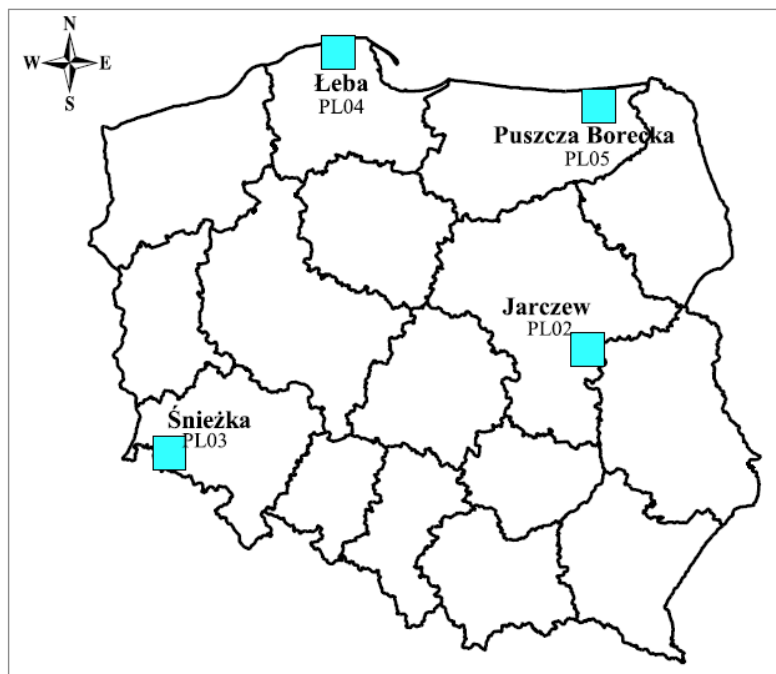
3. Praca zespołowa: Zanieczyszczenie powietrza w Polsce w latach 2005-2006, Rozdział 4. Iwanek J., Kobus D., Mitosek G., Wybrane problemy zanieczyszczenia powietrza w Polsce za 2006 rok, s. 115-175, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2007
4. Iwanek J., Mitosek G., Kobus D.: Ocena zanieczyszczenia powietrza w Polsce w roku 2006 w świetle wyników pomiarów prowadzonych w ramach PMŚ; praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 2007
5. Iwanek J., Mitosek G., Kobus D.: Wybrane problemy zanieczyszczenia powietrza w Polsce w 2005 roku w świetle wyników pomiarów prowadzonych w ramach PMŚ, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 2006, (<http://www.gios.gov.pl>)
6. Praca zespołowa: Zanieczyszczenie powietrza w Polsce w latach 2003-2004, Rozdział 4.2, Mitosek G., Skotak K., Iwanek J., Kobus D.: Wybrane problemy zanieczyszczenia powietrza w Polsce w roku 2004, s. 121-158, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2005
7. Iwanek J., Skotak K., Mitosek G., Kobus D.: Wybrane problemy zanieczyszczenia powietrza w Polsce w 2004 roku w świetle wyników pomiarów prowadzonych w ramach PMŚ, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 2005
8. Mitosek G., Skotak K., Iwanek J., Kobus D.: Ocena jakości powietrza w Polsce za rok 2003 w świetle wyników pomiarów prowadzonych w ramach PMŚ, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 2004
9. Skotak K., Iwanek J., Mitosek G.: Ocena stanu zanieczyszczenia powietrza w Polsce w 2002 roku na podstawie pomiarów w sieci podstawowej, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 2003, (<http://www.gios.gov.pl>)
10. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 marca 2008 w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2008 r. Nr 47, poz. 281)
11. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 17 grudnia 2008 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. z 2008 r. Nr 5, poz. 31)
12. Dyrektywa 2008/50/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy (Dz. Urz. UE L. 152 z 11.06.2008, str.1)
13. Dyrektywa 2004/107/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15 grudnia 2004 r. w sprawie arsenu, kadmu, rtęci, niklu i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w otaczającym powietrzu (Dz. Urz. UE L 23 z 26.01.2005, str. 3)
14. Dyrektywa 2002/3/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 lutego 2002 r. w sprawie ozonu w otaczającym powietrzu (Dz. Urz. WE L 67 z 09.03.2002, str. 14)

5. ZANIECZYSZCZENIE POWIETRZA I OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH NA OBSZARACH TŁA REGIONALNEGO W 2009 ROKU NA TŁE WIELOLECIA

5.1. Wstęp

Konwencja w sprawie transgranicznego zanieczyszczania powietrza na dalekie odległości wraz z protokołami zobowiązującymi do ograniczania emisji zanieczyszczeń powietrza stanowi jedno z narzędzi funkcjonujących na arenie międzynarodowej, nakierowanych na ograniczenie emisji zanieczyszczeń powietrza powodujących niekorzystne zmiany w środowisku. Pierwszy protokół do *Konwencji* dotyczy Programu Współpracy w Zakresie Monitoringu i Oceny Transportu Zanieczyszczeń na Dalekie Odległości w Europie (ang. The Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe; roboczo: European Monitoring and Evaluation Programme; od roboczej nazwy pochodzi skrót EMEP). Głównym celem tego programu jest dostarczanie rządów informacji o stężeniu i depozycji zanieczyszczeń powietrza, jak również o wielkości i znaczeniu strumieni zanieczyszczeń przenoszonych przez granice krajów. Kolejnym programem międzynarodowym, w ramach którego badane są zanieczyszczenia powietrza na stacjach tła regionalnego jest nadzorowany przez Światową Organizację Meteorologiczną (WMO) program Global Atmosphere Watch (GAW/WMO).

Stacje monitoringu tła regionalnego zanieczyszczenia atmosfery pracujące na terenie Polski wg programów EMEP i GAW/WMO zlokalizowane zostały w Jarczewie¹⁶ PL02, na Śnieżce¹⁶ PL03, w Łebie¹⁶ PL04, w Puszczy Boreckiej¹⁷ (Diabla Góra) PL05 (rys. 5-1). W tab. 5-1 przedstawiono podstawowe informacje o każdej z tych stacji.



Rysunek 5-1. Rozmieszczenie stacji monitoringu tła zanieczyszczenia atmosfery w Polsce
(źródło danych: PMS/GIOŚ)

¹⁶ Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej - Państwowy Instytut Badawczy

¹⁷ Instytut Ochrony Środowiska - Państwowy Instytut Badawczy

Tabela 5-1. Podstawowe charakterystyki stacji monitoringu tła zanieczyszczenia atmosfery w Polsce
(źródło danych: PMS/GIOŚ)

Stacja	φ	λ	Wysokość n.p.m. [m]	Położenie stacji	Instytucja prowadząca pomiar	Symbol EMEP
Jarczew	51°48'53"N	21°58'24"E	180	region środkowoschodni; nizinny, rolniczy	IMGW-PIB	PL02
Śnieżka	50°44'10"N	15°44'22"E	1603	region południowo- zachodni; wysokogórski (park narodowy)	IMGW-PIB	PL03
Łeba	54°45'13"N	17°32'05"E	2	region nadmorski (park narodowy)	IMGW-PIB	PL04
Puszcza Borecka	54°07'32"N	22°02'17"E	153	region północno- wschodni; pojezierze	IOŚ-PIB	PL05

Na stacjach tła regionalnego w Polsce pracujących w sieci EMEP realizowany był w roku 2009 (i w latach wcześniejszych) program badawczy przedstawiony poniżej:

- Zanieczyszczenia gazowe i aerozole w powietrzu¹⁸:
 - O_3 , SO_2 , NO_2 , SO_4^{2-} , $(\text{HNO}_3 + \text{NO}_3^-)$, $(\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+)$;
- Pył zawieszony w powietrzu¹⁹:
 - pył PM₁₀,
 - metale ciężkie w pyłach PM₁₀: As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn,
 - wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne w pyłach PM₁₀: benzo(a)piren, benzo(a)antracen, benzo(b)fluoranten, benzo(j)fluoranten, benzo(k)fluoranten, dibenzo(a,h)antracen, indeno(1,2,3-cd)piren,
 - pył PM_{2,5};
- Zanieczyszczenia aerozole w powietrzu (dodatkowe)²⁰:
 - NO_3^- , NH_4^+ , Cl^- ;
- Zanieczyszczenia gazowe w powietrzu (dodatkowe)¹⁹:
 - CO_2 , rtęć gazowa Hg;
- Własności fizyko-chemiczne opadu i zanieczyszczenia podstawowe w opadzie mokrym lub całkowitym¹⁸:
 - pH, przewodność elektrolityczna, SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Cl^- , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , wysokość opadu;
- Metale ciężkie w opadzie mokrym²¹:
 - Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Zn, As

¹⁸ program realizowany na wszystkich stacjach

¹⁹ program realizowany tylko na stacji Puszcza Borecka

²⁰ program realizowany w Jarczewie, Łebie i na Śnieżce

²¹ program realizowany na stacjach Łeba i Puszcza Borecka

7. Zanieczyszczenia w opadzie całkowitym (dodatkowe)¹⁹:

- As, Cd, Ni, Hg, benzo(a)piren, benzo(a)antracen, benzo(b)fluoranten, benzo(j)fluoranten, benzo(k)fluoranten, dibenzo(a,h)antracen, indeno(1,2,3-cd)piren.

Niniejszy rozdział przygotowany został na podstawie wyników uzyskanych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska oraz raportów rocznych za 2009 rok, przygotowanych w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym i Instytucie Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowym Instytucie Badawczym. Zarówno pomiary jak i raporty wykonane zostały na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, i sfinansowane ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Wyniki uzyskane na stacjach tła regionalnego w 2009 roku odniesiono do pochodzących z wielolecia 1994-2009.

5. 2. Charakterystyka meteorologiczna roku 2009 dla stacji monitoringu tła regionalnego EMEP

Warunki meteorologiczne scharakteryzowano na podstawie danych meteorologicznych uzyskanych z sieci państwowej służby hydrologiczno-meteorologicznej IMGW-PIB (dla stacji należących do IMGW-PIB) i wyników pomiarów prowadzonych na stacji Puszcza Borecka w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska. Wykorzystano również informacje o kierunkach napływu mas powietrza nad obszar Polski i dobowym typie cyrkulacji, opracowanych w IMGW-PIB na podstawie klasyfikacji typów cyrkulacji wg J. Lityńskiego.

Roczna suma usłonecznienia w 2009 roku wyniosła od ponad 1400 godzin na Śnieżce do ponad 1900 godzin w Łebie. W porównaniu do średniej wieloletniej (1996-2005) była mniejsza na stacjach nizinnych odpowiednio od 36 godzin (Jarczew) do 146 godzin (Łeba).

W 2009 roku najwięcej godzin ze słońcem wystąpiło w kwietniu i sierpniu, w Jarczewie dodatkowo w lipcu. Czerwiec charakteryzował się we wszystkich rejonach badań sumą usłonecznienia znacznie mniejszą niż w pozostałe miesiące półrocza letniego.

Według klasyfikacji termicznej H. Lorenc, rok 2009 na przeważającym obszarze kraju oceniono jako lekko ciepły, na południu (m.in. Śnieżka) - ciepły, a na północnym wschodzie (Olsztyn, Suwałki, Białystok) - normalny. Średnia roczna temperatura wyniosła od 1,6°C na Śnieżce, 7,1°C w Puszczy Boreckiej, 8,2°C w Łebie do 8,3°C w Jarczewie.

Roczny przebieg temperatury oparty na wartościach średnich miesięcznych był bardzo zbliżony do przebiegu wieloletniego. We wszystkich rejonach nieco cieplejszy niż w wieloleciu był lipiec, który był zarazem najcieplejszym miesiącem 2009 r. we wszystkich nizinnych rejonach badań, w odróżnieniu od stacji wysokogórskiej, gdzie najcieplejszy był sierpień. Najchłodniejszy w 2009 r. w rejonie Polski środkowej i północno-wschodniej (Jarczew, Puszcza Borecka) był styczeń, w rejonie nadmorskim – grudzień, a w rejonie wysokogórskim – luty.

Roczne sumy opadów atmosferycznych 2009 roku wyniosły na stacjach tła zanieczyszczenia atmosfery od 687,1 mm w Łebie, 690,1 mm w Jarczewie, 695,7 mm w Puszczy Boreckiej do 1208,4 mm na Śnieżce. Sumy roczne opadów były większe niż w wieloleciu od kilku do kilkunastu procent.

Obserwowano typową dla warunków klimatycznych środkowej Europy przewagę opadów występujących w cieplej połowie roku nad opadami chłodnej połowy roku, choć miesiące z wysokimi sumami opadów przeplatały się z okresami suchszymi. W 2009 roku najwyższe miesięczne sumy opadu wystąpiły w Jarczewie, na Śnieżce i w Puszczy Boreckiej

w czerwcu, natomiast w Łebie - w lipcu. We wszystkich rejonach badań miesiącem drugim pod względem sum opadów był październik, a trzecim – marzec (w Puszczy Boreckiej maj, z sumą nieznacznie większą od notowanej w marcu). Najsuchszym miesiącem był kwiecień, kiedy odnotowano od 2 dni (Łeba, Puszcza Borecka) do 6 dni (Śnieżka) z opadem $\geq 0,1$ mm, które dostarczyły łącznie od 3,5 mm (Śnieżka) do 6,5 mm (Jarczew) opadów. W świetle klasyfikacji opadowej Kaczorowskiej kwiecień oceniono jako skrajnie suchy, natomiast październik, marzec i czerwiec jako skrajnie wilgotne.

Na stacjach tła zanieczyszczenia atmosfery w 2009 roku wystąpiło od 174 dni z opadem (48% dni w roku) w Puszczy Boreckiej, 179 dni z opadem (49% dni w roku) w Jarczewie, 187 dni z opadem (51% dni w roku) w Łebie i 252 dni z opadem (69% dni w roku) na Śnieżce. W 28-37% przypadków były to dni z małymi dobowymi sumami opadów, tj. o wysokości $\geq 0,1$ -1,0 mm, które wniosły od 2 do 4% sumy rocznej. Dni z opadami o dobowej sumie $\geq 10,0$ mm wystąpiły natomiast w 6-15% przypadków, wnosząc do podłoża od 28% do 49% rocznej sumy opadów.

Największe sumy opadów odnotowano przy napływie mas powietrza w Łebie i Puszczy Boreckiej z północnego zachodu (odpowiednio 22 i 23% sumy rocznej), w Jarczewie z południa (19% sumy rocznej), na Śnieżce – ze wschodu (17% sumy rocznej) oraz całego sektora N-NE-E (łącznie prawie 55% rocznej sumy opadów).

Opisane warunki meteorologiczne miały znaczący wpływ na kształtowanie rozkładu stężeń zanieczyszczeń atmosfery w roku 2009, a szczególnie na ładunki zanieczyszczeń wniesione do podłoża z opadami.

5.3. Zanieczyszczenie powietrza w roku 2009 na tle wielolecia

W opracowaniu przedstawiono stężenia zanieczyszczeń powietrza na stacjach tła regionalnego w Polsce, pracujących w sieci EMEP w roku 2009 na tle wyników z lat 1994 – 2009. Poszczególne zanieczyszczenia reprezentowane są przez wartości średnie roczne. Stężenia zanieczyszczeń w roku 2009 porównano z poziomami odniesienia (dopuszczalnymi i docelowymi) określonymi w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 3 marca 2008 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2008 r. Nr 47, poz. 281).

W roku 2009 nie stwierdzono przekroczeń wartości dopuszczalnych stężeń dla kryterium ochrony zdrowia ani dla kryterium ochrony roślin dla dwutlenku siarki (tab. 5-2 i 5-3). Największe średnie roczne stężenie SO_2 wystąpiło w Jarczewie ($2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i wyniosło 14% wartości stężenia dopuszczalnego dla kryterium ochrony roślin. Dla pory zimowej (kryterium ochrony roślin w okresie I.X – 31.III.) maksymalne stężenie zanotowano również w Jarczewie ($11,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i wyniosło ono 56% poziomu dopuszczalnego.

Stężenie dwutlenku azotu (tlenków azotu) również osiągało wartości poniżej poziomu dopuszczalnego i było największe w Jarczewie ($8,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$), gdzie wyniosło 22% stężenia dopuszczalnego dla kryterium ochrony zdrowia i 30% stężenia dopuszczalnego dla kryterium ochrony roślin.

Maksymalne z ośmiogodzinnych średnich kroczących stężenie ozonu dla kryterium ochrony zdrowia przekroczyło dopuszczalną liczbę przypadków ponad poziom docelowy (dla roku 2010) $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ jedynie na Śnieżce (36 dni z przekroczeniami, przy dopuszczalnych 25) (tab. 5-2). Również dla kryterium ochrony roślin, dla okresu wegetacyjnego, dla średniej z okresu kolejnych 5 lat (2005-2009), wskaźnik AOT40 przekroczył poziom docelowy (dla roku 2010) na Śnieżce, gdzie wyniósł $22081 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$ co stanowi 123% tego poziomu.

Tabela 5-2. Stężenia zanieczyszczeń powietrza na stacjach tła zanieczyszczenia atmosfery w Polsce w 2009 roku na tle poziomów dopuszczalnych i docelowych. Kryterium: ochrona zdrowia (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Składnik	Okres uśredniania	Poziom dopuszczalny	Dopuszczalna częstość przekroczeń w roku	Łeba	Puszcza Borecka	Jarczew	Śnieżka
dwutlenek azotu	rok kalendarzowy	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	4,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
dwutlenek siarki	24 godziny	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3 razy	8,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ *	16,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ *	17,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ *	4,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ *
pył PM10	rok kalendarzowy	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	x	16,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	x	x
pył PM10	24 godziny	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35 razy	x	6 razy	x	x
ołów w pyle PM10	rok kalendarzowy	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	x	0,004 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	x	x
Składnik	Okres uśredniania	Poziom docelowy	Dopuszczalna częstość przekroczeń w roku	Łeba	Puszcza Borecka	Jarczew	Śnieżka
ozon	8 godzin**	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ****	25 dni	11 dni	5 dni	5 dni	36 dni
arsen w pyle PM10	rok kalendarzowy	6 ng/m^3 ****	-	x	0,3 ng/m^3	x	x
kadm w pyle PM10	rok kalendarzowy	5 ng/m^3 ****	-	x	0,2 ng/m^3	x	x
nikiel w pyle PM10	rok kalendarzowy	20 ng/m^3 ****	-	x	0,7 ng/m^3	x	x
benzo(a)piren w pyle PM10	rok kalendarzowy	1 ng/m^3 ****	-	x	1,3 ng/m^3	x	x

* maksymalna wartość 24-godzinna

** maksymalna średnia godzinna spośród średnich kraczących obliczanych ze średnich godzinnych w ciągu doby; każdą tak obliczoną średnią 8-godziną przypisuje się dobie, w której się ona kończy; pierwszym okresem obliczeniowym dla każdej doby jest okres od godziny 17:00 dnia poprzedniego do godziny 01:00 danego dnia; ostatnim okresem obliczeniowym dla każdej doby jest okres od godziny 16:00 do 24:00 tego dnia.

*** poziom docelowy dla roku 2010

**** poziom docelowy dla roku 2013

Poziom alarmowy dla ozonu ($240 \mu\text{gO}_3/\text{m}^3$) nie został przekroczony na żadnej stacji. Stężenie pyłu zawieszonego i zawartych w nim metali ciężkich badane było – spośród omawianych stacji – tylko na stacji Puszcza Borecka. Średnie dobowe stężenie pyłu zawieszonego PM10 przekroczyło poziom dopuszczalny w ciągu 6 dni, przy dopuszczalnej częstości przekroczeń w ciągu roku wynoszącej 35 dni. Średnia roczna wartość stężenia pyłu stanowiła 40% poziomu dopuszczalnego ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Średnie roczne stężenie ołowiu w pyle zawieszonym PM10 osiągnęło wartość $0,004 \mu\text{g}/\text{m}^3$ co stanowi 0,8% wartości dopuszczalnej (wynoszącej $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Dla trzech innych metali ciężkich badanych w pyle zawieszonym

PM10 – arsenu, kadmu i niklu – określone zostały poziomy docelowe (do osiągnięcia w roku 2013). Rezultaty uzyskane w 2009 roku na stacji Puszcza Borecka stanowiły odpowiednio następujący procent poziomów docelowych określonych dla tych zanieczyszczeń: 5% dla arsenu, 4% dla kadmu i 3,5% dla niklu.

Na stacji w Puszczy Boreckiej, gdzie wykonywano pomiary wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w pyłe PM10, zanotowano przekroczenie poziomu docelowego stężenia benzo(a)pirenu. Średnie roczne stężenie wyniosło 1,3 ng/m³ co stanowi 130% poziomu docelowego przewidzianego dla roku 2013.

Tabela 5-3. Stężenia zanieczyszczeń powietrza na stacjach tła zanieczyszczenia atmosfery w Polsce w 2009 roku na tle poziomów dopuszczalnych i docelowych. Kryterium: ochrona roślin (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Składnik	Okres uśredniania	Poziom dopuszczalny	Łeba	Puszcza Borecka	Jarczew	Śnieżka
tlenki azotu*	rok kalendarzowy	30 µg/m ³	4,9 µg/m ³	2,9 µg/m ³	8,9 µg/m ³	3,0 µg/m ³
dwutlenek siarki	rok kalendarzowy	20 µg/m ³	2,2 µg/m ³	1,1 µg/m ³	2,8 µg/m ³	2,0 µg/m ³
dwutlenek siarki	pora zimowa (IX-31.III)	20 µg/m ³	6,2 µg/m ³	2,1 µg/m ³	11,2 µg/m ³	3,3 µg/m ³
Składnik	Okres uśredniania	Poziom docelowy	Łeba	Puszcza Borecka	Jarczew	Śnieżka
		rok 2010	2005-2009	2005-2009	2005-2009	2005-2009
ozon	okres wegetacyjny (I.V-31.VII), średnia z okresu 5 kolejnych lat	18000** µg/m ³ h	12695 µg/m ³ h	9846 µg/m ³ h	14146 µg/m ³ h	22081 µg/m ³ h

* na wszystkich stacjach EMEP w Polsce mierzony jest dwutlenek azotu,

** wyrażony jako AOT40, które oznacza sumę różnic między stężeniem średnim jednogodzinnym wyrażonych w µg/m³ a wartością 80µg/m³ dla każdej godziny w ciągu doby pomiędzy godziną 8:00 a 20:00 czasu środkowoeuropejskiego, dla której stężenie jest większe niż 80µg/m³; wartość AOT40 uznaje się za dotrzymaną, jeżeli nie przekracza jej średnia z takich sum obliczona dla okresów wegetacyjnych z 5 kolejnych lat.

5.3.1. Zanieczyszczenia gazowe i aerozolowe

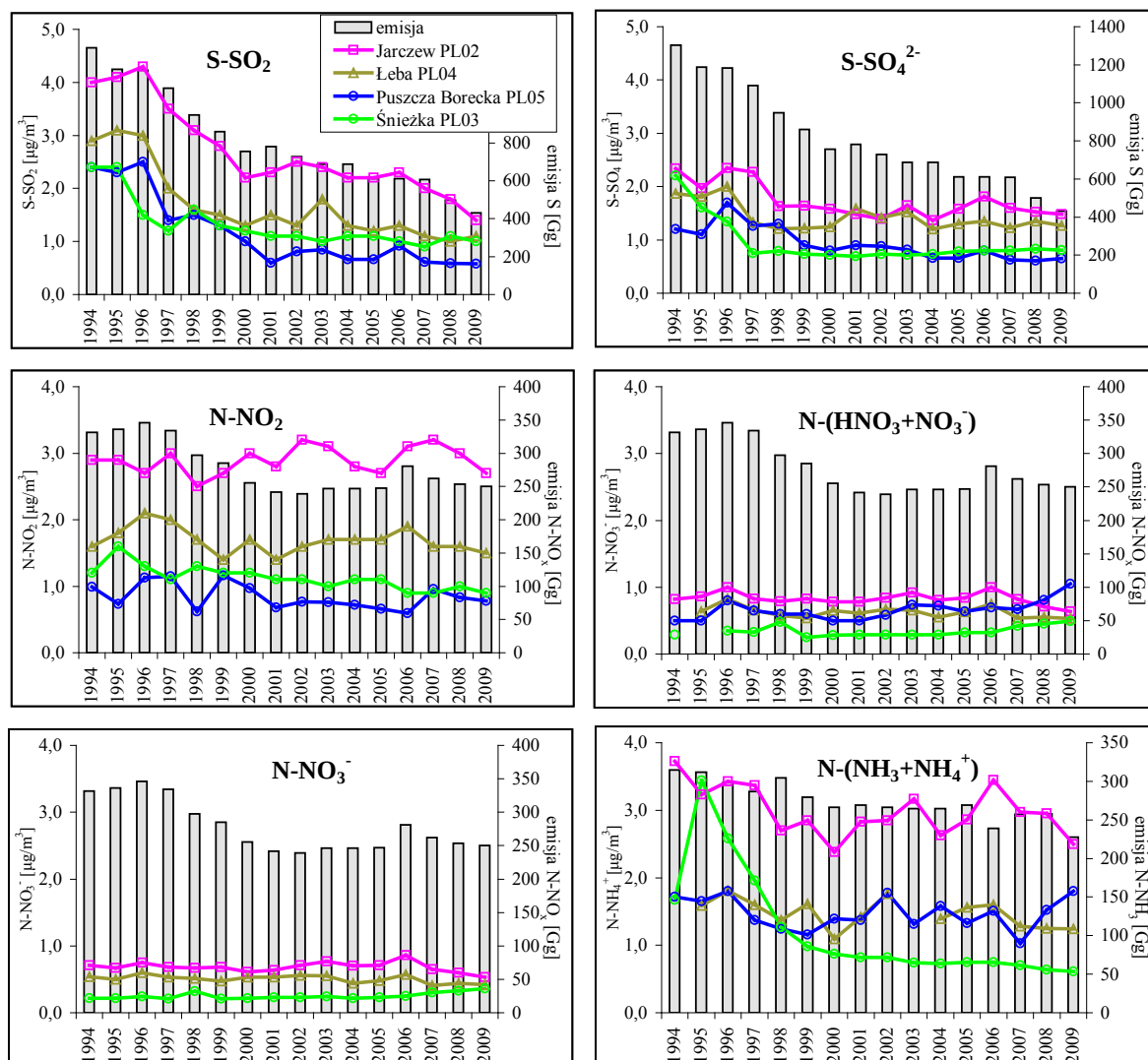
Rok 2009 był kolejnym rokiem względnej stabilności stężeń badanych związków siarki w powietrzu po okresie z początku lat 90-tych, gdy stężenia te dość szybko malały z roku na rok. Stężenia badanych związków azotu wykazywały mniejszą zmienność w okresie 1994-2009. Obraz ten stanowi odzwierciedlenie zmian wielkości emisji związków siarki i azotu w Polsce i w Europie.

Średnie roczne stężenia zanieczyszczeń powietrza i ich zmienność w wieloleciu 1994 - 2009 przedstawiono na tle wielkości emisji siarki i azotu w Polsce (rys. 5-2 i 5-3)

Stężenie dwutlenku siarki, od wielu lat charakteryzujące się tendencją spadkową analogiczną do spadku wielkości emisji związków siarki, w 2009 roku wykazało ponownie lekki spadek, szczególnie na stacji w Jarczewie. Stężenia średnie roczne osiągnęły wartości od 1,1 µg/m³ w Puszczy Boreckiej do 2,8 µg/m³ w Jarczewie. W Jarczewie stężenie w roku 2009 stanowiło jedynie 32% wartości stężenia z najgorszego w omawianym okresie roku 1996, natomiast w Puszczy Boreckiej wartość ta kształtowała się na poziomie 24%. Na stacji Puszcza Borecka odnotowano największy spadek względny stężenia SO₂ wśród stacji tła regionalnego w Polsce. Obecnie stężenie dwutlenku siarki na wszystkich stacjach jest zbliżone.

Stężenie jonu siarczanowego, pochodzącego z przemian w atmosferze dwutlenku siarki, wykazuje od roku 2005 jedynie niewielkie wahania, poza stacją w Jarczewie, gdzie nastąpił wyraźny spadek tego stężenia w roku 2009 – o 18% w stosunku do wartości z roku 2006.

Największy spadek stężenia SO_4^{2-} zaobserwowano w okresie od roku 1994 na Śnieżce – aż o 65%. Średnie z wielolecia 1994 – 2009 stężenie dwutlenku siarki najniższe jest na stacji Puszcza Borecka natomiast najwyższe na stacji w Jarczewie. Średnie stężenie jonu siarczanowego w wieloleciu było najniższe na stacji Puszcza Borecka zaś najwyższe na stacji w Jarczewie. Stężenia dwutlenku siarki w wieloleciu osiągały podobne wartości na stacjach w Puszczy Boreckiej, Łeba i na Śnieżce. Na stacji w Jarczewie stężenia każdego roku były wyższe niż na pozostałych stacjach. Stężenia jonu siarczanowego osiągały podobne wartości na stacjach Puszcza Borecka i Śnieżka oraz (wyższe) na stacjach Łeba i Jarczew. Zmiany stężenia związków siarki na stacjach tła regionalnego w Polsce odzwierciedlają bardzo wyraźnie malejącą tendencję emisji związków siarki w kraju i poza granicami.



Rysunek 5-2. Przebiegi stężeń zanieczyszczeń powietrza mierzonych na stacjach sieci EMEP w Polsce na tle emisji siarki i azotu w okresie 1994-2009 (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Dwutlenek azotu nie wykazywał tak charakterystycznego jak dla dwutlenku siarki spadku stężeń w okresie opisywanego wielolecia. Stężenia tego gazu wahały się z roku na rok nie wykazując wyraźnych długoterminowych tendencji, podobnie, jak emisja tlenków azotu w Polsce, która po spadku w drugiej połowie lat 90-tych ustabilizowała się na zbliżonym poziomie w kolejnych latach. Od roku 2007 średnie roczne stężenia malały bardzo wolno na wszystkich stacjach poza Śnieżką. Stężenia dwutlenku azotu układały się podobnie na stacjach Puszcza Borecka, Śnieżka i Łeba, a zawsze były wyższe na stacji w Jarczewie. Jon

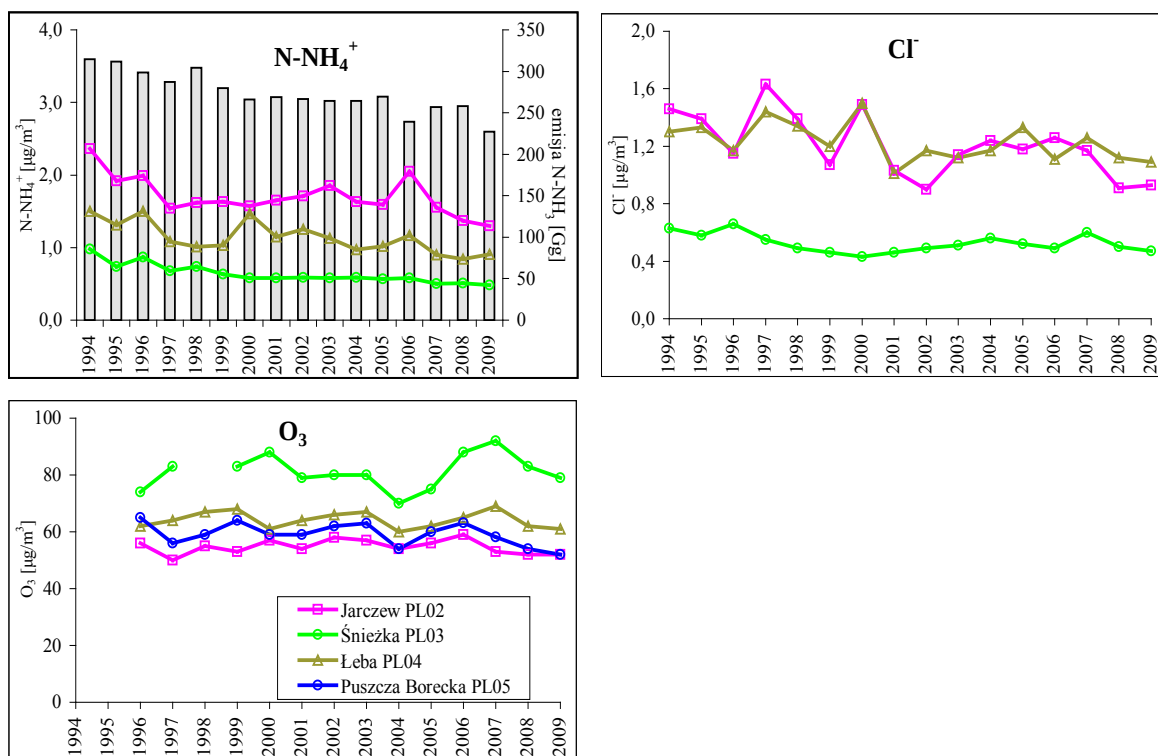
azotanowy (nie mierzony w Puszczy Boreckiej) wykazywał w wieloleciu niewielkie wahania. Stężenia jonu azotanowego w wieloleciu najniższe były na Śnieżce, gdzie od roku 1999 wykazywały stałą, lekką tendencję wzrostową, a najwyższe w Jarczewie, gdzie od roku 2006 zaobserwowano znaczny spadek stężenia. Tlenki azotu emitowane są głównie w procesach spalania w sektorze produkcji i transformacji energii, w przemyśle oraz w transporcie drogowym. Rozkład stężeń NO_2 na stacjach może świadczyć o mniejszym wpływie źródeł mobilnych na zanieczyszczenie powietrza w rejonie stacji wysokogórskiej i w Puszczy Boreckiej.

Stężenie ($\text{NO}_3^- + \text{HNO}_3$) w wieloleciu wykazywało znaczną zmienność. Na dwóch stacjach - w Jarczewie i w Łebie - zaobserwowano od roku 2006 spadki stężeń średnich rocznych. Na dwóch pozostałych w tym okresie wzrosły stężenia. Szczególnie wzrosło ono na Śnieżce: w roku 2009 o 50% w stosunku do wartości z roku 1999, gdy było najniższe. Inaczej w przypadku jonów azotanowych, których stężenie w okresie 1993-2009 było na wszystkich trzech stacjach IMGW-PIB, na których było badane wykazywało małą zmienność (rys. 5-2).

Głównym źródłem emisji amoniaku do atmosfery jest rolnictwo. Widoczna jest niewielka tendencja spadkowa emisji NH_3 w Polsce, z wahaniami z roku na rok. W ślad za tymi zmianami stężenie ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$) w powietrzu wykazuje wahania z tendencją spadkową w wieloleciu. Podobny charakter zmienności wykazują średnie roczne stężenia na stacjach Puszcza Borecka i Łeba. W Jarczewie utrzymuje się od wielu lat dość wysokie stężenie sumy tych związków, a na Śnieżce niskie. Niewątpliwie przyczynia się do tego lokalizacja stacji Jarczew na terenie rolniczym. Na Śnieżce zaobserwowano największy spadek stężenia sumy tych jonów – o 53% w roku 2009 w stosunku do wartości z roku 1995 (z nieznanых przyczyn wyjątkowo wysokiej). Stężenie jonu amonowego NH_4^+ , wyznaczane na stacjach IMGW-PIB, wykazuje również lekką tendencję spadkową (rys. 5-3). Podobnie jak dla innych zanieczyszczeń, widać tu wpływ nietypowego roku 2006, gdy stężenia jonu amonowego na stacjach w Jarczewie i Łebie wzrosły, pomimo spadku emisji amoniaku w Polsce. Najmniejszą zmienność w wieloleciu wykazują stężenia NH_4^+ na stacji na Śnieżce. Tam też spadek stężeń rocznych jest powolny, ale najbardziej konsekwentny. Od roku 2008 obserwuje się wzrost stężenia jonu amonowego na stacji w Łebie. Najwyższe stężenia jonu amonowego występują w Jarczewie, niższe w Łebie, a najniższe na Śnieżce, co odzwierciedla zróżnicowane położenie stacji w stosunku do obszarów rolniczych.

Stężenie jonów chlorkowych Cl^- w aerozolu atmosferycznym, badane tylko na stacjach IMGW-PIB, wykazuje w przebiegu wieloletnim niewielką tendencję spadkową. Najmniejszą zmienność stężeń i ich niewielki spadek notuje się na stacji na Śnieżce. Na dwóch pozostałych stacjach: w Jarczewie i w Łebie zmienność ta jest sporo większa przy również niewielkiej tendencji spadkowej. W całym okresie 1994–2009 średnie stężenie jonu chlorkowego na Śnieżce było ponad dwukrotnie niższe niż w Jarczewie i Łebie. Stacja w Łebie pozostaje niewątpliwie pod wpływem aerozolu morskiego, co znajduje odzwierciedlenie w większych niż na innych stacjach wartościach stężenia chlorków, zwłaszcza w sytuacjach sztormowych, przy napływie mas powietrza z Bałtyku.

Stężenia ozonu wykazują nieznaczne zmiany wieloletnie. Od roku 2004 obserwuje się stały, wyraźny wzrost stężenia ozonu na Śnieżce, który jednak został zahamowany w roku 2007 (w latach 2004 - 2007 wzrost o ponad 31%). Na pozostałych trzech stacjach zmienność stężenia ozonu jest bardzo podobna. W roku 2009 najwyższe roczne stężenie ozonu obserwowano na Śnieżce, niższe w Łebie natomiast jednakowe w Puszczy Boreckiej i Jarczewie. Na wszystkich stacjach występuje charakterystyczny przebieg roczny z większymi wartościami stężeń w okresie wiosenno-letnim i mniejszymi w okresie zimowym.



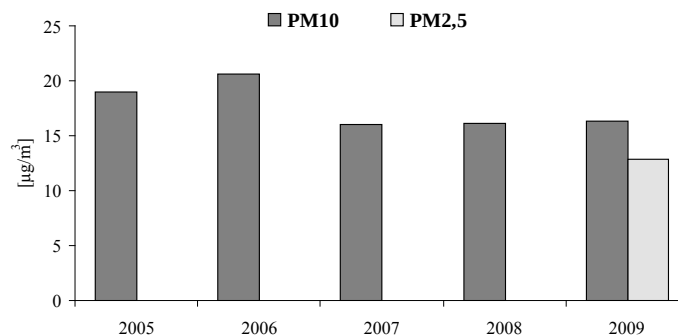
Rysunek 5-3. Przebiegi stężeń zanieczyszczeń powietrza mierzonych na stacjach sieci EMEP w Polsce w okresie 1994-2009 (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

5.3.2. Pył PM₁₀, PM_{2,5}, metale ciężkie i wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne

Badania stężenia pyłu PM₁₀ prowadzone są od roku 2005, a pyłu PM_{2,5} od roku 2009 spośród omawianych stacji tła regionalnego jedynie na stacji Puszcza Borecka. W pyłe PM₁₀ oznaczane są wybrane metale ciężkie: As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn oraz wybrane wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA): benzo(a)antracen, benzo(j)fluoranten, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren, dibenzo(a,h)antracen i indeno(1,2,3cd)piren.

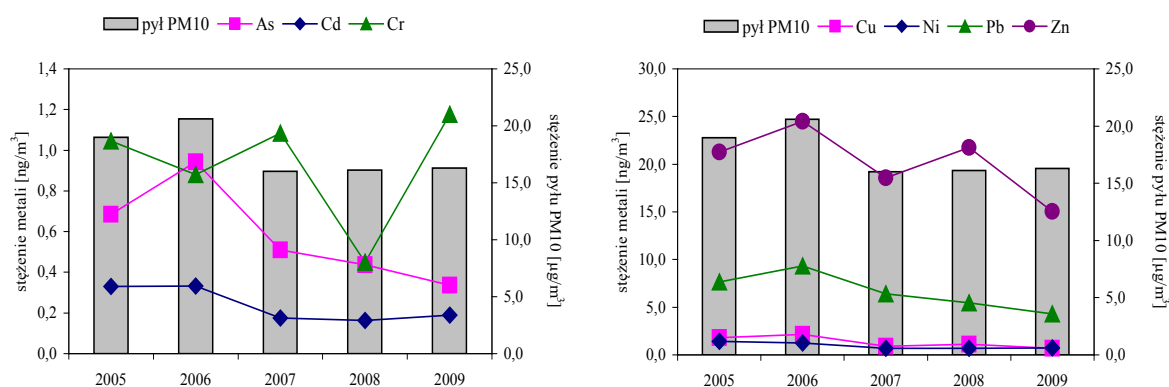
Średnie roczne wartości stężenia pyłu PM₁₀ w wieloleciu osiągnęły zbliżone wartości w latach 2005 i 2006 (ok. 20 µg/m³) i nieco mniejsze w latach następnych (16,0 - 16,3 µg/m³). Przebieg dobowych wartości stężeń pyłu – bardzo zbliżony do przebiegu stężeń dwutlenku siarki – charakteryzował się występowaniem większych wartości w sezonie chłodnym niż w ciepłym, co wiąże się ze zwiększoną aktywnością źródeł emisji pyłu w sezonie grzewczym. Wyjątek stanowił styczeń 2007 roku, gdy stężenia pyłu zawieszonego utrzymywały się na poziomie nawet niższym od spotykanego w miesiącach letnich. Był to miesiąc rekordowy pod względem liczby dni z opadami (27) i wysokości opadu (135,6 mm) (deszczu!). Podwyższone stężenia pyłu obserwowane były w sezonie wiosennym, gdy w okresie kwitnienia pyliły rośliny w pobliskiej puszczy.

W roku 2009 udział pyłu PM_{2,5} w pyłe PM₁₀ stanowił średnio 79%, przy czym w chłodnej połowie roku był on większy niż w cieplej (rys.5-4).



Rysunek 5-4. Średnie roczne stężenie pyłu PM10 i PM2,5 na stacji Puszcza Borecka w latach 2005-2009 (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Na rys. 5-5 przedstawiono średnie roczne stężenia metali ciężkich w pyłe PM10 w latach 2005–2009 na tle stężenia pyłu. Wybrane metale ciężkie oznaczane w pyłe PM10 wykazują niejednakową zmienność. Na ogół stężenie metali jest skorelowane ze stężeniem pyłu. Dotyczy to arsenu, kadmu, cynku i ołowiu. Dosyć nietypowo zachowuje się chrom, wykazując dużą zmienność pomiędzy kolejnymi latami oraz brak widocznej zależności od stężenia pyłu. Najmniejsza jest zawartość w pyłe kadmu, arsenu i chromu (średnie roczne stężenie na poziomie $<1 \text{ ng/m}^3$), a największa cynku (średnie roczne stężenia oscylowały wokół 20 ng/m^3 z wyraźną tendencją spadkową). Wartości uzyskane w 2009 roku były dla wszystkich metali poza chromem mniejsze od wartości średniej z wielolecia, przy czym względne różnice wyniosły od -42% w przypadku arsenu do -21% w przypadku kadmu, przy spadku stężenia pyłu o 9% w stosunku do wartości średniej. Wzrost stężenia chromu osiągnął 27% w stosunku do wartości średniej z wielolecia.

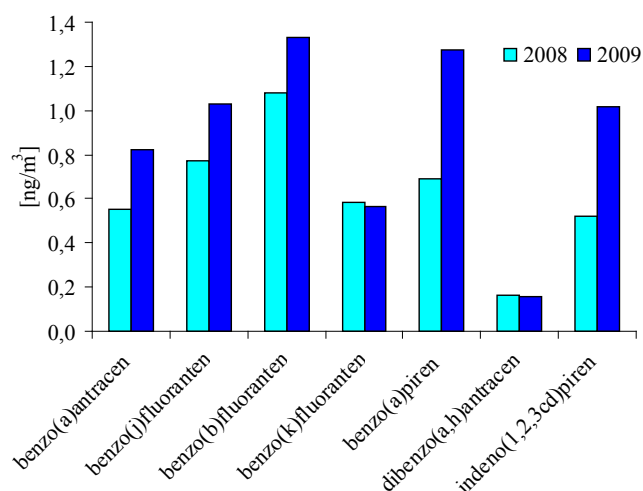


Rysunek 5-5. Średnie roczne stężenia metali ciężkich w powietrzu na tle stężenia pyłu PM10 w latach 2005-2009 (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Badania stężeń wybranych WWA w pyłe PM10 prowadzono na stacji Puszcza Borecka od roku 2008. Wyniki tych badań przedstawiono na rys. 5-6.

Średnie roczne stężenia wybranych WWA wahały się od $0,16 \text{ ng/m}^3$ (dibenzo(a,h)antracen) do $1,33 \text{ ng/m}^3$ (benzo(b)fluoranten). Porównując stężenia WWA dla kolejnych dwóch lat i korelując je z odnotowanymi w tych latach stężeniami rocznymi pyłu PM10 można zauważyć, że pomimo zbliżonych wartości stężenia pyłu w tych latach występuje duża różnica stężeń niemal wszystkich WWA. Największą różnicę zaobserwowano dla benzo(a)pirenu – $0,59 \text{ ng/m}^3$ oraz indeno(1,2,3cd)pirenu – $0,50 \text{ ng/m}^3$,

najmniejszą zaś dla dibenzo(a,h)antracenu. Dla wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych charakterystyczna jest ogromna różnica sezonowa wartości stężenia, nie spotykana dla innych zanieczyszczeń. Dla sumy WWA minimalne stężenie notowane w lipcu stanowiło zaledwie 1% stężenia maksymalnego notowanego zimą, w grudniu i styczniu. Dla poszczególnych związków stosunek ten wahał się od 0,1% w przypadku benzo(a)antracenu do 2,9% w przypadku dibenzo(a,h)antracenu.



Rysunek 5-6. Średnie roczne stężenia wybranych WWA w powietrzu w latach 2008-2009 (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

5.3.3. Rtęć gazowa

Od roku 2004 na stacji Puszcza Borecka prowadzone są badania zawartości rtęci gazowej w powietrzu. Średnie roczne wartości stężenia tego pierwiastka w powietrzu w latach 2004-2009 wahały się od 0,9 ng/m³ w roku 2005 do 1,9 ng/m³ w roku 2004 (rys. 5-7). Stężenia rtęci nie są zbyt zmienne i choć w latach 2004 i 2005 różnią się znacząco to jednak w pozostałych nie odbiegają nieomal od wartości średniej z wielolecia 2004 – 2009, która wynosi 1,4 ng/m³. Również mało zmienne w czasie są dobowe wartości stężenia Hg w powietrzu i nie wykazują zmienności sezonowej, typowej dla innych zanieczyszczeń powietrza.

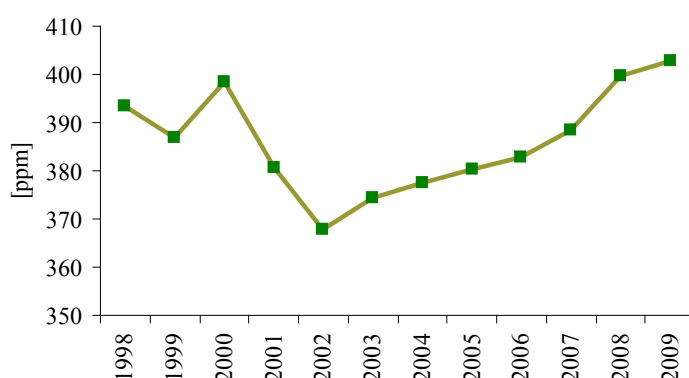


Rysunek 5-7. Średnie roczne stężenie rtęci gazowej na stacji Puszcza Borecka w okresie 2005-2009 (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

5.3.4. Dwutlenek węgla

Stężenie dwutlenku węgla mierzone jest jedynie na stacji Puszcza Borecka. Pomiary wykonywane są od roku 1998 na potrzeby programu GAW/WMO. W początkowym okresie pomiarów (w latach 1998 – 2000) średnia roczna wartość stężenia CO₂ wynosiła prawie 400 ppm. W ciągu następnych dwóch lat stężenie spadło do niskiego poziomu 368 ppm, aby następnie stopniowo rosnąć aż do wartości 403 ppm w roku 2009. Tendencja wzrostowa zaznacza się wyraźnie od roku 2003 (rys. 5-8).

Wartości stężenia dwutlenku węgla w przyziemnej warstwie atmosfery, zależne od aktywności biosfery, działalności człowieka i od warunków meteorologicznych charakteryzują się zmiennością sezonową. Średnie stężenia miesięczne osiągają najwyższe wartości w chłodnej połowie roku, a najniższe przypadają na ciepłą połowę roku. Cykl ten jest związany z aktywnością biosfery w okresie wegetacyjnym i wzmożonym spalaniem paliw energetycznych w sezonie grzewczym.



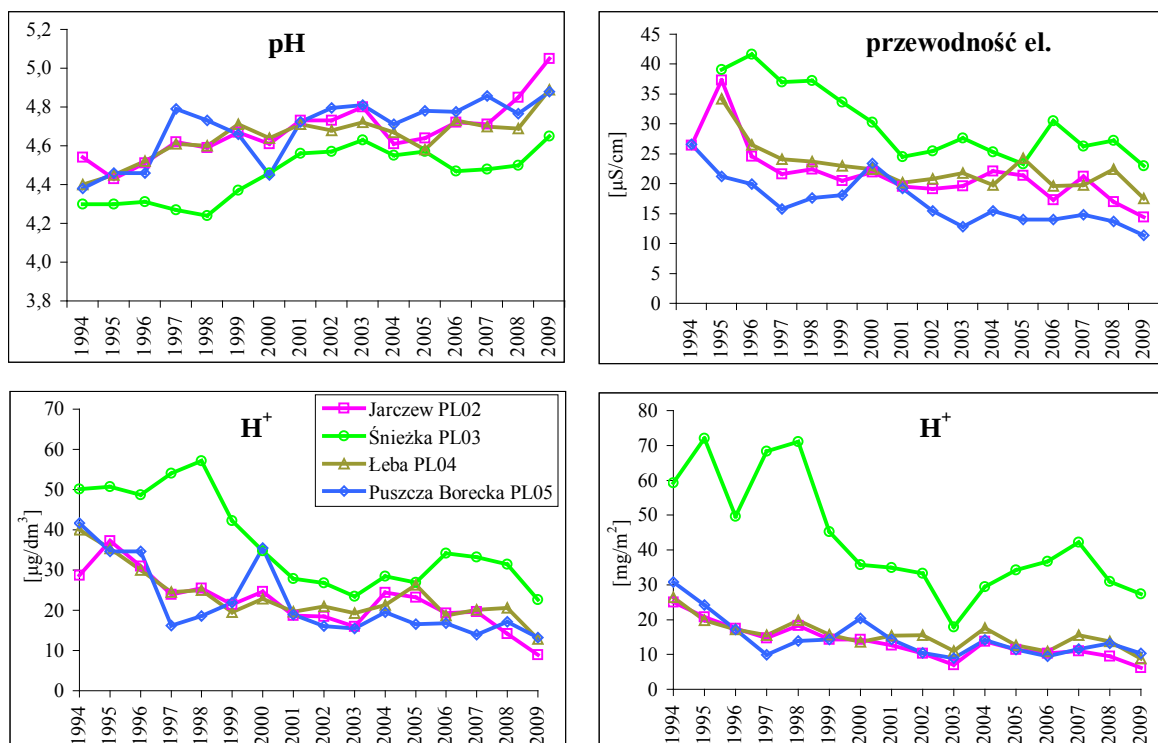
Rysunek 5-8. Średnie roczne stężenie dwutlenku węgla na stacji Puszcza Borecka w latach 2005 -2009 (źródło danych: PMS/GIOŚ)

5.4. Zanieczyszczenie opadów atmosferycznych w rejonach badań w roku 2009 na tle wielolecia

5.4.1. Wskaźnik pH i przewodność elektrolityczna

Jednym z zasadniczych czynników charakteryzujących właściwości zakwaszające opadów atmosferycznych jest stężenie i dopływ do podłoża jonów wodorowych. Parametrem określającym odczyn próbki opadu jest wskaźnik pH. Wody opadowe w Polsce są przeciętnie wodami o odczynie kwaśnym (pH poniżej 5,6).

Od wielu lat, na skutek występowania substancji zakwaszających w atmosferze, odczyn opadów jest dosyć kwaśny. W latach 80-tych na niektórych stacjach wartość pH wynosiła poniżej 4. W latach 90-tych w wyniku zmniejszania emisji gazów zawierających dwutlenek siarki i tlenki azotu wskaźnik pH opadu zaczął powoli, ale bardzo wyraźnie wzrastać. W roku 2009 średnia roczna wartość odczynu opadów wahała się od 4,65 na Śnieżce do 5,05 w Jarczewie. W roku 1994 – pierwszym roku analizowanego wielolecia - średnie wartości pH mieściły się w granicach od 4,30 na Śnieżce do 4,54 w Jarczewie (rys. 5-9). Po okresie wyraźnego spadku wartości wskaźnika pH w latach 2003–2005 nastąpił jego wzrost – najwyraźniejszy w Jarczewie. W tej stacji średnia roczna wartość odczynu opadów po raz pierwszy w okresie prowadzenia pomiarów na stacjach tła regionalnego w Polsce przekroczyła granicę pH=5 (w roku 2009).



Rysunek 5-9. Odczyn pH, przewodność elektrolityczna, stężenie i ładunki jonów wodoru na stacjach sieci EMEP w Polsce w okresie 1994 – 2009 (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Odpowiadające tym wskaźnikom stężenia jonów wodoru zmalały w roku 2009 w stosunku do roku 1994 odpowiednio: dla Śnieżki o 55%, dla Łeby i Puszczy Boreckiej o 68%, a dla Jarczewa o 69%.

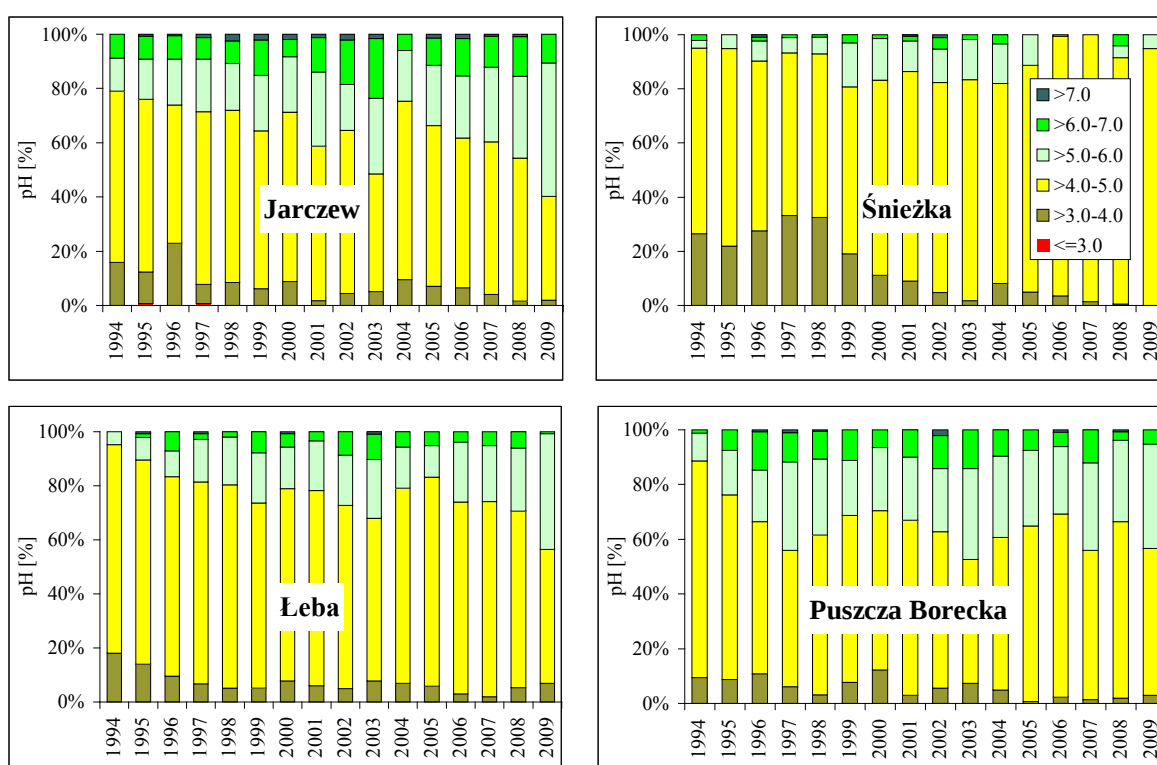
Na wszystkich stacjach, poza Śnieżką, mokra depozycja jonów wodoru nie przekracza obecnie granicy 20 mgH/m²rok, stanowiącej wg naukowców o degradowaniu gleb wrażliwych na zakwaszanie²². Zaobserwowano, że na Śnieżce po zdecydowanym spadku depozycji jonów wodorowych w okresie 1994 – 2003 do wartości 17,8 mgH/m²rok nastąpił wzrost do wartości 42,3 mgH/m²rok w roku 2007 (czyli o 137%), a następnie spadek w roku 2008 do wartości 27,3 mgH/m²rok. W roku 2009 w stosunku do roku 2008 zaobserwowano spadek stężenia oraz ładunków jonów wodorowych na wszystkich stacjach tła regionalnego w Polsce.

Wyraźny spadek wartości średnich rocznych przewodności elektrolitycznej właściwej opadów świadczy o mniejszej mineralizacji opadów m.in. dzięki mniejszej zawartości związków będących prekursorami silnych kwasów. W latach 1996-2009 spadek ten osiągnął na Śnieżce 44% (był największy w tym okresie spośród notowanych na wszystkich stacjach). Jeszcze większy spadek (o 61%) zanotowano w Jarczewie w roku 2009 w stosunku do roku 1995 (gdy średnia roczna przewodność na tej stacji osiągnęła maksymalną wartość). Najniższe wartości przewodności w całym okresie 1994 – 2009 notowano na stacji Puszcza Borecka (za wyjątkiem roku 2000). Najbardziej zbliżone wartości średnie roczne przewodności występowały w opadach na stacji Jarczew i Łeba, mniejsze na stacji Puszcza Borecka, a największe na Śnieżce.

²² Po uwzględnieniu depozycji suchej ta wartość krytyczna (20 mgH/m²rok) została przekroczona w roku 2009 tylko na Śnieżce.

Histogramy odczynu na stacjach, oparte na dobowych wartościach pH opadu w poszczególnych latach (rys. 5-10), wskazują wzrost częstości występowania opadów o pH w granicach 5-6 (poza Śnieżką). W roku 2009 na Śnieżce nie zaobserwowano opadów o pH z przedziału 3-4, ale również i z przedziału 6-7, choć we wcześniejszych latach (nawet w 2008 roku) takie opady się zdarzały. Opady o odczynie z przedziału 3-4 najczęściej zdarzały się na Śnieżce w latach 90-tych, a opadów o pH z przedziału 6-7 najwięcej było w Jarczewie. Na stacjach nizinnych w miarę upływu czasu najwyraźniej malał udział opadów o pH w klasie 4-5 na korzyść klasy pH 6-7, a na stacji wysokogórskiej wyraźne przesunięcie dotyczyło opadów w klasie pH 3-4 na rzecz klasy pH 4-5.

W 2009 roku na stacji w Jarczewie dominowały opady o odczynie pomiędzy 5 a 6 (49,3%), a na pozostałych stacjach najwięcej było opadów o pH w granicach 4-5 i stanowiły one odpowiednio 94,8% opadów na stacji górskiej, 53,7% w Puszczy Boreckiej i 49,7% na stacji nadmorskiej.

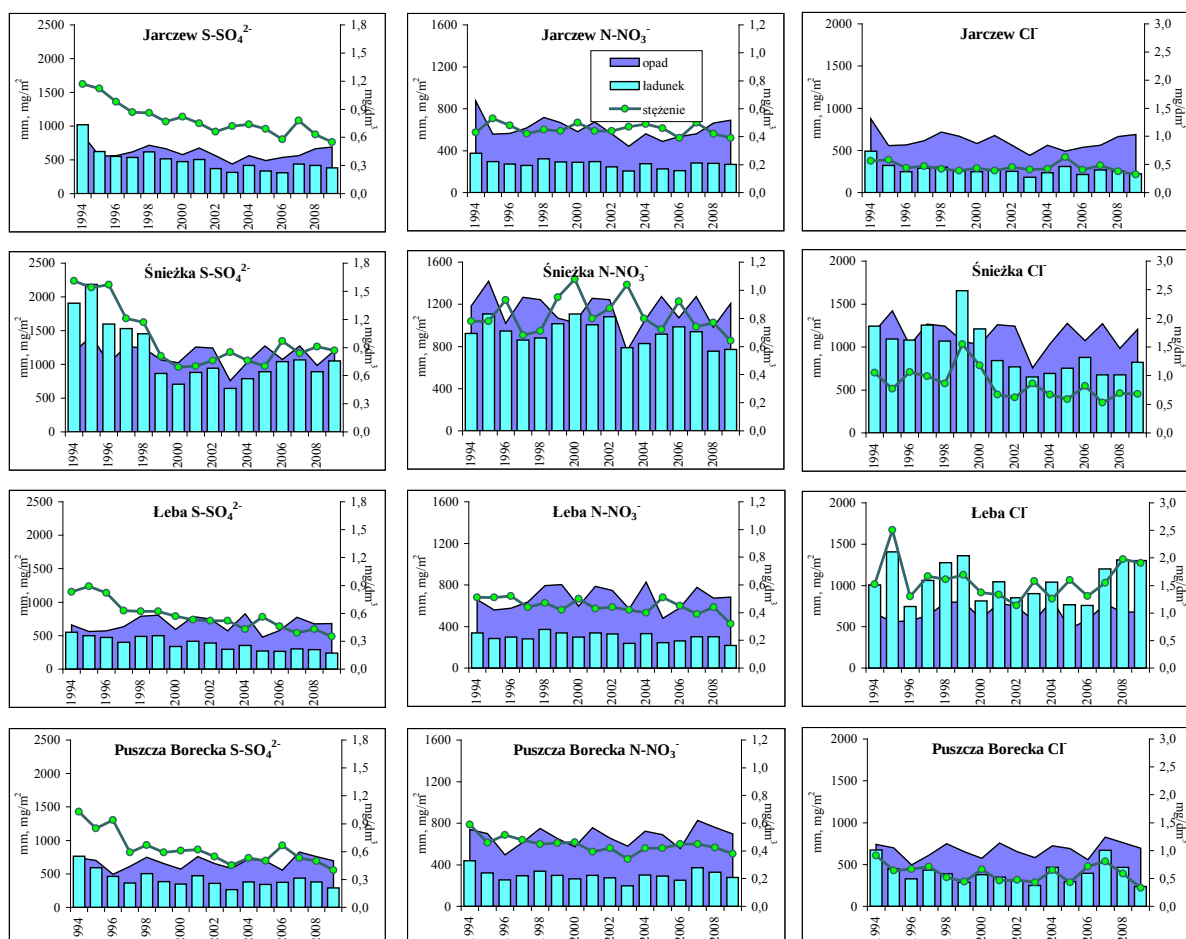


Rysunek 5-10. Częstość występowania opadów w przedziałach pH na stacjach sieci EMEP w Polsce w latach 1994 – 2009 (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

5.4.2. Aniony

Stężenie jonów siarczanowych w opadach maleje stopniowo od roku 1994. Podąża ono za zmianami emisji tlenków siarki w Polsce i w Europie. Największy spadek stężenia SO_4^{2-} wystąpił na Śnieżce, gdzie obniżyło się ono w 2009 roku o 48% w stosunku do wartości z roku 1994. Od roku 2000 na Śnieżce nastąpiło zahamowanie spadku i wahania stężenia w kolejnych latach, a w okresie 2006-2009 średnie roczne stężenia były większe niż w latach 2000-2005. Najniższe stężenia jonu siarczanowego w roku 2009 wystąpiły w Łebie i w Puszczy Boreckiej (rys. 5-11). Ładunki zanieczyszczeń docierające do podłoża z opadami są funkcją stężenia tych substancji w opadach i wysokości opadów. Rok 2009 należał w analizowanym wieloleciu do grupy bogatych w opady. Najsuchszy w wieloleciu okazał się

na wszystkich stacjach rok 2003, poza Łebą, gdzie najmniejszą sumę odnotowano w roku 2005. Ładunki jonu siarczanowego docierające do podłoża są od roku 1994 bardzo podobne na wszystkich stacjach poza Śnieżką. Na stacjach nizinnych obserwuje się lekką tendencję spadkową. Na Śnieżce, ze względu na dużo większe opady niż w rejonie pozostałych stacji ładunki docierające do podłoża były dużo większe. Dodatkowo obserwuje się wzrost tych ładunków od roku 2003, częściowo związany ze wzrostem rocznych sum opadów. Ładunki siarczanów wniesione do podłoża w 2009 roku osiągnęły wartości mniejsze od średnich wieloletnich o 9% (Śnieżka) – 37% (Łeba), głównie za sprawą zmniejszonego stężenia w stosunku do średniego w wieloleciu.



Rysunek 5-11. Stężenia i ładunki anionów w opadach na tle wysokości opadów na stacjach sieci EMEP w Polsce w latach 1994 – 2009 (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Przebiegi stężeń jonu azotanowego z jednej strony odzwierciedlają niewielkie zmiany emisji tlenków azotu w Polsce, z drugiej w większym stopniu uwidoczniają różnice pomiędzy stacją wysokogórską i stacjami nizinnymi. Stężenia w ciągu wielolecia na wszystkich stacjach wahały się, przy czym na Śnieżce osiągały największe wartości. Zmienność stężenia jonu azotanowego w kolejnych latach na tej stacji była dużo większa niż na pozostałych. Podobny obraz przedstawiają ładunki docierające do podłoża. Tutaj różnica pomiędzy stacją na Śnieżce a pozostałymi stacjami jest jeszcze większa ze względu na wyższe opady w rejonie Karkonoszy. Podobnie jak w przypadku stężenia, tak i w przypadku ładunku azotanów da się zaobserwować pewną cykliczną zmianę przy bardzo słabym ujemnym trendzie. Na pozostałych stacjach ładunki azotanów docierające do podłoża są bardzo podobne i słabo zróżnicowane z roku na rok. Różnice względne ładunków w roku 2009 i średnich z wielolecia osiągnęły kilkanaście procent.

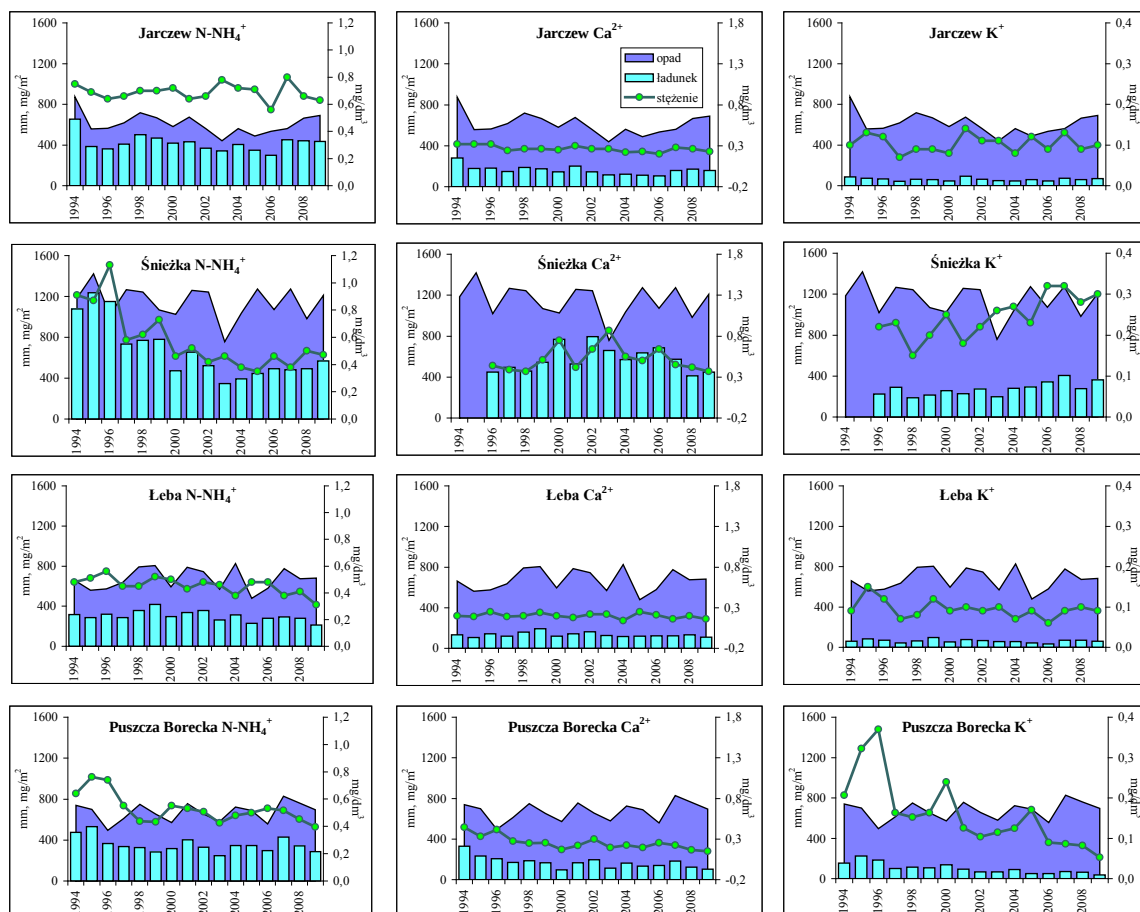
Najwyższe stężenia chlorków w opadach obserwowano w całym okresie na stacji w Łebie – pozostającej pod wpływem aerozolu morskiego znad Bałtyku - a najniższe w Jarczewie. W Jarczewie i w Puszczy Boreckiej przebiegi stężenia chlorków były podobne – mało zróżnicowane z roku na rok. Inny charakter miał przebieg ładunków rocznych. Były one znacznie zmieniające się i dużo wyższe na stacjach w Łebie (za sprawą większego stężenia) i na Śnieżce (za sprawą większych sum opadów) niż na pozostałych dwóch stacjach. Jedynie na stacji w Łebie roczny ładunek chlorków w 2009 roku przewyższał średnią wieloletnią; na pozostałych stacjach był mniejszy, a największą różnicę zaobserwowano na Stacji Puszcza Borecka (-40%), głównie w wyniku znacznie mniejszej częstości napływu mas powietrza z północnego zachodu, które zwykle przynosi w rejon stacji składniki pochodzenia morskiego (Cl^- , Na^+ , Mg^{2+}).

5.4.3. Kationy

Inaczej niż w przypadku anionów kształtowała się zmienność jonu amonowego w latach 1994 – 2009 (rys. 5-12). Od roku 2000 najwyższe stężenia tego jonu obserwowano na stacji w Jarczewie, co odzwierciedla największy wpływ sektora rolniczego na wyniki pomiarów uzyskiwane na tej stacji. Między rokiem 1994 a rokiem 1999 stężenia na Śnieżce znacznie przewyższały te, które obserwowano na pozostałych stacjach. W okresie późniejszym stężenia średnie roczne na wszystkich polskich stacjach były niższe i zbliżone do siebie. Ładunki jonu amonowego były na ogół zawsze najwyższe na Śnieżce, gdzie sumy roczne opadów były większe niż na stacjach nizinnych (i dodatkowo stężenie w początkowym okresie pomiarów było największe). W stosunku do wartości średniej z wielolecia jedynie w Jarczewie roczny ładunek jonu amonowego w roku 2009 był nieznacznie większy; na pozostałych stacjach był mniejszy o ok. 20%.

Wartości i zmienność stężenia kationów wapnia (Ca^{2+}) na Śnieżce były przez większą część wielolecia wyższe niż na pozostałych stacjach, gdzie obserwowano stężenia niskie i zbliżone do siebie. Stężenie na Śnieżce w okresie 1996-2003 wzrastało, a następnie wartości z roku na rok były mniejsze; na pozostałych stacjach stężenie Ca^{2+} nieznacznie malało w całym okresie objętym analizą. Na wszystkich stacjach nizinnych ładunki wapnia docierające do podłoża miały podobne wartości i wykazywały nieznaczną tendencję malejącą. Różnice względne wartości rocznej ładunku z 2009 roku i wartości średniej z wielolecia wyniosły od -2% w Jarczewie do ok. -20% w Łebie i na Śnieżce oraz -38% w Puszczy Boreckiej (istotny spadek w ostatnich dwóch latach).

Stężenie kationu potasowego (K^+) rosło powoli od roku 1996 na stacji na Śnieżce a malało wyraźnie na stacji w Puszczy Boreckiej. W Jarczewie i w Łebie zmienność stężenia tego kationu w wieloleciu była niewielka a stężenia niskie. Ładunki potasu docierające do podłoża były w okresie wielolecia znacznie większe na Śnieżce niż na pozostałych trzech stacjach. Na Śnieżce obserwowano wzrost ładunku K^+ docierającego do podłoża, a na stacji Puszcza Borecka jego powolny spadek. Na dwóch pozostałych stacjach ładunki były niskie i nie zmieniały się wiele w poszczególnych latach.

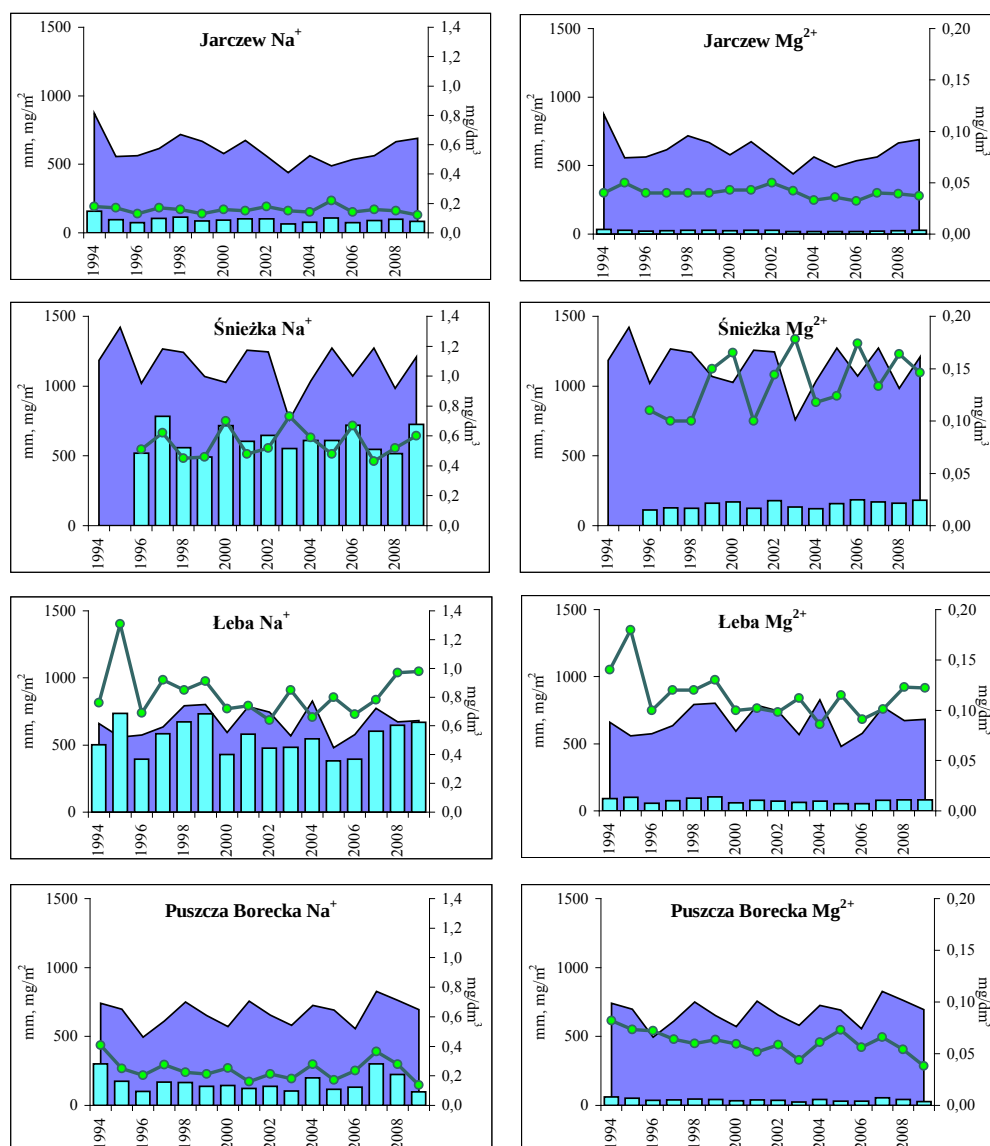


Rysunek 5-12. Stężenia i ładunki wybranych kationów w opadach na tle wysokości opadów na stacjach sieci EMEP w Polsce w latach 1994 – 2009 (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Stężenia kationów sodu układały się inaczej na stacjach w Łebie i na Śnieżce, a inaczej na dwóch pozostałych (rys. 5-13). Na stacjach w Łebie i na Śnieżce wartości stężeń były wyższe a zmienność większa niż w Jarczewie i Puszczy Boreckiej. Bardzo podobny do przebiegów stężenia był przebieg ładunku Na^+ . W roku 2009 na stacji w Łebie i na Śnieżce ładunek sodu był większy od średniego w wieloleciu o kilkanaście procent, a w Jarczewie i w Puszczy Boreckiej był mniejszy, przy czym na stacji Puszcza Borecka różnica sięgnęła 40% (podobnie jak w przypadku chlorków).

W przypadku Mg^{2+} najwyższe wartości i największą zmienność stężeń zanotowano na Śnieżce, a tylko nieco mniejsze stężenia i zmienność w Łebie. Jedynie w Puszczy Boreckiej widać wyraźny, choć powolny spadek stężenia jonu magnezowego w wieloleciu. Najwyższe ładunki i ich największą zmienność zanotowano na Śnieżce. Tam też widać wyraźny trend wzrostowy ładunków w wieloleciu. Podobnie jak stężenia, ładunki Mg^{2+} w Łebie były nieco mniejsze i mniej zróżnicowane z roku na rok niż na Śnieżce. Najniższe ładunki w wieloleciu notowano w Jarczewie.

Podsumowując powyższe informacje o stężeniach i ładunkach jonów docierających z opadami do podłoża można zauważyć, że dwie stacje – na Śnieżce i w Łebie - wyróżniają się często wyższymi wartościami stężeń i ładunków niż dwie pozostałe stacje. Wyraźnie daje tu znać wpływ masywu górskiego w przypadku Śnieżki i dużego obszaru słonej wody w przypadku Łeby.

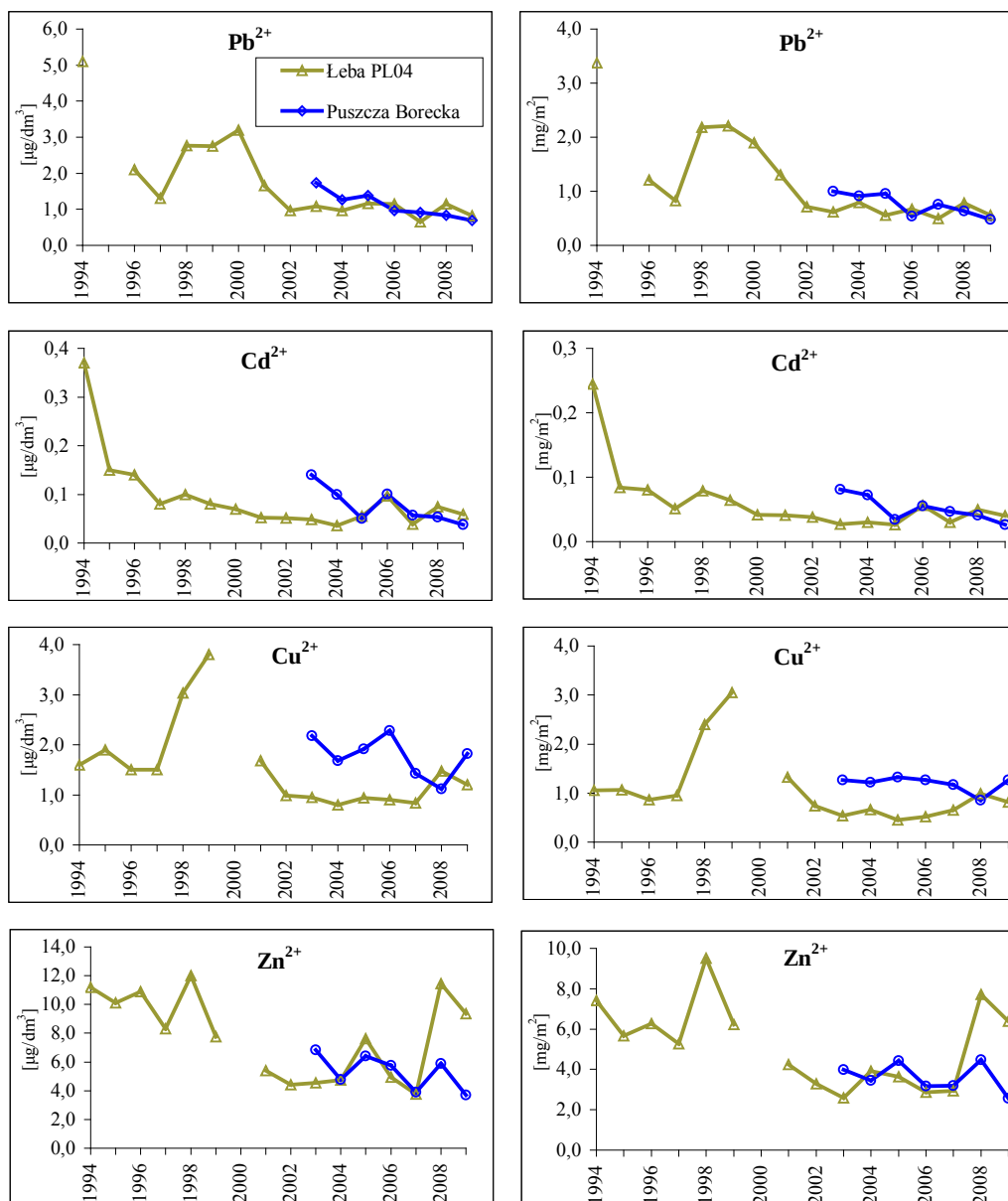


Rysunek 5-13. Stężenia i ładunki wybranych kationów w opadach na tle wysokości opadów na stacjach sieci EMEP w Polsce w latach 1994 – 2009 (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

5.4.4. Metale ciężkie

Wybrane metale ciężkie oznaczane były w próbkach opadów na stacjach sieci EMEP w Polsce dosyć nieregularnie. Jedyną stacją, na której wykonywane były te analizy od roku 1994 jest stacja w Łebie. Na stacji Puszcza Borecka wybrane metale ciężkie w opadach oznaczane są systematycznie od roku 2003, kiedy zainstalowano specjalnie do tego celu przeznaczony kolektor mokrego opadu.

Mimo niewielkiej liczby danych przedstawiono przebiegi zmienności stężeń i ładunków metali ciężkich na tych stacjach (rys. 5-14 i 5-15).



Rysunek 5-14. Stężenia i ładunki wybranych metali ciężkich na stacjach: Łeba i Puszcza Borecka (źródło danych PMS/GIOŚ)

Stężenia ołowiu (Pb) na stacji w Łebie po obniżeniu w latach 1996, 1997 i znacznym wzroście w latach 1998–2000 od roku 2002 ustabilizowały się na stałym poziomie ok. 1 µg/dm³. Stężenia podobne do tych w Łebie występowały na stacji Puszcza Borecka. Podobny przebieg na obu stacjach przedstawiały ładunki ołowiu wprowadzane do ekosystemu. Maksymalną wartość stężenia ołowiu zanotowano w Łebie w roku 2000. Minimalną wartość zaobserwowano również w Łebie w roku 2007. Maksymalną wartość ładunku zanotowano w Łebie w roku 1999, zaś minimalną wartość zanotowano w Puszczy Boreckiej w roku 2009.

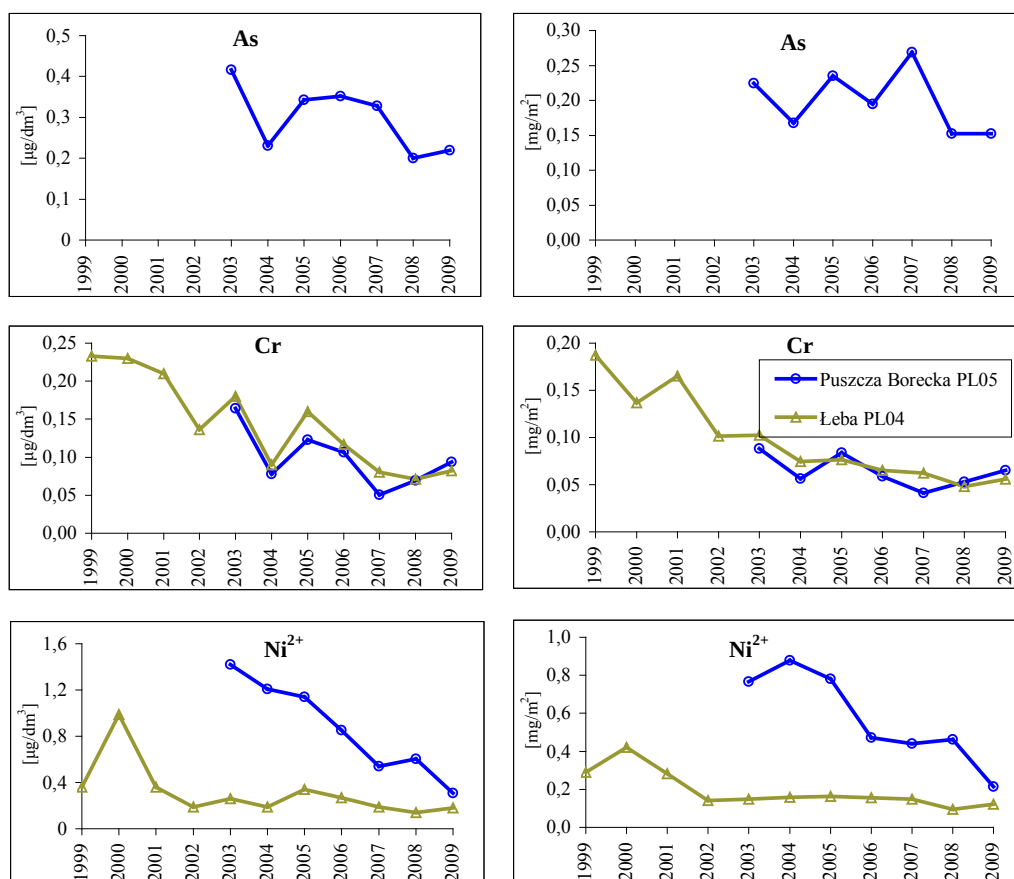
Stężenia kadmu (Cd) na stacji w Łebie spadły o ok. 85% w latach 1994–2009. W Puszczy Boreckiej notowane były niskie stężenia tego metalu – na poziomie nieco wyższym niż w Łebie. Na obydwu stacjach po chwilowym wzroście stężeń w latach 2004 – 2006 nastąpił ich spadek. Maksymalne stężenie zanotowano w roku 1994 na stacji w Łebie

zaś minimalne - w roku 2009 na stacji Puszcza Borecka. Podobnie do przebiegów stężeń zachowywały się ładunki kadmu.

Stężenie miedzi było dosyć zróżnicowane w kolejnych latach. W roku 2004 obserwowano w Łebie stężenie zaledwie $0,80 \mu\text{g}/\text{dm}^3$. Po okresie dość znacznych wartości stężenia w Łebie w latach 1998 - 1999 ($3,8 \mu\text{g}/\text{dm}^3$) w okresie 2002-2007 stężenie miedzi w opadach ustabilizowało się na poziomie ok. $1 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ i wzrosło ponownie w ciągu następnych dwóch lat. Nieco wyższe stężenia obserwowane były na stacji Puszcza Borecka. Zarówno maksymalne stężenie (1999) jak i minimalne stężenie (2004) zanotowano na stacji w Łebie. Podobna do przebiegu stężeń była zmienność dostarczanych do podłoża ładunków wymienionych metali ciężkich. Również maksymalny ładunek roczny (1999) i minimalny ładunek roczny (2005) zanotowano w Łebie.

Po spadku stężenia i ładunków Zn w latach 1994-2007 na stacji w Łebie nastąpił skokowy wzrost stężenia i ładunków w roku 2008, a w roku 2009 miał miejsce kolejny spadek. Na stacji Puszcza Borecka obserwowano systematyczny, choć niejednorodny spadek stężeń i ładunków w okresie 2003-2009.

Stężenia i ładunki arsenu, mierzonego tylko na stacji Puszcza Borecka nie wykazują większych prawidłowości (rys. 5-15). Stężenia i ładunki wahają się w poszczególnych latach odpowiednio wokół wartości $0,2 - 0,3 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ i $0,2 \text{ mg}/\text{m}^2$.



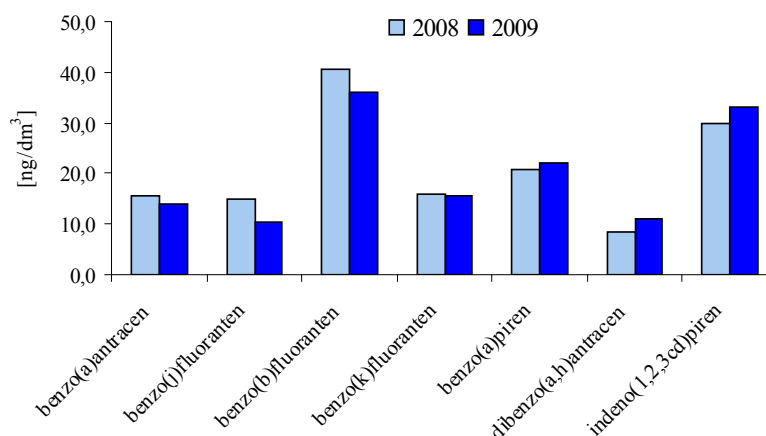
Rysunek 5-15. Stężenia i ładunki wybranych metali ciężkich na stacjach: Łeba i Puszcza Borecka (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Obserwuje się spadkową tendencję stężeń i ładunków chromu na stacjach w Łebie i w Puszczy Boreckiej. Największy ładunek chromu dotarł do podłoża w roku 1999 na stacji w Łebie, a najmniejszy w roku 2007 na stacji w Puszczy Boreckiej. Stężenie Cr w opadach w roku 2009 w Łebie było mniejsze o 65% niż w roku 1999 (pierwszym roku badań, w którym zanotowano największą wartość). W Puszczy Boreckiej stężenie chromu w 2009 roku było mniejsze o 43% w stosunku do najwyższej wartości z roku 2003. Ładunki zmniejszyły się w tym czasie odpowiednio o 70% w Łebie i 26% w Puszczy Boreckiej.

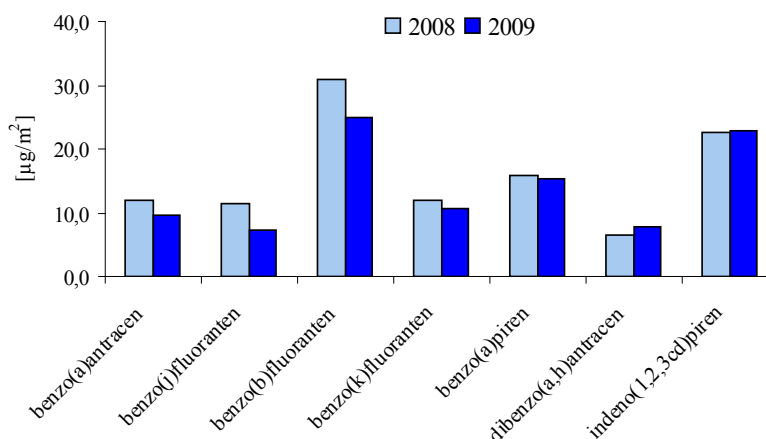
Wyraźnie spadła zawartość niklu (Ni) w opadach. Jego stężenie w Łebie spadło w roku 2009 o 80% w stosunku do wartości notowanej w roku 2000, a w Puszczy Boreckiej o 78% w stosunku do poziomu z 2003 roku. Nastąpiło również wyraźne zmniejszenie ładunku niklu – o ponad 70% na obydwu stacjach.

5.4.5. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne

Zawartość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w opadach całkowitych była badana tylko w stacji Puszcza Borecka, od roku 2008. Wyniki pomiarów stężenia tych składników opadów (wraz z wysokością opadu) posłużyły do obliczenia całkowitych ładunków wnoszonych z opadami do podłoża (rys. 5-16 i 5-17). Spośród badanych WWA w największych ilościach występowały w opadach benzo(b)fluoranten i indeno(1,2,3-cd)piren, a w najmniejszych – dibenzo(a,h)antracen. Różnice pomiędzy wynikami uzyskanymi w roku 2008 i 2009 były niewielkie – nieznacznie mniejsze stężenia w 2009 roku obserwowano w przypadku benzo(a)antracenu, benzo(j)fluorantenu i benzo(b)fluorantenu, a większe w przypadku benzo(a)pirenu, dibenzo(a,h)antracenu i indeno(1,2,3-cd)pirenu. Ze względu na mniejszą roczną sumę opadów w 2009 roku zmniejszeniu uległy roczne ładunki całkowite większości badanych WWA (poza dibenzo(a,h)antracenenem i indeno(1,2,3-cd)pirenem, dla których odnotowano nieznaczny wzrost ładunku w stosunku do wartości z 2008 roku).



Rysunek 5-16. Stężenie średnie roczne wybranych WWA w opadach na stacji Puszcza Borecka (źródło danych: PMS/GIOŚ)



Rysunek 5-17. Ładunki roczne wybranych WWA na stacji Puszcza Borecka
(źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

5.5. Depozycja siarki, azotu i jonu wodorowego do podłoża w rejonach badań w roku 2009 na tle wielolecia

Suchą depozycję tlenowych związków siarki i azotu obliczono na podstawie stężenia tych związków w powietrzu i przyjętej prędkości ich osiadania. Oszacowano również depozycję jonu wodorowego związaną z depozycją dwutlenku siarki. Mokłą depozycję związków siarki, azotu oraz jonu wodorowego przyjęto na podstawie pomiarów i obliczeń.

Na rys. 5-18 i 5-19 przedstawiono przebiegi wartości rocznych suchej i mokrej depozycji związków siarki, azotu i jonu wodorowego dla wielolecia.

W Jarczewie miał miejsce powolny spadek obydwu rodzajów depozycji związków siarki oraz jonu wodorowego, natomiast depozycja związków azotu była w okresie wielolecia prawie niezmienna. Na Śnieżce w okresie 1994-2000 nastąpił spadek mokrej depozycji związków siarki oraz jonu wodorowego, a następnie mokra depozycja zaczęła wzrastać. Sucha depozycja związków siarki, azotu i jonu wodorowego wolno, ale konsekwentnie malała. Mokra depozycja związków azotu wykazywała w kolejnych latach znaczną zmienność przy braku widocznego trendu w wieloleciu. Całkowita depozycja siarki zmalała w roku 2009 w stosunku do wartości średniej z wielolecia na wszystkich stacjach: o 12% na Śnieżce i o ponad 30% na pozostałych stacjach. Bardziej znaczący był spadek wielkości suchej depozycji (od 27% na Śnieżce i do 51% w Puszczy Boreckiej) niż mokrej (od 8% na Śnieżce do 38% w Łebie).

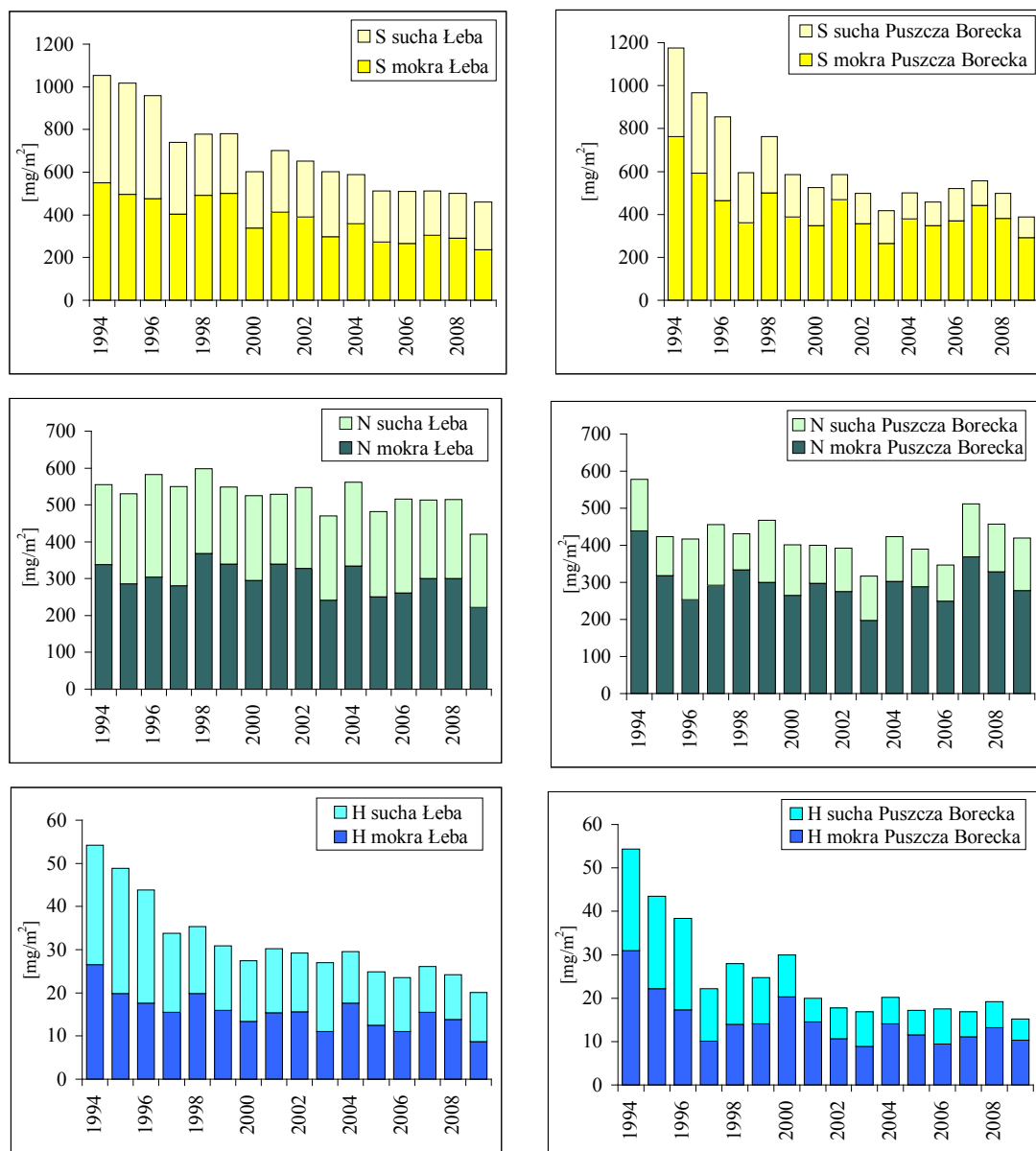
W Jarczewie udziały suchej i mokrej depozycji związków siarki w depozycji całkowitej były dla kolejnych lat w okresie 1994-2009 bliskie 50%. Podobne jak w Jarczewie, udziały suchej i mokrej depozycji związków siarki obserwowano na stacji w Łebie. Tutaj jednak niewielką przewagę miała depozycja mokra nad depozycją suchą. Zdecydowana przewaga depozycji mokrej związków siarki nad depozycją suchą występowała w okresie wielolecia na stacjach: Puszcza Borecka oraz szczególnie, na Śnieżce. Na tej ostatniej stacji średnio nieco ponad 80% związków siarki docierało do podłoża z opadem atmosferycznym.

Tlenowe związki azotu docierały do podłoża na stacji w Jarczewie przede wszystkim jako sucha depozycja. Na stacji w Łebie udział suchej i mokrej depozycji tych związków w depozycji całkowitej był prawie równy w okresie wielolecia. Zdecydowana przewaga depozycji mokrej nad suchą miała miejsce na stacji w Puszczy Boreckiej, a najbardziej była ona widoczna na Śnieżce. W roku 2009 udział suchej depozycji w całkowitej wynosił

odpowiednio 57% w Jarczewie, 27% w Łebie, 25% w Puszczy Boreckiej i 15% na Śnieżce. Całkowita depozycja azotu w związkach tlenowych zmalała w roku 2009 w stosunku do wartości średniej z wielolecia na wszystkich stacjach: o 2% w Puszczy Boreckiej, 5% w Jarczewie, 17% na Śnieżce i o 22% w Łebie. Bardziej znaczący spadek odnotowano w przypadku wielkości mokrej depozycji w Łebie (26%) i na Śnieżce (17%), a w Jarczewie w przypadku suchej depozycji (8%). Jedynie w Puszczy Boreckiej odnotowano wzrost wielkości suchej depozycji azotu w stosunku do wartości z wielolecia (o 11%).



Rysunek 5-18. Sucha i mokra depozycja dla lat 1994-2009 na stacjach: Jarczew i Śnieżka (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)



Rysunek 5-19. Sucha i mokra depozycja dla lat 1994 – 2009 na stacjach: Łeba i Puszcza Borecka
(źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Jon wodorowy docierał do podłoża w przeważającej ilości w wyniku suchej depozycji na stacji w Jarczewie. Średnio 70% depozycji tego jonu w wieloleciu odbywało się tą drogą. Na stacjach w Łebie i w Puszczy Boreckiej depozycja jonu wodorowego rozłożona była bardziej równomiernie i można stwierdzić, że średnio ok. 50% stanowiła depozycja sucha, a kolejne 50% depozycja mokra. Podobnie jak dla związków siarki i azotu, na Śnieżce jon wodorowy dostarczany był średnio w 75% w wyniku depozycji mokrej. W roku 2009 udział suchej depozycji w całkowitej depozycji jonów wodorowych wyniósł od 26% na Śnieżce i 32% na stacji Puszcza Borecka do 57% w Łebie i 68% w Jarczewie. Na wszystkich stacjach odnotowano spadek wielkości całkowitej depozycji jonów wodorowych w 2009 roku w stosunku do wartości średniej z wielolecia, przy czym jedynie w Puszczy Boreckiej spadek wielkości suchej depozycji był bardziej znaczący niż spadek mokrej depozycji. Również w ten sposób zaznaczył się wpływ zwiększenia odczynu opadów na dostarczanie substancji zakwaszających do podłoża.

Na stacjach w Łebie i w Puszczy Boreckiej depozycja sucha i mokra związków siarki i jonu wodorowego w ciągu wielolecia konsekwentnie malała (poza okresem 2005-2007 dla związków siarki w mokrej depozycji w Puszczy Boreckiej) natomiast w przypadku suchej i mokrej depozycji związków azotu na obydwu stacjach trudno mówić o widocznym trendzie.

5.6. Podsumowanie

Analizując wartości średnich rocznych stężeń badanych zanieczyszczeń powietrza i opadów na stacjach tła regionalnego w Polsce można dla roku 2009 na tle wielolecia 1994-2009 sformułować następujące wnioski:

- w odniesieniu do rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 3 marca 2008 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2008 r. Nr 47, poz. 281) na stacji na Śnieżce przekroczona została dopuszczalna liczba dni ze stężeniem ozonu dla kryterium ochrony zdrowia oraz przekroczony został wskaźnik AOT40 dla kryterium ochrony roślin na stacji Puszcza Borecka, a także przekroczony został poziom docelowy benzo(a)pirenu określony dla roku 2013 (pomiar tylko na tej stacji);
- średnie roczne stężenie SO_2 spadło na wszystkich stacjach tła regionalnego EMEP w stosunku do lat wcześniejszych i osiągnęło minimalne wartości w wieloleciu, odzwierciedlając zmiany emisji siarki w Polsce i w Europie;
- średnie roczne stężenia NO_2 utrzymują się w ostatnich latach na zbliżonym poziomie, podobnie, jak emisja tlenków azotu w Polsce;
- średnie roczne stężenie siarczanów w roku 2009 na stacji Puszcza Borecka nieznacznie zmniejszyło się i osiągnęło najniższy poziom w stosunku do wartości obserwowanych w wieloleciu 1994-2008; spadek stężenia siarczanów w stosunku do roku 2006 zanotowano na stacjach Łeba i Jarczew;
- średnie roczne stężenie azotu azotanowego w roku 2009 (oznaczanego jako suma $\text{HNO}_3 + \text{NO}_3^-$) było niższe w stosunku do wartości z roku 2008 na stacjach Jarczew i Łeba, a nieznacznie wzrosło na stacji Śnieżka oraz znacznie wzrosło na stacji Puszcza Borecka;
- średnie roczne stężenie azotu amonowego oznaczanego w postaci sumy $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$, w 2009 roku, nieco zmalało w stosunku do roku 2008 na wszystkich stacjach poza Puszcza Borecką gdzie stężenie wzrosło;
- wartości średnie roczne stężenia ozonu przyziemnego nieznacznie zmalały od roku 2007 na wszystkich stacjach;
- przebieg dobowych wartości stężeń pyłu na stacji Puszcza Borecka – bardzo zbliżony do przebiegu stężeń dwutlenku siarki – charakteryzował się występowaniem większych wartości w sezonie chłodnym. W roku 2009 stężenie pyłu $\text{PM}_{2,5}$ stanowiło blisko 79% stężenia pyłu PM_{10} ;
- wybrane metale ciężkie oznaczane w pyłe PM_{10} wykazują niejednakową zmienność. Na ogół stężenie metali jest skorelowane ze stężeniem pyłu. Dotyczy to arsenu, kadmu, cynku i ołowiu. Bardzo niska jest zawartość miedzi i niklu. Dosyć nietypowo zachowuje się chrom, wykazując dużą zmienność pomiędzy kolejnymi latami oraz brak widocznej zależności od stężenia pyłu;
- stężenia rtęci gazowej mierzone na stacji Puszcza Borecka nie wykazują zmienności sezonowej i nie różnią się znacząco z roku na rok;

- stężenie dwutlenku węgla mierzone jedynie na stacji Puszcza Borecka od 2002 roku systematycznie wzrasta i w 2009 roku osiągnęło najwyższą wartość (403 ppm);
- wskaźnik pH opadów wzrósł w roku 2009 na wszystkich stacjach w stosunku do lat poprzednich. Obserwuje się wzrost częstości występowania opadów o pH w granicach 5,0-6,0 na stacjach sieci EMEP (poza Śnieżką);
- na wszystkich stacjach EMEP ładunek jonów wodorowych dostarczanych do podłoża zmalał. Na Śnieżce zaobserwowano największy spadek;
- stężenie jonów siarczanowych w opadach maleje stopniowo od roku 1994, co odzwierciedla zmiany emisji tlenków siarki w Polsce i w Europie;
- przebiegi stężeń jonu azotanowego w opadach w większym stopniu niż dla jonu siarczanowego uwidoczniają różnice pomiędzy stacją na Śnieżce i pozostałymi stacjami;
- od roku 2000 najwyższe stężenia jonu amonowego obserwowano na stacji w Jarczewie, co można przypisywać oddziaływaniu sektora rolniczego;
- największe stężenia chlorków obserwowano w całym okresie na stacji w Łebie (wpływ aerozolu morskiego) a najniższe w Jarczewie;
- na wszystkich stacjach, poza Śnieżką, w roku 2009 depozycja jonów wodorowych do podłoża nie przekraczała wartości 20 mg/m²rok, a depozycja jonu siarczanowego była niższa od wartości 0,5 gS/m²rok.

Podsumowując uznać można rok 2009 jako rok niskich stężeń i ładunków substancji zakwaszających nie wyłączając z tego stacji wysokogórskiej na Śnieżce. Zmiany stężeń zanieczyszczeń powietrza i opadów odzwierciedlają dotychczasową tendencję spadkową emisji dwutlenku siarki, dwutlenku azotu i amoniaku w Polsce i w Europie.

Bibliografia

1. Bogucka M.: Monitoring tła zanieczyszczenia atmosfery w Polsce. Raport roczny 2009, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – PIB, Warszawa 2010,
2. Degórska A.: Kompleksowa analiza stężeń w powietrzu i opadach oraz depozycji związków zakwaszających na stacjach EMEP w Polsce, praca doktorska nieopublikowana, 2007
3. Degórska A., Śnieżek T.: Zmiany emisji wybranych zanieczyszczeń powietrza w Europie i w Polsce w okresie funkcjonowania Konwencji w sprawie transgranicznego zanieczyszczania powietrza na dalekie odległości, Ochrona powietrza w teorii i praktyce, Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN, Zabrze 2008, T.1, s. 275 – 286
4. Degórska A., Prządka Z., Śnieżek T.: Monitoring tła zanieczyszczenia atmosfery na Stacji "Puszcza Borecka". Raport roczny 2009, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, Warszawa 2010
5. Degórska A., Śnieżek T.: Monitoring tła zanieczyszczenia atmosfery w Polsce dla potrzeb EMEP, GAW/WMO i Komisji Europejskiej. Raport syntetyczny 2009, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, Warszawa 2010
6. EMEP Report 1/2010. Transboundary Acidification, Eutrophication and Ground Level Ozone in Europe in 2008. EMEP Status Report 2010
7. Fagerli H., Spranger T., Posch M.: Acidification and eutrophication - progress towards the Gothenburg Protocol target year (2010) w Transboundary Acidification, Eutrophication and Ground Level Ozone in Europe since 1990 to 2004, EMEP Status Report 1/2006 to support the Review of Gothenburg Protocol, 2006

8. Hjelbrekke A.-G., Fjaeraa A.M.: Data Report 2006. Acidifying and eutrophying compounds and particulate mater” EMEP/CCC-Report 1/2008
9. Jagusiewicz A. “Historia rozwoju polityki i strategii ochrony powietrza w regionie EKG ONZ w ramach implementacji Konwencji w sprawie transgranicznego zanieczyszczenia powietrza na dalekie odległości” w „25 lat implementacji Konwencji EKG ONZ w sprawie transgranicznego zanieczyszczenia powietrza na dalekie odległości”, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2004
10. Kaczorowska Z.: Opady w Polsce w przekroju wieloletnim; tendencje, okresowość oraz prawdopodobieństwo występowania niedoboru i nadmiaru opadów, Polska Akademia Nauk, Instytut Geografii, Prace Geograficzne, T. 33, 1962
11. Lehmann J., Saltbones J., Eliassen A.: A Modified Sulphur Budget for Europe for 1990, The Norwegian Meteorological Institute, EMEP/MSC-W Report 3/86, 1986
12. Lityński J.: Liczbowa klasyfikacja typów cyrkulacji i typów pogody dla Polski. Prace PIHM, z. 91, 1969
13. Lorenc, H.: Studia nad 220-letnią (1779-1998) serią temperatury powietrza w Warszawie oraz ocena jej wiekowych tendencji, Materiały Badawcze 31, Seria: Meteorologia. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa 2000
14. Lorenc H., Suwalska-Bogucka M.: Tendencje termiczne zim w Polsce jako wskaźnik oceny zmienności klimatu, Wiad. IMGW, 1995
15. Lövblad G., Tarrason L., Torseth K., Dutchak S. (red.): EMEP Assessment. Part I. European Perspective”. Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe. Oslo 2004
16. Pawłowska J., Jankowska A., Pindor T.: Kalendarz typów cyrkulacji atmosferycznej wg J. Lityńskiego: 1991-1999”, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa 2000
17. Posch M., Kamari J., Forsius M., Henriksen A., Wilander A.: Environmental auditing. Exceedance of Critical Loads for Lakes in Finland, Norway and Sweden: Reduction Requirements for Acidifying Nitrogen and Sulfur Deposition; Environmental Management Vol. 21, No.2: 291-304, 1997
18. Roczniki Statystyczne: Ochrona Środowiska 2009-2010, GUS, Warszawa
19. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 marca 2008 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2008 r. Nr 47, poz. 281)
20. Vestreng V., Tarrasón L., Rigler E., Klein H., Benedictow A.: Emissions: progress towards the emission ceilings in Gothenburg Protocol w Transboundary Acidification, Eutrophication and Ground Level Ozone in Europe since 1990 to 2004, EMEP Status Report 1/2006 to support the Review of Gothenburg Protocol, 2006
21. Vestreng, V. et al.: Inventory Report 2007. Emission data reported to LRTAP Convention and NEC Directive, 2007
22. <http://webdab.emep.int>

6. MONITORING CHEMIZMU OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH I DEPOZYCJI ZANIECZYSZCZEŃ DO PODŁOŻA

6.1. Wstęp

Opad atmosferyczny jest jednym z elementów meteorologicznych gromadzącym i przenoszącym zanieczyszczenia. Atmosfera kumulując naturalne i antropogeniczne zanieczyszczenia, staje się podstawowym źródłem zanieczyszczeń obszarowych. Krajowy monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża jest prowadzony od 1999 roku. Jego celem jest określanie w skali kraju wielkości i rozkładu ładunków zanieczyszczeń wprowadzanych z mokrym opadem do podłoża w ujęciu przestrzennym i czasowym. Dzięki systematycznym badaniom parametrów fizyczno-chemicznych opadów oraz prowadzonym równoległe, w sposób ciągły, obserwacjom i pomiarom warunków meteorologicznych dostarcza on informacji o obciążeniu obszarów leśnych, gleb i wód powierzchniowych substancjami deponowanymi z powietrza – związkami zakwaszającymi, biogennymi i metalami ciężkimi. Systematyczne, ciągłe i jednorodne pomiary na całym obszarze Polski tworzą podstawę do analizy istniejącego stanu, dając możliwość dokładnej oceny rzeczywistej wielkości depozycji i umożliwiając przewidywanie reakcji ekosystemów na prowadzone procesy naprawcze.

Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża jest prowadzony w oparciu o wieloletnie programy Państwowego Monitoringu Środowiska opracowane przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska i zatwierdzone przez Ministra Środowiska.

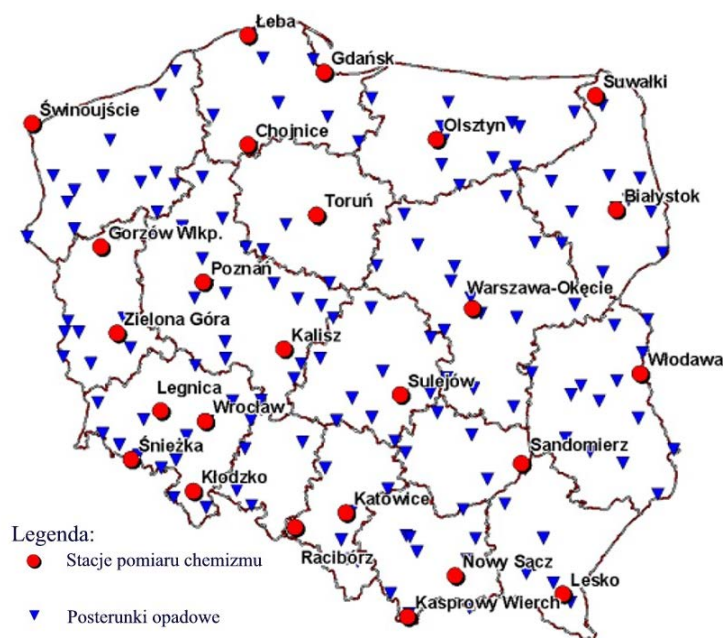
6.2. Program badań monitoringu chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża

Badania monitoringowe w 2009 roku prowadzone były na 25 stacjach pomiarowych (rys. 6-1) wybranych z sieci stacji meteorologicznych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowego Instytutu Badawczego (IMGW PIB). Program pomiarowy obejmował: pobór dobowych próbek opadów mokrych (wet-only) i uśrednienie ich w cyklu miesięcznym; oznaczanie ilościowe próby; pomiar parametrów meteorologicznych (wysokość opadu, kierunek wiatru, temperatura powietrza); oznaczanie w uśrednionej próbce miesięcznej opadu (połączone próbki dobowe) wartości pH, przewodności elektrycznej właściwej, stężeń anionów: SO_4^{2-} , Cl^- , $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$; stężeń kationów: NH_4^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , K^+ ; stężeń metali ciężkich: Zn, Cu, Fe, Pb, Ni, Cd, Cr, Mn oraz azotu i fosforu ogólnego, a także pomiar wartości pH dobowych próbek opadów.

Parametry meteorologiczne były mierzone standardowymi urządzeniami i przyrządami stosowanymi w sieci stacji IMGW. Opady atmosferyczne do analiz zbierane były w sposób ciągły, w cyklach miesięcznych, na terenie ogródków meteorologicznych stacji. Oprócz tego zbierane były próbki opadów dobowych do pomiaru wartości pH na stacjach. Analizy parametrów fizycznych i chemicznych miesięcznych próbek opadów były wykonywane przez laboratoria Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska akredytowanych zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17025.

Rozkład przestrzenny deponowanych wraz z opadami ładunków zanieczyszczeń był obliczany za pomocą systemu GIS na bazie danych analitycznych składu opadów z 25 stacji monitoringowych oraz rejestrowanych i opracowanych danych pomiarowych ze 162 posterunków opadowych IMGW PIB, charakteryzujących pole średnich sum opadów

reprezentatywne dla obszaru Polski. W celu charakterystyki warunków meteorologicznych kształtujących wielkość depozycji substancji zawartych w opadach, analizowany był przebieg cyrkulacji atmosferycznej na wysokości występowania opadów dla 25 stacji monitoringowych oraz geneza opadów. Analiza dokonywana była na bieżąco przez Biuro Prognoz Wrocławskiego Oddziału IMGW PIB na podstawie całodobowych obserwacji i danych z meteorologicznej sieci pomiarowej krajowej i międzynarodowej.



Rysunek 6-1. Sieć stacji pomiarowo-kontrolnych Monitoringu Chemizmu Opadów Atmosferycznych i Depozycji Zanieczyszczeń do Podłoża w 2009 r. (źródło danych: PMS/GIOŚ)

6.3. Zanieczyszczenia opadów atmosferycznych w Polsce i depozycja zanieczyszczeń z opadów do podłoża w 2009 roku

6.3.1. Stężenia substancji w opadach atmosferycznych

W roku 2009 badane w miesięcznych próbkach opadów parametry fizyczno-chemiczne były następujące:

Parametr	Jednostka	Zakres	Średnia
Chlorki	mg Cl ⁻ /dm ³	0,00 – 20,60	1,50
Siarczany	mg SO ₄ ⁻² /dm ³	0,00 – 44,10	2,91
Azotyny + azotany	mg N/dm ³	0,00 – 7,91	0,62
Azot amonowy	mg N/dm ³	0,00 – 9,29	0,83
Sód	mg Na/dm ³	0,00 – 14,60	0,82
Potas	mg K/dm ³	0,00 – 4,16	0,39
Wapń	mg Ca/dm ³	0,00 – 22,20	1,28
Magnez	mg Mg/dm ³	0,00 – 1,71	0,16
Cynk	mg Zn/dm ³	0,000 – 0,720	0,061
Miedź	mg Cu/dm ³	0,0000 – 0,0639	0,0087
Żelazo	mg Fe/dm ³	0,000 – 0,970	0,033

Ołów	mg Pb/dm ³	0,0000 – 0,0640	0,0022
Kadm	mg Cd/dm ³	0,00000 – 0,00350	0,00029
Nikiel	mg Ni/dm ³	0,0000 – 0,0084	0,0011
Chrom ogólny	mg Cr/dm ³	0,0000 – 0,0067	0,0005
Mangan	mg Mn/dm ³	0,0000 – 0,0886	0,0070
Azot ogólny	mg N/dm ³	0,00 – 7,64	1,79
Fosfor ogólny	mg P/dm ³	0,000 – 0,713	0,052
Jon wodorowy	mg H ⁺ /dm ³	0,0000 – 0,0550	0,0064
Odczyn	pH	4,26 – 7,51	5,70
Przewodność el. wł.	μS/cm	6,3 – 279,0	25,8

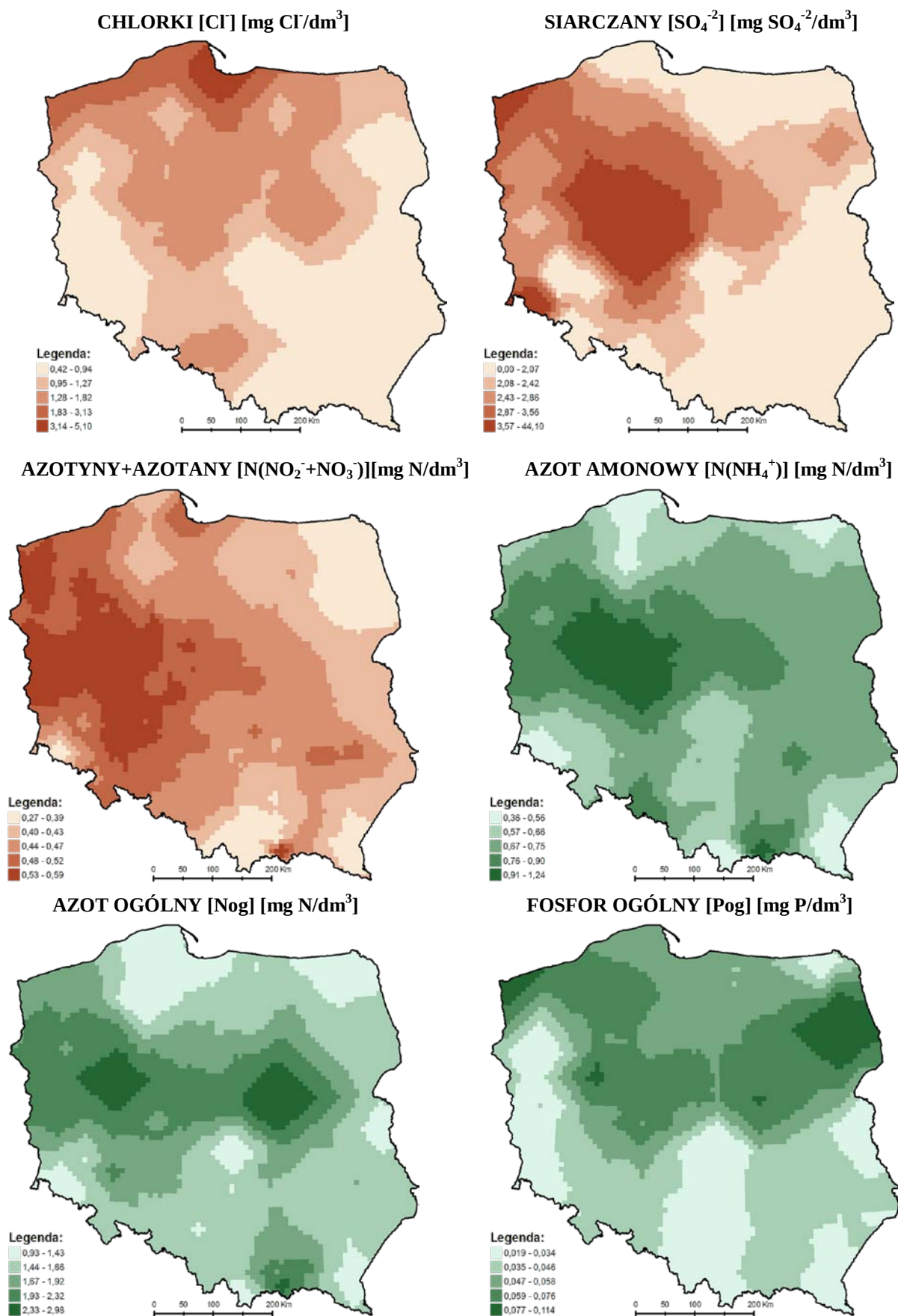
Skład opadów atmosferycznych charakteryzował się zróżnicowaniem zarówno przestrzennym jak i czasowym. Najwyższe średnie stężenia chlorków, azotu amonowego, sodu, magnezu, żelaza, ołowiu i niklu odnotowano w próbach opadów na stacji monitoringowej w Gdańsku, cynku i kadmu w Katowicach, azotynów i azotanów oraz wapnia w Nowym Sączu, potasu i manganu w Poznaniu. Najwyższe wartości siarczanów wystąpiły w opadach w Toruniu, miedzi w Legnicy, chromu w Suwałkach, azotu ogólnego w Warszawie, fosforu ogólnego w Świnoujściu, a wolnych jonów wodorowych w opadach w Łebie. Maksymalną wielkość przewodności elektrycznej właściwej 279,0 μS/cm zanotowano w opadzie średniomiesięcznym w Toruniu w kwietniu, natomiast najbardziej kwaśny odczyn opadów o wartości pH równej 4,26 we Wrocławiu w listopadzie.

Najniższe średnie stężenia chlorków, azotynów i azotanów, azotu amonowego, kadmu, chromu oraz fosforu ogólnego stwierdzono w próbach opadów zebranych na Śnieżce. Stężenia siarczanów, wapnia, miedzi, manganu i azotu ogólnego najniższe były w opadach w Łebie, sodu, potasu, magnezu i żelaza we Włodawie, cynku, ołowiu i niklu w Kłodzku, a najniższe stężenie wolnych jonów wodorowych wystąpiło w Toruniu.

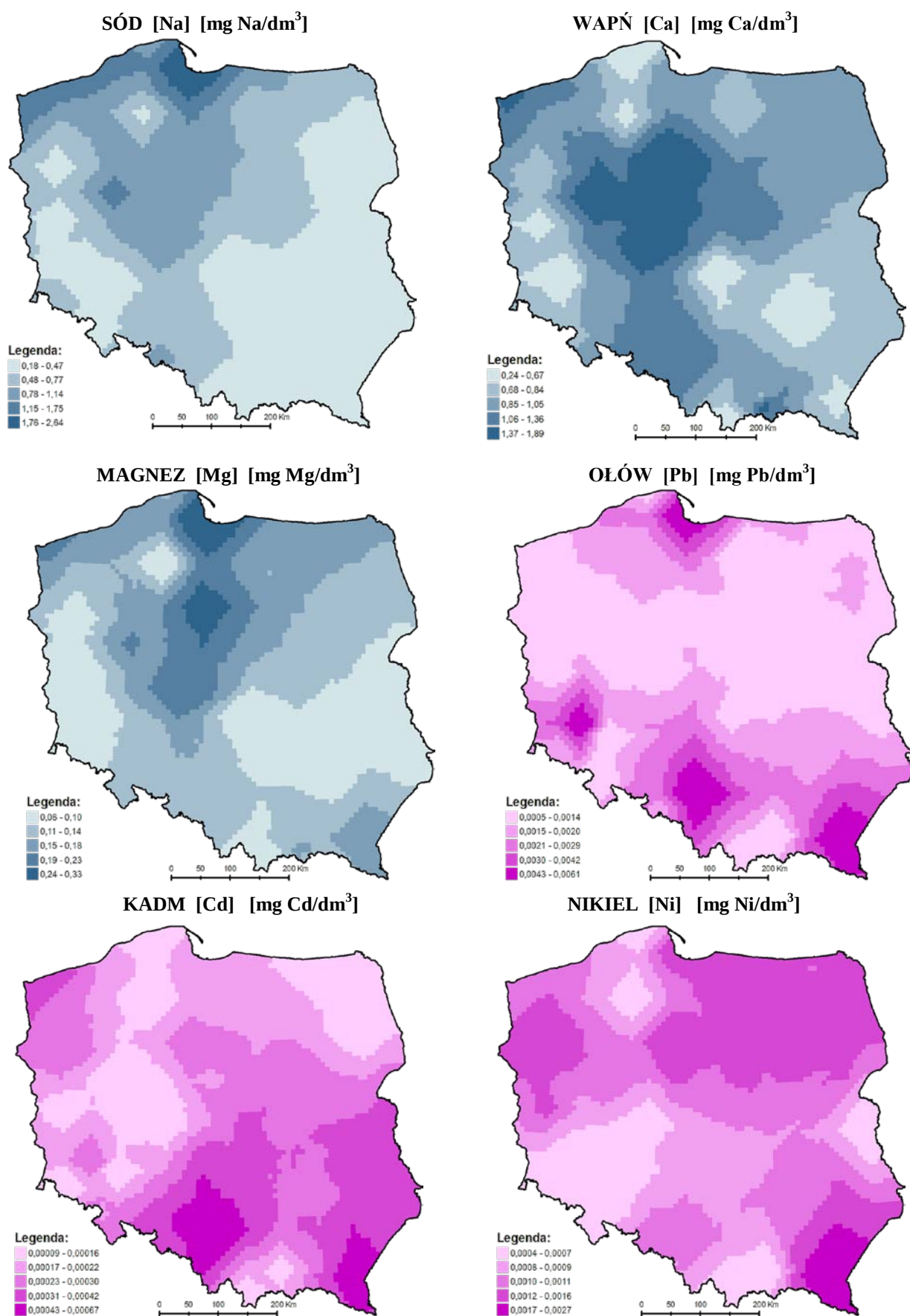
Przestrzenny rozkład średnich rocznych ważonych stężeń wybranych substancji w opadach atmosferycznych w 2009 roku przedstawiają rysunki 6-2a i 6-2b.

W okresie ciepłym roku (kwiecień-wrzesień) w większości stacji wody opadowe charakteryzowały się wyższą koncentracją siarczanów, azotynów i azotanów, azotu amonowego, potasu, wapnia, magnezu, żelaza, ołowiu, niklu, chromu, manganu oraz azotu i fosforu ogólnego. Natomiast w okresie chłodnym (styczeń-marzec i październik-grudzień) w większości stacji opady miały wyższe stężenia chlorków, sodu, cynku, miedzi, kadmu i wolnych jonów wodorowych.

W roku 2009 wartości stężeń większości analizowanych na 25 stacjach substancji w opadach były mniejsze od średniej z wielolecia 1999-2008. Zmniejszyły się stężenia: cynku (o 36,2%), wolnych jonów wodorowych (o 32,9%), żelaza (o 32,0%) i ołowiu (o 32,0%). Duży spadek średniorocznych stężeń wystąpił także w przypadku fosforu ogólnego (o 26,0%), niklu (o 23,5%), magnezu (o 22,7%) i kadmu (o 22,5%). W mniejszym stopniu zmalały średnioroczne stężenia manganu, chromu ogólnego i siarczanów (w zakresie 18,9-14,7%), a także azotu ogólnego, azotynów i azotanów, sodu, chlorków oraz wapnia (w zakresie 6,8-1,7%). Nie zmalało wykazujące pewną zmienność stężenie azotu amonowego. Wzrosło średnioroczne stężenie dwóch substancji – miedzi (o 3,9%) i potasu (o 12,1%).



Rysunek 6-2a. Rozkład przestrzenny średnich rocznych ważonych stężeń poszczególnych substancji w opadach atmosferycznych na obszarze Polski w 2009 roku (cz. I.) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)



Rysunek 6-2b. Rozkład przestrzenny średnich rocznych ważonych stężeń poszczególnych substancji w opadach atmosferycznych na obszarze Polski w 2009 roku (cz. II.) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

6.3.2. Stopień zakwaszenia opadów atmosferycznych

Podstawowym, powszechnie stosowanym kryterium oceny stopnia zakwaszenia opadów jest pomiar wartości pH, który wyraża koncentrację wolnych jonów wodorowych w opadzie. Niska wartość pH oznacza, że stężenie jonów wodorowych jest wysokie.

Do oceny stopnia zakwaszenia opadów przyjęto skalę z podziałem na sześć klas przedziałów wartości pH:

klasa	pH	odczyn
I	> 6,5	podwyższony
II	6,1-6,5	lekko podwyższony
III	5,1-6,0	normalny
IV	4,6-5,0	lekko obniżony
V	4,1-4,5	znacznie obniżony
VI	< 4,1	silnie obniżony

W roku 2009 zmierzono wartość pH 297 miesięcznych próbek opadów atmosferycznych z 25 stacji monitoringowych. Wartości pH mieściły się w zakresie od 4,26 do 7,51 (średnio 5,70) i były niższe od naturalnej dla wód opadowych (5,6 pH) w 51% próbek, wskazując na dużą zawartość w nich mocnych kwasów mineralnych (rys. 6-3). Opady o obniżonym odczynie występowały w północnej części kraju, głównie w Łebie (100% próbek) i w Chojnicach (83%), a także na południowym-zachodzie kraju – Wrocław (92%), Legnica (83 %), Kłodzko (83 %), na południowym wschodzie – Lesko (92%), Sandomierz (83%) oraz w centralnej Polsce w Sulejowie (82 %). Nie stwierdzono opadów o wartości pH poniżej naturalnej na stacjach monitoringowych w Toruniu i Poznaniu. Stężenie wolnych jonów wodorowych w opadach, na poszczególnych stacjach monitoringowych, kształtowało się na poziomie średnio $0,0064 \text{ mg H}^+/\text{dm}^3$ i było o 3% mniejsze niż w 2008 roku.

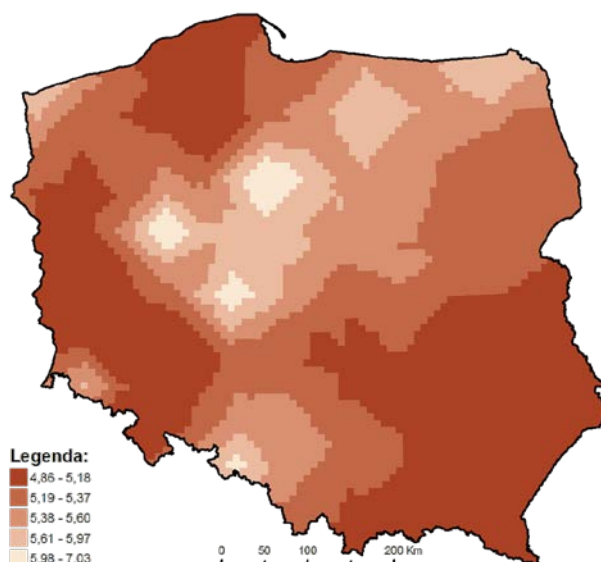
Depozycja jonów wodorowych na obszarze Polski (rys. 6-4) wynosiła średnio $0,0436 \text{ kg H}^+/\text{ha-rok}$ i była większa o 8,2% w stosunku do roku 2008, natomiast w stosunku do średniej z okresu badań 1999-2008 wielkość depozycji tych jonów w roku 2009 była mniejsza o 33,3% (rys. 6-5).

Przedstawiony na rys.: 6-3 i 6-4 stopień zakwaszenia wód opadowych w 2009 roku w Polsce dotyczył pomiarów w próbkach miesięcznych opadów. Takie dane informują tylko o równowadze kwasowo-zasadowej i stężeniu jonów wodorowych jakie wystąpiło średnio we wszystkich opadach w danym miesiącu i nie charakteryzują występującego w tym okresie zróżnicowania. Zjawisko „kwaśnych deszczy”, agresywnie oddziaływujących na środowisko, lepiej charakteryzuje analiza pojedynczych opadów lub przynajmniej uśrednionej próbki z doby opadowej. Takie pomiary w ramach monitoringu są prowadzone od roku 2001. W roku 2009 wykonano pomiary wartości pH w 3221 dobowych próbkach opadów, które kształtowały się w granicach od 3,52 (opad 9 grudnia w Katowicach) do 7,92 (opad 15 stycznia w Olsztynie). Opady o wartości pH poniżej 5,6, czyli „kwaśne deszcze”, stwierdzono w 1672 próbkach (52%). Obniżony odczyn (łącznie grupy IV-VI, pH <5,1) stwierdzono w 32,7% dobowych próbek opadów. Lekko obniżony odczyn (grupa IV) był w 21,5% próbek, znacznie obniżony (grupa V) w 10,8% próbek i silnie obniżony (grupa VI) w 0,4% dobowych próbek opadów.

Częstość występowania dobowych opadów o wartości pH mniejszej od 5,6 na przestrzeni lat 2001-2009 zmalała o 21%, jednak w 2009 roku nadal ponad połowa opadów (52%) to „kwaśne deszcze”. Opady o zwiększonym stopniu zakwaszenia występowały w 2009 roku najczęściej przy napływie mas powietrza z sektora zachodniego (rys. 6-6).

Łącznie przy tej cyrkulacji odnotowano 465 próbek opadów o obniżonym odczynie (łącznie trzy klasy). W dalszej kolejności opady o wartościach pH <5,1 występowały przy cyrkulacji północnej (222 próbki), południowej (218 próbek), wschodniej (81 próbek) i miejscowej zmiennej (65 próbek opadów dobowych).

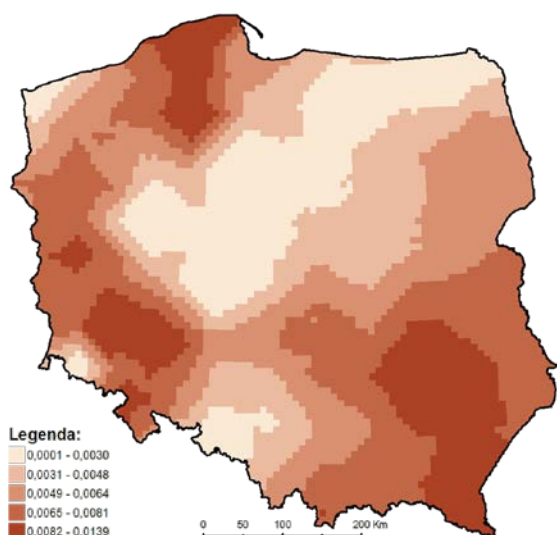
WSKAŹNIK pH



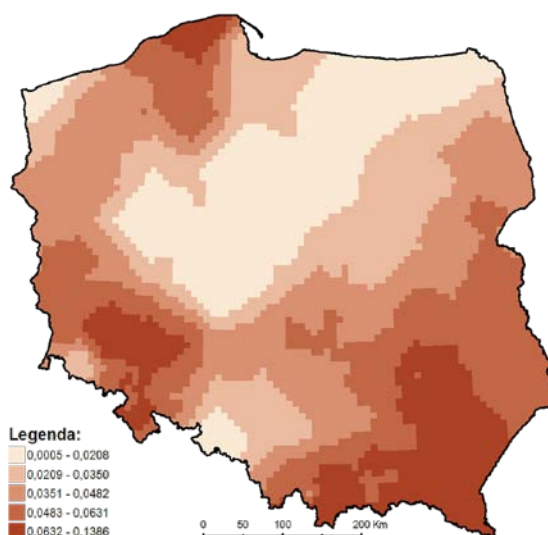
Rysunek 6-3. Rozkład przestrzenny średnich rocznych ważonych wartości pH miesięcznych próbek opadów (waga wysokość opadów) na obszarze Polski w 2009 roku (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

JONY WODOROWE $[H^+]$

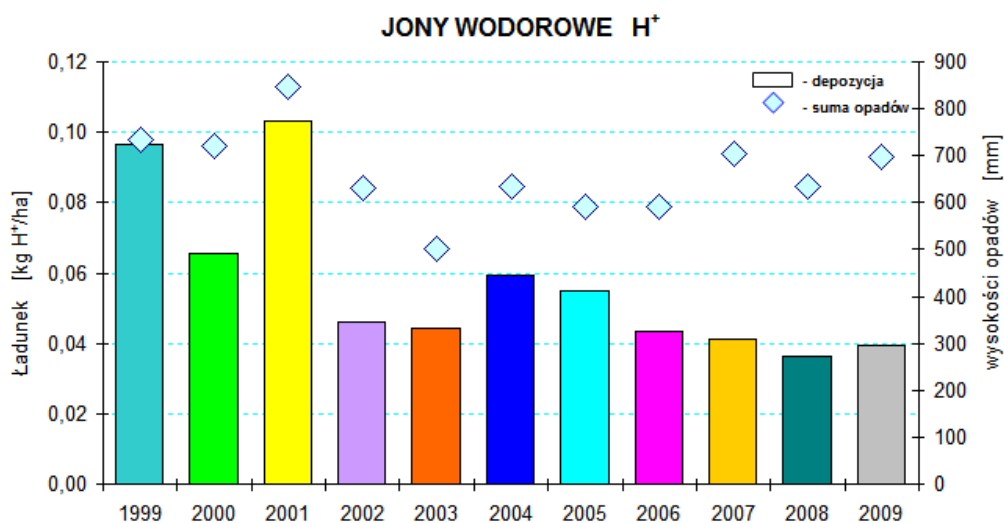
STĘŻENIE $[mg\ H^+/dm^3]$



ŁADUNEK $[kg\ H^+/ha]$



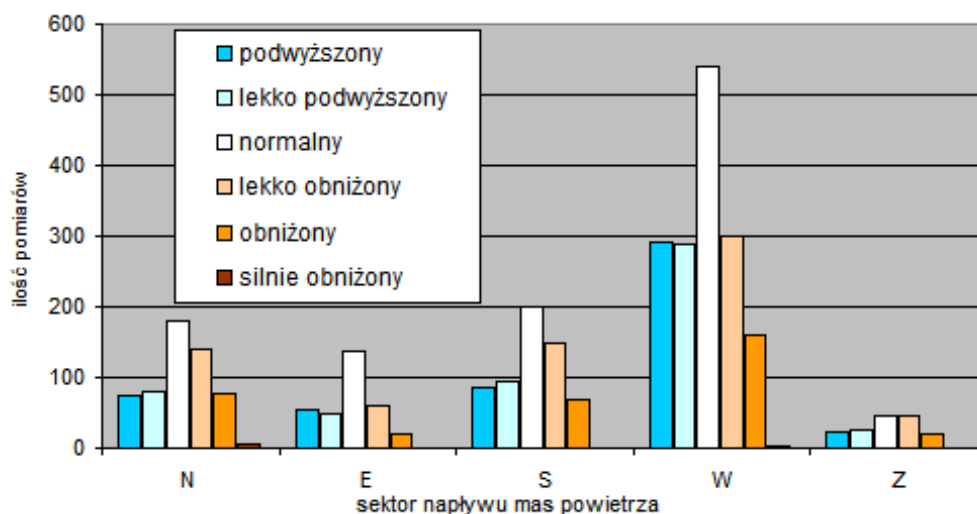
Rysunek 6-4. Rozkład przestrzenny średnich rocznych ważonych stężeń jonów wodorowych w opadach atmosferycznych oraz rocznych ładunków deponowanych wraz z opadami na obszarze Polski w 2009 roku (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)



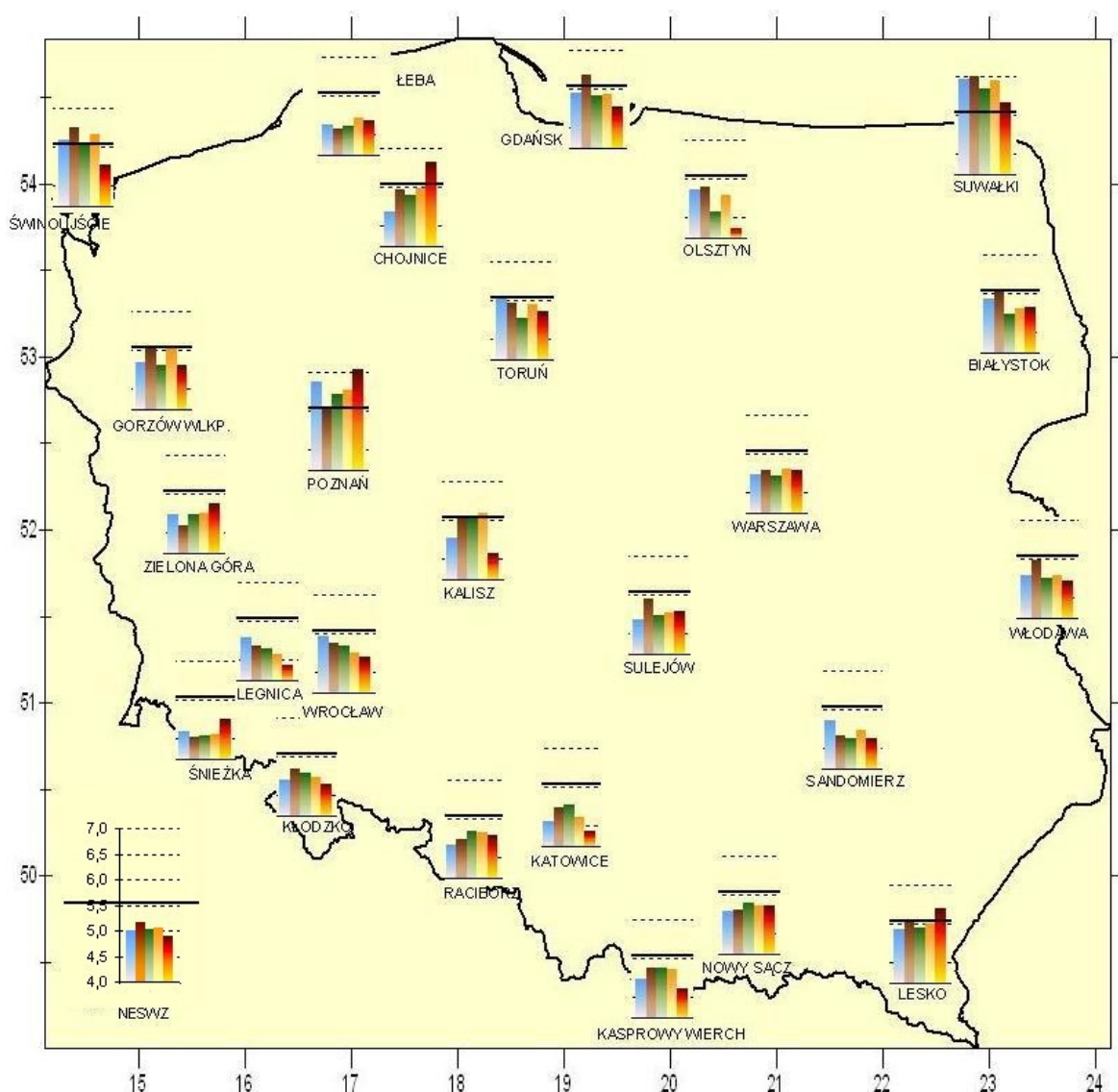
Rysunek 6-5. Depozycja jonów wodorowych wprowadzanych z opadem atmosferycznym na obszar Polski w poszczególnych latach 1999-2009 (wielkości ładunków w $kg/h\cdot rok$) oraz średnioroczne sumy opadów (mm) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

Znacznie (grupa V) i silnie obniżony odczyn (grupa VI), czyli o wartościach $pH < 4,6$, stwierdzono w 359 dobowych próbkach opadów (11,2% wszystkich próbek). Najwięcej opadów o odczynie znacznie i silnie obniżonym wystąpiło przy napływie mas powietrza z sektora zachodniego – 165 próbek dobowych opadów, następnie północnego (83), południowego (70), wschodniego (21 próbek) oraz cyrkulacji zmiennej (20 próbek dobowych opadów).

Największa liczba dób opadowych wystąpiła przy napływie mas powietrza z sektora zachodniego, a w dalszej kolejności z sektora południowego, północnego, wschodniego i cyrkulacji miejscowej. Częstość opadów o obniżonym odczynie w stosunku do liczby opadów dobowych z danego sektora jest największa przy cyrkulacji miejscowej, zmiennej, następnie północnej, a w dalszej kolejności południowej, zachodniej i wschodniej (rys. 6-6).



Rysunek 6-6. Liczba dobowych próbek opadu w poszczególnych klasach wartości pH przy różnych sektorach napływu mas powietrza w roku 2009 (N - północny, E - wschodni, S - południowy, W - zachodni, Z - zmienny) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)



Rysunek 6-7. Średnie ważone wartości pH próbek dobowych opadów atmosferycznych z poszczególnych sektorów napływu mas powietrza (N - północny, E - wschodni, S - południowy, W - zachodni, Z - zmienny) w okresie badań w 2009 roku; waga: dobową wysokość opadów, pH=5,6 - wartość naturalna wody opadowej (źródło danych: PMS/GIOŚ)

Średnie ważone wartości pH dobowych próbek opadów dla wszystkich kierunków napływu mas powietrza są z reguły poniżej wartości 5,6 (rys. 6-7). W Suwałkach średnia ważona pH przekroczyła wartość naturalną dla wszystkich kierunków napływu mas powietrza, a w Poznaniu z wyjątkiem cyrkulacji wschodniej. W Świnoujściu wyższą wartość stwierdzono przy cyrkulacji północnej, wschodniej i zachodniej, w Lesku przy wschodniej i miejscowej, zmiennej, natomiast w Gdańsku tylko przy wschodniej, w Kaliszu zachodniej i Chojnicach przy cyrkulacji zmiennej.

6.3.3. Depozycja substancji do podłoża

Wielkości ładunków badanych substancji wnoszonych z opadami atmosferycznymi miesięcznie w 2009 roku na 1 hektar powierzchni reprezentowanych przez poszczególne stacje monitoringowe były następujące:

Parametr	Jednostka	Zakres
Chlorki	kg Cl ⁻	0,00 – 12,58
Siarczany	kg SO ₄ ⁻²	0,00 – 6,08
Azotyny + azotany	kg N	0,00 – 0,95
Azot amonowy	kg N	0,00 – 1,69
Sód	kg Na	0,00 – 5,74
Potas	kg K	0,00 – 0,94
Wapń	kg Ca	0,00 – 3,07
Magnez	kg Mg	0,00 – 0,75
Cynk	kg Zn	0,000 – 0,367
Miedź	kg Cu	0,0000 – 0,0970
Żelazo	kg Fe	0,000 – 0,109
Ołów	kg Pb	0,0000 – 0,0343
Kadm	kg Cd	0,00000 – 0,00160
Nikiel	kg Ni	0,0000 – 0,0099
Chrom ogólny	kg Cr	0,0000 – 0,0040
Mangan	kg Mn	0,0000 – 0,0570
Azot ogólny	kg N	0,00 – 5,10
Fosfor ogólny	kg P	0,000 – 0,264
Jon wodorowy	kg H ⁺	0,0000 – 0,0490

Największe ładunki wniosły opady w czerwcu, a najmniejsze w kwietniu. W odniesieniu do poszczególnych substancji w okresie ciepłym opady wprowadziły większe ładunki w przypadku siarczanów, azotynów i azotanów, azotu amonowego, azotu ogólnego, fosforu ogólnego, sodu, potasu, wapnia, magnezu, miedzi, żelaza, ołowiu, niklu, chromu ogólnego i manganu, natomiast w okresie chłodnym większe były ładunki chlorków, sodu, kadmu i wolnych jonów wodorowych, a w przypadku cynku ładunki w obu okresach kształtowały się na podobnym poziomie. Łączny ładunek wszystkich substancji w okresie ciepłym i chłodnym roku był na podobnym poziomie wielkości (po 50% ładunku rocznego).

Obszary reprezentowane przez poszczególne stacje były w różnym stopniu obciążone badanymi substancjami. Największymi ładunkami rocznymi siarczanów, azotynów i azotanów, azotu ogólnego oraz wolnych jonów wodorowych zostały obciążone obszary reprezentowane przez stację na Kasprowym Wierchu; wapnia, żelaza, ołowiu i kadmu w Katowicach; chlorków, sodu i magnezu w Gdańsku; miedzi i niklu w Lesku; cynku i manganu w Kaliszu; potasu i azotu amonowego w Poznaniu; fosforu ogólnego w Białymstoku; chromu ogólnego w Suwałkach. Najmniejsze roczne ładunki zanieczyszczeń siarczanów, azotu amonowego, wapnia, miedzi, manganu i azotu ogólnego stwierdzono na terenach reprezentowanych przez stację w Łebie; cynku, ołowiu i niklu w Kłodzku; sodu, potasu i żelaza we Włodawie; azotynów i azotanów oraz kadmu w Suwałkach; chlorków i magnezu w Legnicy; fosforu ogólnego w Gorzowie Wlkp.; chromu ogólnego w Świnoujściu; wolnych jonów wodorowych w Toruniu.

Przestrzenny rozkład poszczególnych substancji wprowadzanych z opadem atmosferycznym na obszar Polski w 2009 roku jest różnorodny (rys. 6-8a, 6-8b, 6-8c i 6-8d). Dla wielu substancji wyraźnie jednak wyodrębniają się obszary o największej depozycji w południowej Polsce i najmniejszej w północno-wschodniej części Polski. Najbardziej obciążone ładunkami substancji wprowadzanymi z opadami było województwo śląskie. Z dziesiętnastu badanych wskaźników ładunki siedemnastu były wyższe niż średnie obciążenie obszaru Polski. Jedynie ładunki fosforu ogólnego i wolnych jonów wodorowych

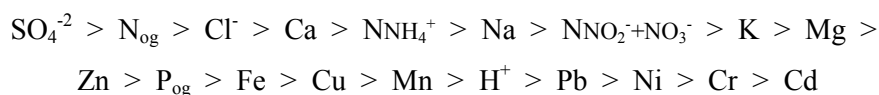
wniesione na obszar tego województwa nie przekraczały średniego obciążenia dla Polski. Najmniej obciążone było województwo lubelskie. Z wyjątkiem azotu amonowego, cynku, miedzi, kadmu i wolnych jonów wodorowych ładunki pozostałych substancji wniesione na obszar tego województwa były mniejsze niż średnie dla całego obszaru Polski. Depozycja jest funkcją stężenia substancji i wysokości opadów, dlatego można oczekiwać, że większy ładunek zostaje wprowadzany na obszary o dużej wysokości opadów. Jednak zmienność stężeń substancji powoduje, że niektóre obszary są obciążane ładunkiem nieproporcjonalnie dużym w stosunku do wysokości opadów (rys. 6-9a, 6-9b i 6-9c).

W roku 2009 depozycja większości badanych substancji była mniejsza od średniej z wielolecia 1999-2008 (rys. 6-10). Obciążenie powierzchniowe obszaru Polski całkowitym ładunkiem wszystkich badanych substancji wynosiło 50,6 kg/ha-rok i było mniejsze o 6,1% od średniej z wielolecia. Jednocześnie jednak w roku 2009 średnioroczna wysokość opadów była wyższa o 5,8% od średniej z wielolecia 1999-2008. Ładunki dziewięciu substancji były wyraźnie mniejsze od średniej z wielolecia: siarczanów o 16,4%, sumy azotynów i azotanów o 9,0%, fosforu ogólnego o 3,5%, magnezu o 12,6%, żelaza o 12,0%, ołowiu o 35,0%, kadmu o 19,5%, niklu o 9,0% i wolnych jonów wodorowych o 33,3%. Ładunki chlorków, azotu amonowego, azotu ogólnego, sodu, wapnia, cynku oraz manganu kształtowały się na poziomie wartości przeciętnej. Ładunek miedzi wzrósł o 18,8%, chromu ogólnego o 17,9% i potasu o 4,8%.

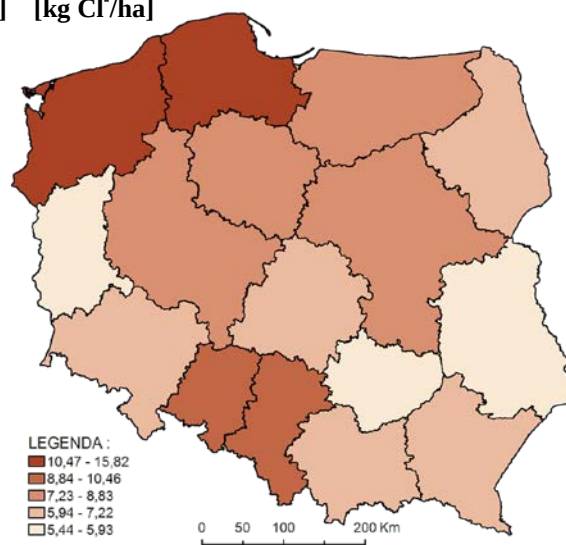
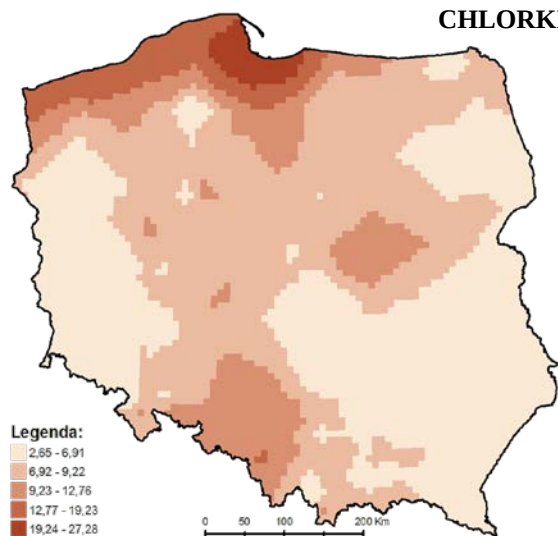
W roku 2009, przy wyższej o 10,1% średniorocznej wysokości opadu niż w roku 2008, roczne ładunki ośmiu substancji były mniejsze: ładunek siarczanów o 9,3%, chlorków o 6,4%, azotynów i azotanów o 10,0%, azotu ogólnego o 7,1%, fosforu ogólnego o 5,7%, wapnia o 1,5%, magnezu o 10,9% i cynku o 6,2%. Większe były ładunki ośmiu substancji: sodu o 7,2%, miedzi o 20,6%, ołowiu o 3,2%, kadmu o 36,2%, niklu o 36,5%, chromu o 32,0%, manganu o 22,9% i wolnych jonów wodorowych o 8,2%. Ładunki azotu amonowego, potasu oraz żelaza kształtowały się w roku 2009 na podobnym poziomie jak w roku 2008.

Depozycja najważniejszych jonów wpływających na zakwaszenie opadów była największa dla siarczanów – średnio $15,78 \text{ kgSO}_4^{2-}/\text{ha-rok}$, następnie dla chlorków – $8,06 \text{ kgCl}^-/\text{ha-rok}$ oraz sumy azotynów i azotanów – $3,14 \text{ kg N}/\text{ha-rok}$. Depozycja wolnych jonów wodorowych, będących miarą stopnia zakwaszenia opadów wyniosła średnio $39,4 \text{ gH}^+/\text{ha-rok}$. W grupie kationów zasadowych powodujących neutralizację opadów (wapń, magnez, sód i potas), największa depozycja była dla wapnia – $6,61 \text{ kgCa}/\text{ha-rok}$, a najmniejsza dla magnezu – $0,90 \text{ kg Mg}/\text{ha-rok}$. Depozycja związków biogenych (azotu i fosforu) przyczyniających się do zmian warunków troficznych i stymulacji procesu eutrofizacji wód powierzchniowych wynosiła średnio $11,86 \text{ kgN}/\text{ha-rok}$ dla azotu ogólnego i $0,331 \text{ kgP}/\text{ha-rok}$ dla fosforu ogólnego. Spośród analizowanych metali ciężkich (cynk, miedź, ołów, żelazo, nikiel, kadm, chrom, mangan) największa była depozycja cynku – $382 \text{ gZn}/\text{ha-rok}$, a najmniejsza kadmu – $1,7 \text{ gCd}/\text{ha-rok}$.

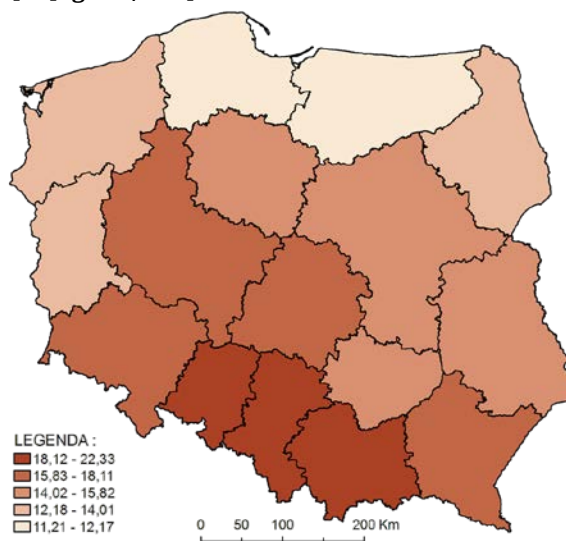
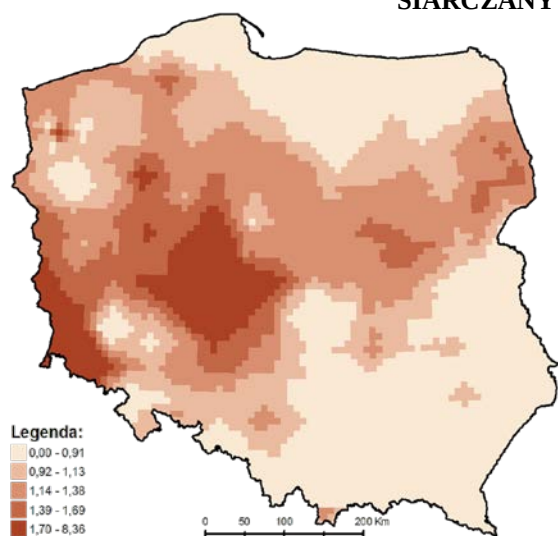
Procentowy udział poszczególnych składników w ładunku całkowitym substancji wprowadzanych z opadem atmosferycznym na obszar Polski w 2009 roku przedstawia rys. 6-11. Wielkości ładunków maleją zgodnie z szeregiem:



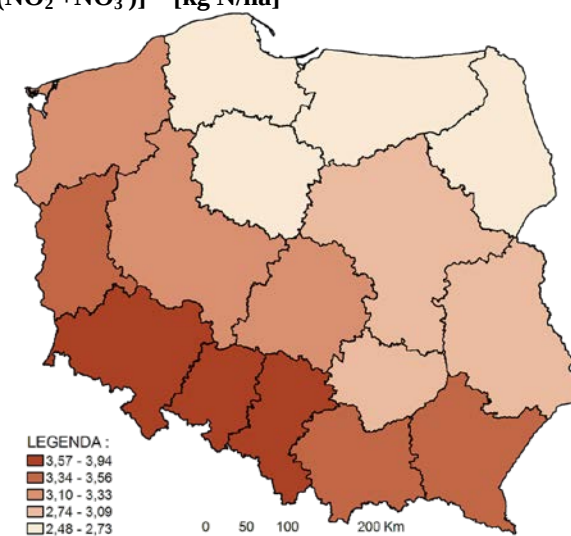
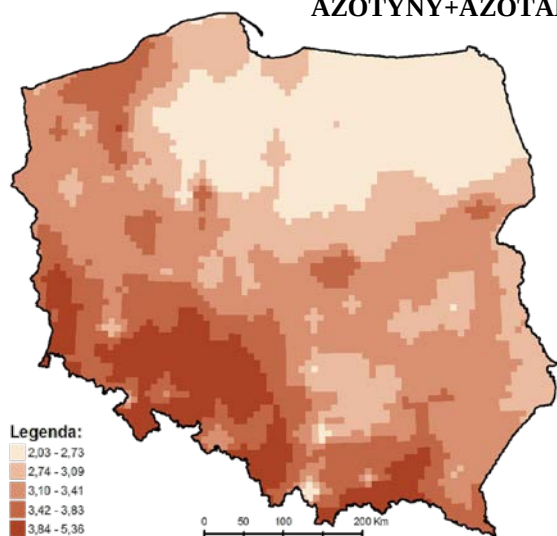
**ŁADUNKI
CHLORKI [Cl] [kg Cl/ha]**



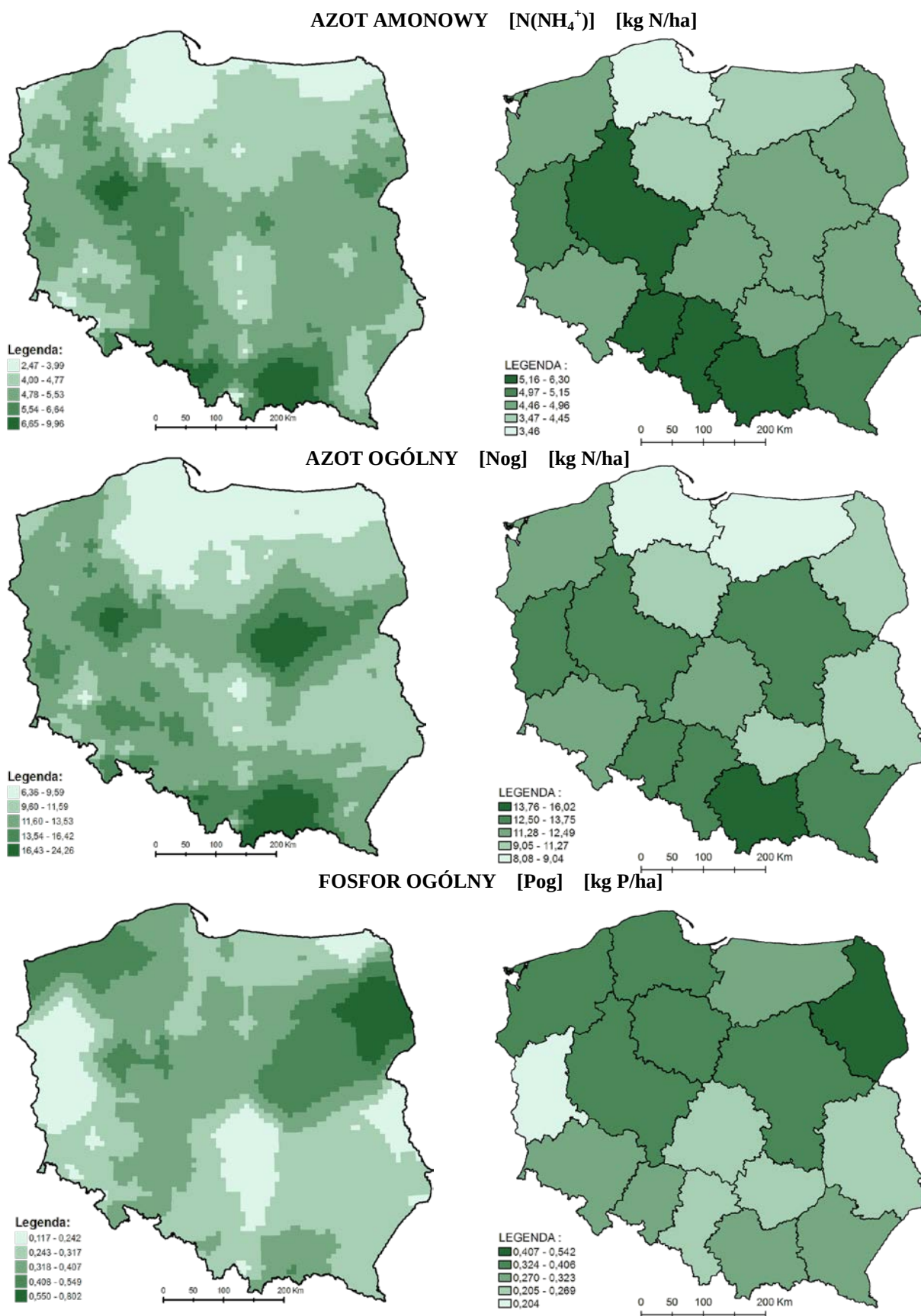
SIARCZANY [SO₄⁻²] [kg SO₄⁻²/ha]



AZOTYNY+AZOTANY [N(NO₂⁻+NO₃⁻)] [kg N/ha]

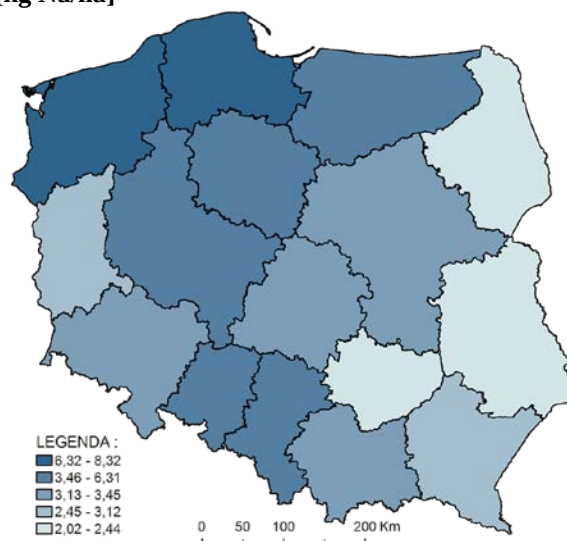
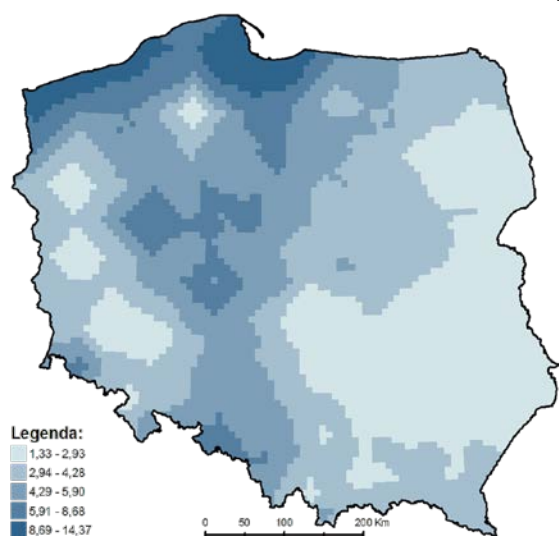


Rysunek 6-8a. Rozkład przestrzenny rocznych ładunków poszczególnych substancji deponowanych wraz z opadami na obszar Polski w 2009 roku i średnich na obszary poszczególnych województw (cz. I) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

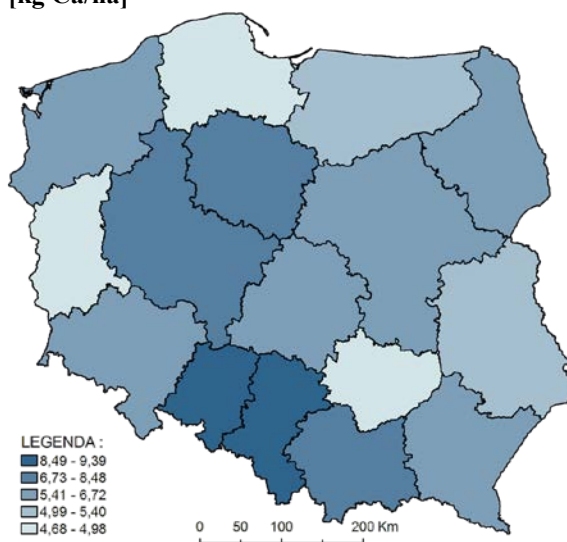
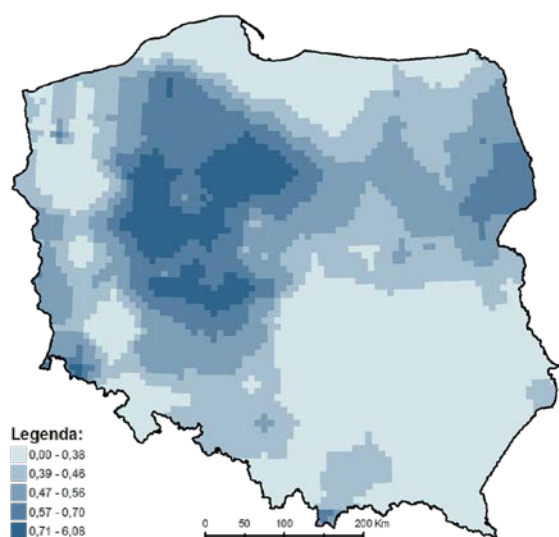


Rysunek 6-8b. Rozkład przestrzenny rocznych ładunków poszczególnych substancji deponowanych wraz z opadami na obszar Polski w 2009 roku i średnich na obszary poszczególnych województw (cz. II) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

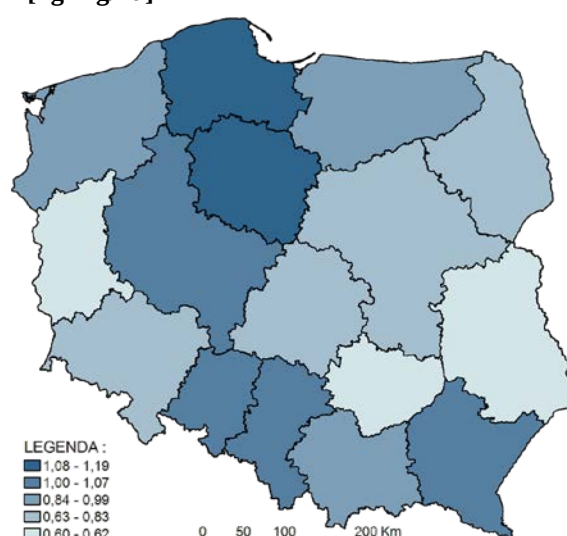
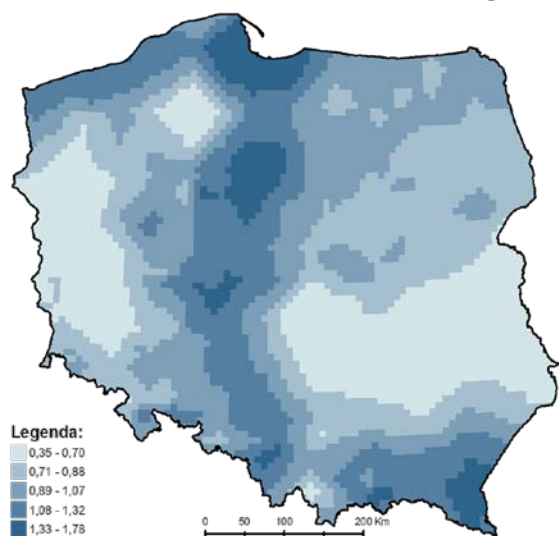
SÓD [Na] [kg Na/ha]



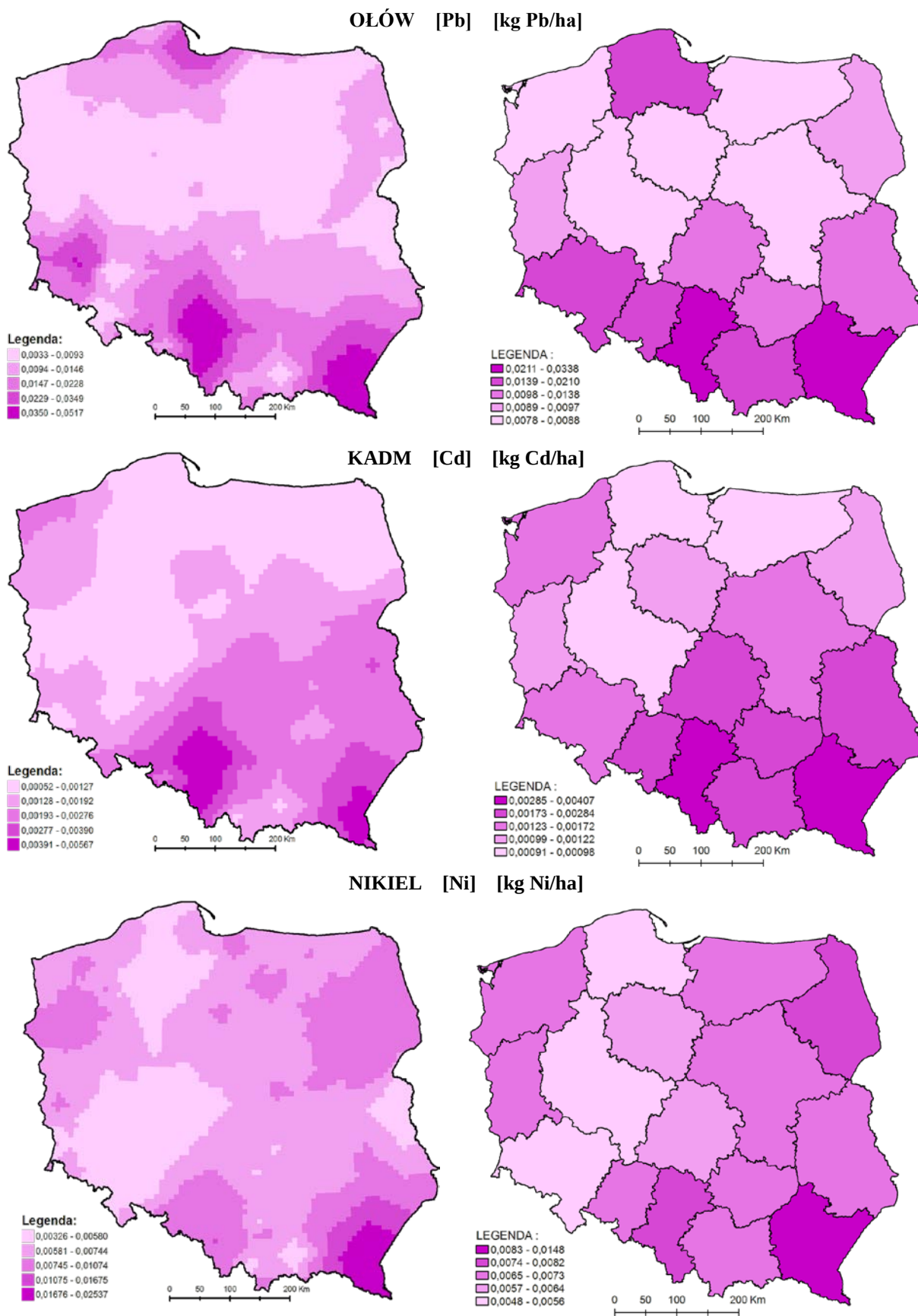
WAPŃ [Ca] [kg Ca/ha]



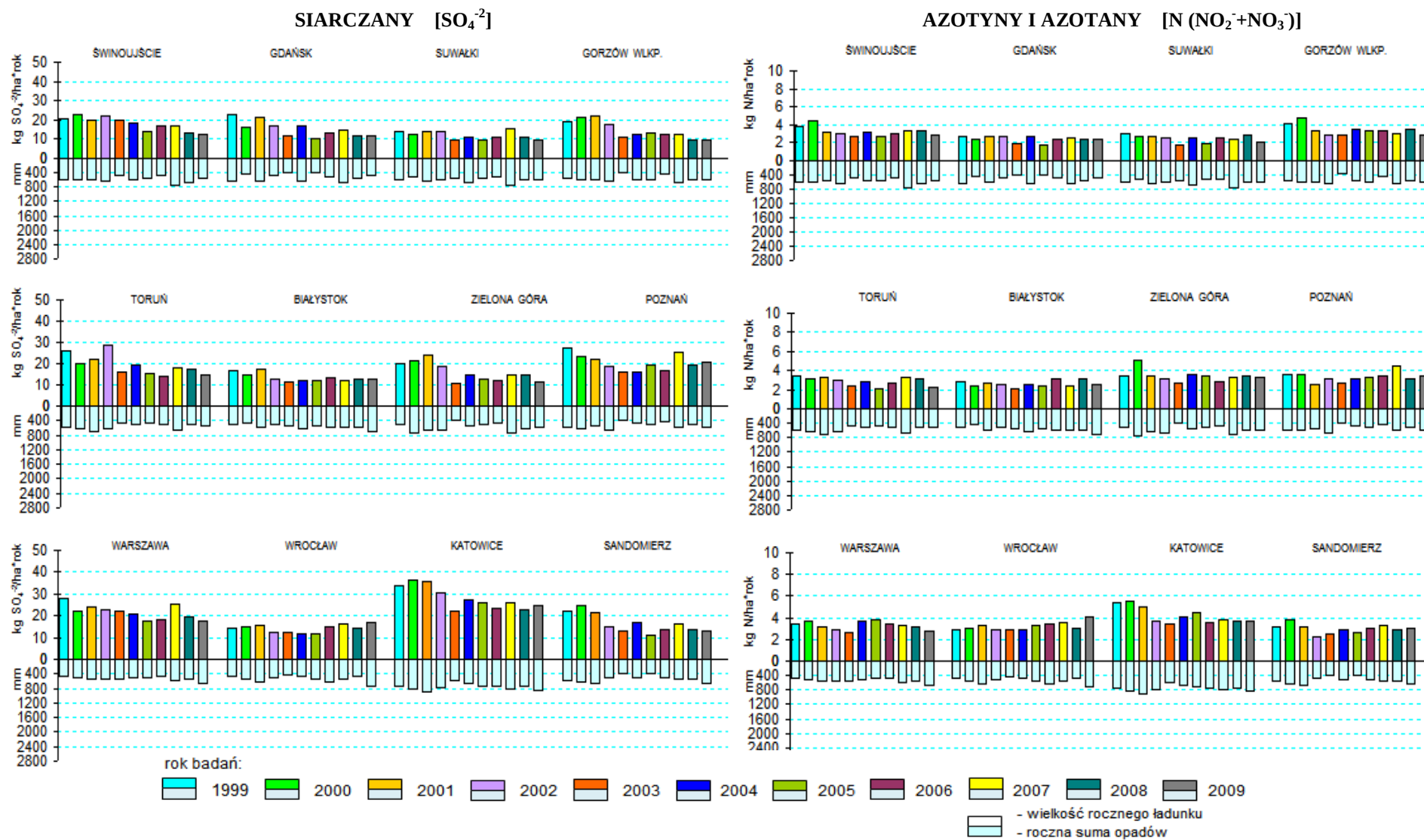
MAGNEZ [Mg] [kg Mg/ha]



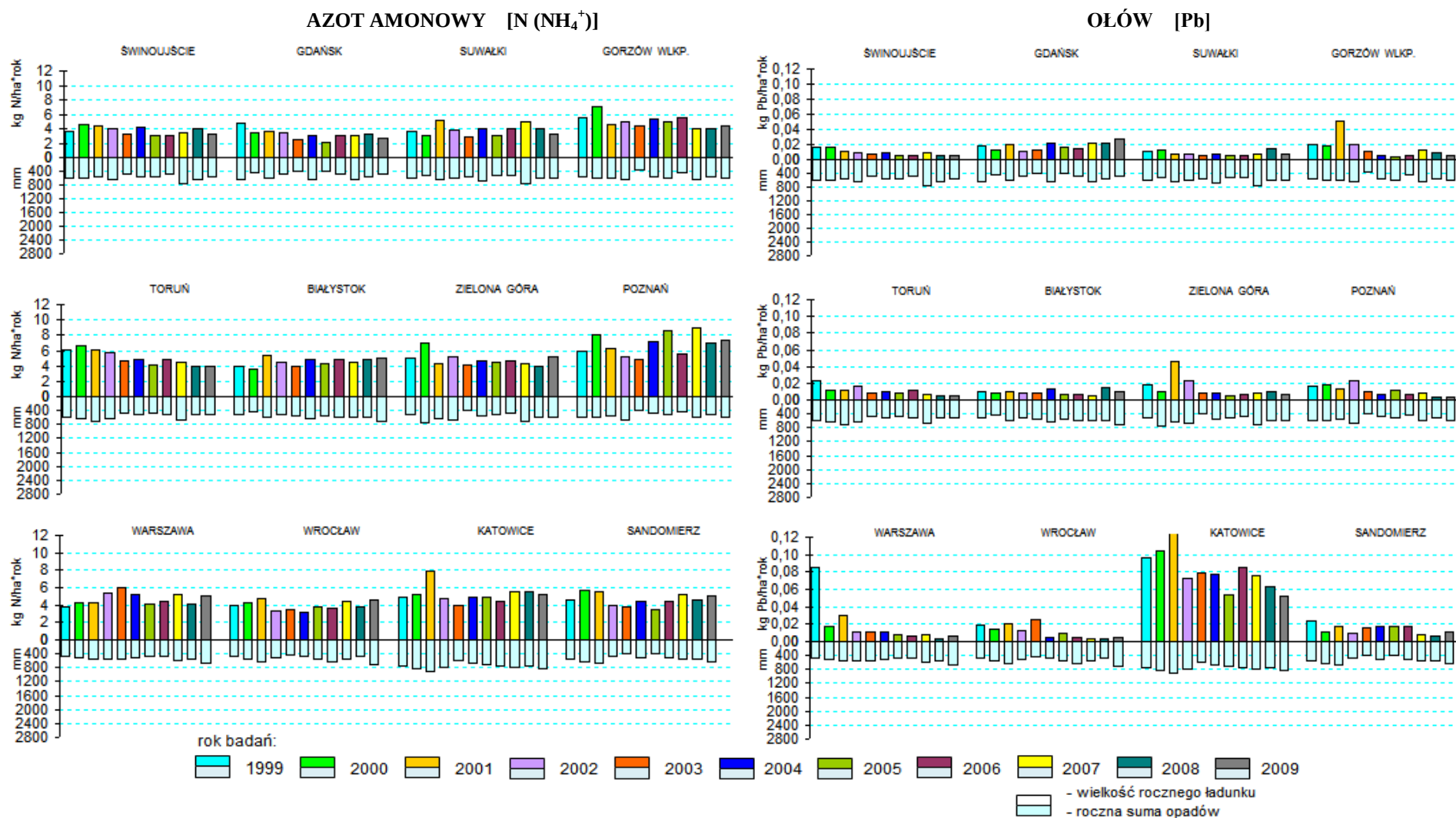
Rysunek 6-8c. Rozkład przestrzenny rocznych ładunków poszczególnych substancji deponowanych wraz z opadami na obszar Polski w 2009 roku i średnich na obszary poszczególnych województw (cz. III) (źródło danych: PMS/GIOS)



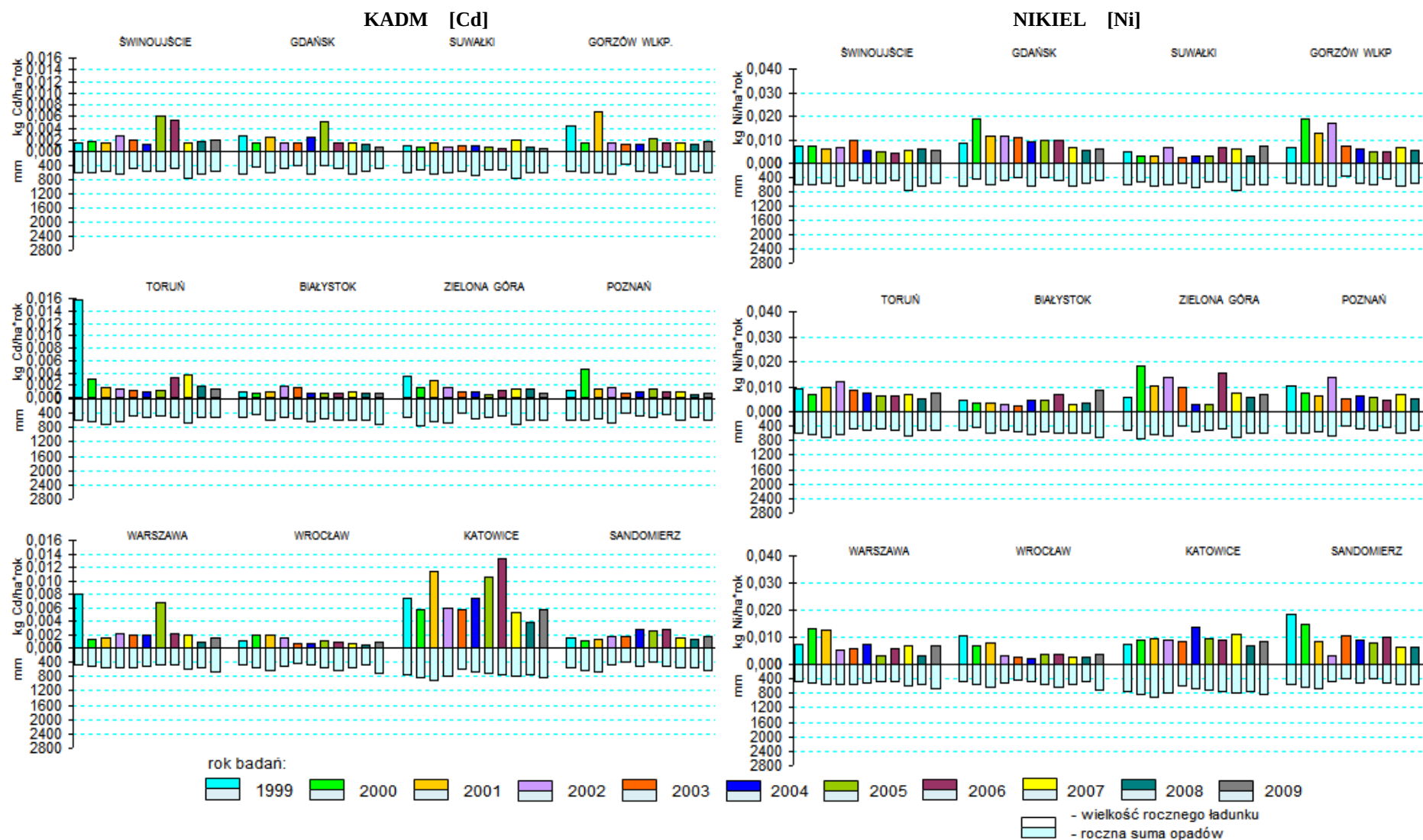
Rysunek 6-8d. Rozkład przestrzenny rocznych ładunków poszczególnych substancji deponowanych wraz z opadami na obszar Polski w 2009 roku i średnich na obszary poszczególnych województw (cz. IV) (źródło danych: PMŚ/GIOS)



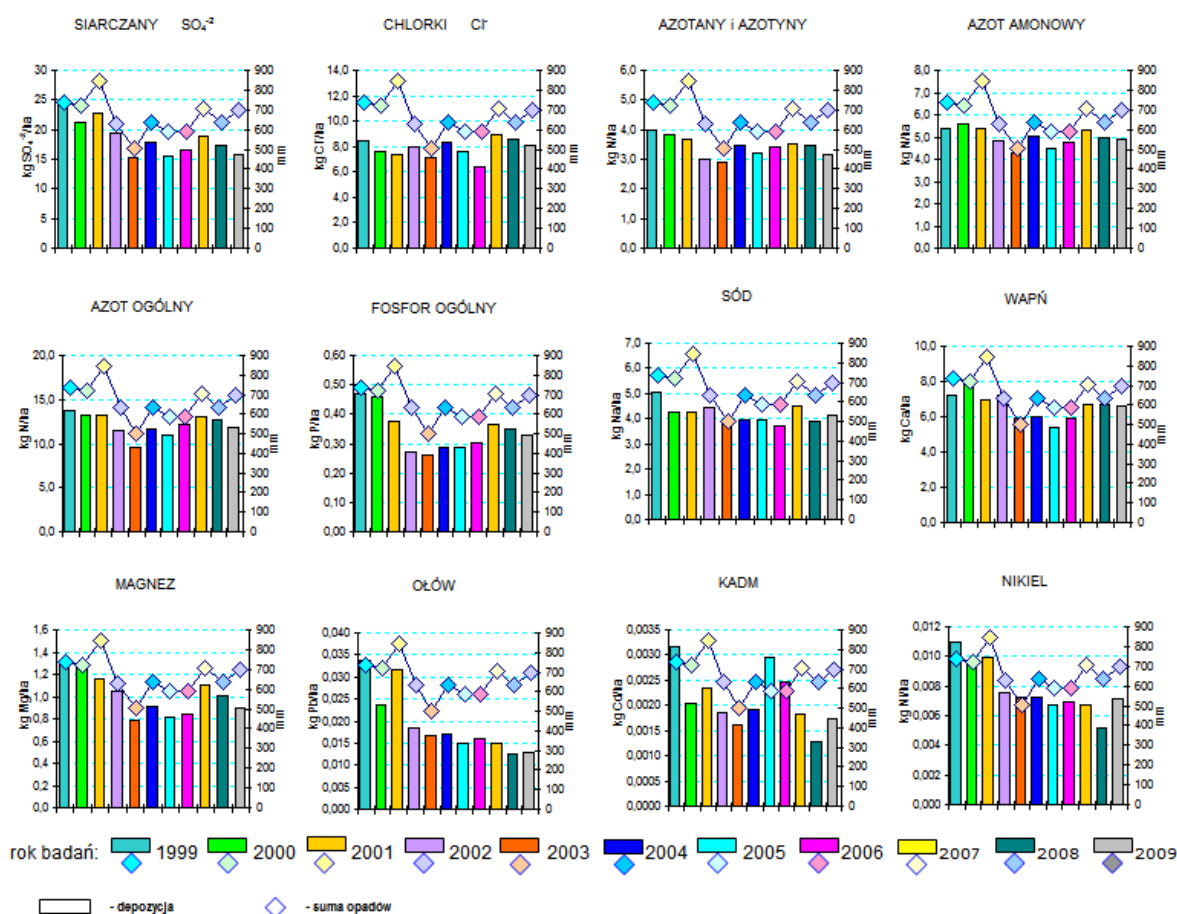
Rysunek 6-9a. Depozycja substancji wprowadzanych z opadem atmosferycznym na tereny stacji pomiarowo-kontrolnych w poszczególnych latach 1999-2009 (wielkości ładunków w kg/ha-rok) i roczne sumy opadów (mm) – cz. I. (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)



Rysunek 6-9b. Depozycja substancji wprowadzanych z opadem atmosferycznym na tereny stacji pomiarowo-kontrolnych w poszczególnych latach 1999-2009 (wielkości ładunków w kg/ha-rok) i roczne sumy opadów (mm) – cz. II. (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)



Rysunek 6-9c. Depozycja substancji wprowadzanych z opadem atmosferycznym na tereny stacji pomiarowo-kontrolnych w poszczególnych latach 1999-2009 (wielkości ładunków w kg/ha-rok) i roczne sumy opadów (mm) – cz. III. (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

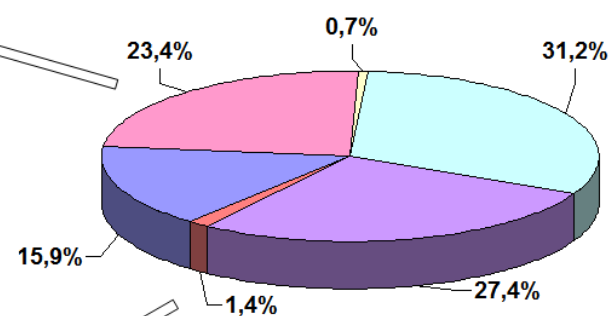
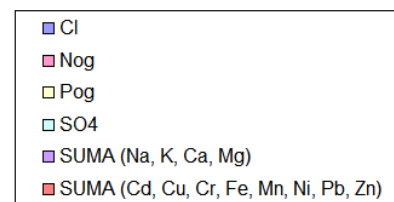
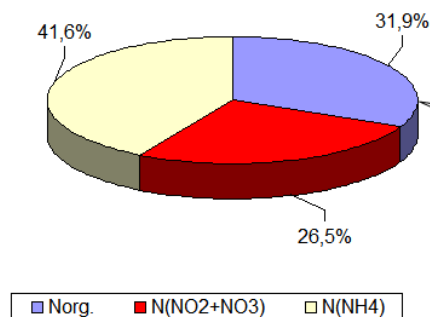


Rysunek 6-10. Depozycja substancji wprowadzanych z opadem atmosferycznym na obszar Polski w poszczególnych latach 1999-2009 (wielkości ładunków w kg/ha-rok) i średnioroczne sumy opadów (mm) (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

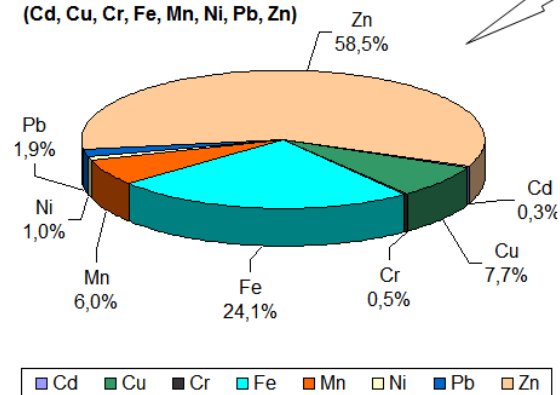
W roku 2009 opady atmosferyczne wniosły na obszar Polski następujące ładunki:

substancja		ładunek całkowity [Mg]	ład. jednostkowy [kg/ha]
siarczany	SO_4^{2-}	493 417	15,78
chlorki	Cl^-	252 024	8,06
suma azotanów i azotynów	N	98 183	3,14
azot amonowy	N	154 154	4,93
azot ogólny	N	370 844	11,86
fosfor ogólny	P	10 349,9	0,331
sód	Na	129 764	4,15
potas	K	68 478	2,19
wapń	Ca	206 685	6,61
magnez	Mg	28 142	0,90
cynk	Zn	12 726,3	0,407
miedź	Cu	1 682,25	0,0538
żelazo	Fe	5 253,1	0,168
ołów	Pb	406,49	0,0130
kadm	Cd	54,095	0,00173
nikiel	Ni	222,01	0,0071
chrom	Cr	103,186	0,0033
mangan	Mn	1 310,15	0,0419
wolne jony wodorowe	H^+	1232,0	0,0394

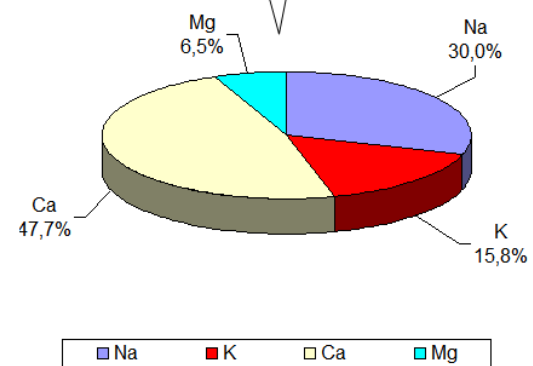
AZOT OGÓLNY



SUMA METALI (Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn)



SUMA METALI (Na, K, Ca, Mg)



Rysunek 6-11. Udział procentowy wielkości ładunków zanieczyszczeń wniesiony przez opady atmosferyczne w 2009 r. na obszar Polski (źródło danych: PMŚ/GIOŚ)

6.4. Podsumowanie

Badania monitoringowe chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża wykazują, że zanieczyszczenia transportowane w atmosferze i wprowadzane wraz z opadem na obszar Polski, pomimo korzystnej tendencji, stanowią nadal znaczące źródło zanieczyszczeń, mogących oddziaływać na środowisko. Dlatego wyniki badania chemizmu opadów atmosferycznych nie mogą być pomijane w bilansowaniu ładunków zanieczyszczeń, a także w przedsięwzięciach związanych z oceną stanu środowiska. Muszą być także uwzględniane w tworzeniu i realizacji programów ochronnych i renaturyzacyjnych.

Spośród substancji wnoszonych z opadem atmosferycznym szczególnie ujemny wpływ na stan środowiska mogą mieć kwasotwórcze związki siarki i azotu, związki biogenne i metale ciężkie. Niska buforowość i mała mineralizacja opadów powodują, że już minimalne ilości kwasotwórczych związków siarki i azotu obniżają wyraźnie odczyn opadów i zwiększają koncentrację wolnych jonów wodorowych. Opady o odczynie obniżonym (kwaśne deszcze) stanowią znaczne zagrożenie nie tylko dla środowiska, ale również dla infrastruktury technicznej. Związki biogenne (azotu i fosforu) w istotny sposób przyczyniają się do zmian warunków troficznych gleby i wód. Metale ciężkie stanowią zagrożenie dla produkcji roślinnej, czy też dla zlewni wodociągowych, szczególnie z powodu zdolności do kumulowania się.

Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża jest obecnie najpełniejszym źródłem wiedzy o wielkościach i przestrzennym rozłożeniu depozycji zanieczyszczeń w odniesieniu do obszaru całego kraju. Wyniki badań umożliwiają tworzenie i korygowanie programów poprawy jakości wód, szczególnie w aspekcie zagrożenia wód przez substancje biogenne pochodzące z rolnictwa, gdyż dają podstawę do aktualizacji wielkości maksymalnych dawek nawozowych. Inne pola możliwego wykorzystania wyników to: badania wpływu depozycji z opadów na rośliny, glebę, litosferę, obiekty materialne, sporządzania bilansów substancji w ekosystemach oraz do celów prognostycznych.

Bibliografia

1. Biuletyny Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa, styczeń-grudzień 2009
2. Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża w latach 2010-2012. Raport roczny z badań monitoringowych w 2009 roku; praca niepublikowana, wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Liana E., Błachuta J., Gendolla T., Pobudejski M., Karska L., IMGW, Wrocław, 2010
3. Internet: <http://www.gios.gov.pl> - Komponenty Środowiska – Stan i Trendy. Powietrze
4. Kulisz J., Kwaśne deszcze i ich wpływ na środowisko, Wyd. Geologiczne, Warszawa, 1988
5. Jansen W., Block A., Knack J., Kwaśne deszcze. Historia, Powstawanie, Skutki, AURORA 4/88, Kraków, 1988

Załącznik

Prawo Unii Europejskiej i prawo polskie w zakresie pomiarów i ocen jakości powietrza i przeciwdziałania jego zanieczyszczaniu oraz w zakresie ochrony klimatu

Prawo Unii Europejskiej w zakresie pomiarów i ocen jakości powietrza oraz przeciwdziałania jego zanieczyszczaniu:

- dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 roku w sprawie jakości powietrza i czystsze powietrze dla Europy (Dz. Urz. UE L 152 z 11.06.2008, str.1);
- dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2004/107/WE z dnia 15 grudnia 2004 r. w sprawie arsenu, kadmu, niklu, rtęci i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w otaczającym powietrzu (Dz. Urz. UE L 23 z 26.01.2005, str.3);
- dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/WE z dnia 24 listopada 2010 r. o emisjach przemysłowych (Dz. Urz. UE L 334 z 17.12.2010, str. 17);
- dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/1/WE dotycząca zintegrowanego zapobiegania zanieczyszczeniom i ich kontroli (Dz. Urz. UE L 24 z 29.01.2008, str. 8);
- dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2001/81/WE z dnia 23 października 2001 r. w sprawie krajowych poziomów emisji dla niektórych rodzajów zanieczyszczenia powietrza (Dz. Urz. UE L 309 z 27.11.2001, str. 22);
- dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywę 2001/77/WE oraz 2003/30/WE (Dz. Urz. UE L 140 z 05.06.2009, str. 16);
- dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2005/33/WE z dnia 6 lipca 2005 r. zmieniająca dyrektywę 1999/32/WE w zakresie zawartości siarki w paliwach żeglugowych (Dz. Urz. UE L 191 z 22.07.2005);
- dyrektywa Rady 1999/32/WE z dnia 26 kwietnia 1999 r. odnosząca się do redukcji zawartości siarki w niektórych paliwach ciekłych oraz zmieniająca dyrektywę 93/12/EWG (Dz. Urz. WE L 121 z 11.05.1999, str. 13);
- dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2003/17/WE z dnia 3 marca 2003 r. zmieniająca dyrektywę 98/70/WE odnoszącą się do jakości benzyny i olejów napędowych (Dz. Urz. WE L 74 z 22.03.2003, str. 10);
- dyrektywa Rady 1999/13/WE z dnia 11 marca 1999 r. w sprawie ograniczenia emisji lotnych związków organicznych spowodowanej użyciem organicznych rozpuszczalników podczas niektórych czynności i w niektórych urządzeniach (Dz. Urz. WE L 85 z 29.03.1999, str. 1);
- dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2004/42/WE z dnia 21 kwietnia 2004 r. w sprawie ograniczeń emisji lotnych związków organicznych w wyniku stosowania rozpuszczalników organicznych w niektórych farbach i lakierach oraz produktach do odnawiania pojazdów, a także zmieniająca dyrektywę 1999/13/WE (Dz. Urz. UE L 143 z 30.04.2004, str. 87);
- dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2000/76/WE z dnia 4 grudnia 2000 r. w sprawie spalania odpadów (Dz. Urz. WE L 332 z 28.12.2000, str. 91);
- dyrektywa Rady 92/112/EWG z dnia 15 grudnia 1992 r. w sprawie procedur harmonizacji programów mających na celu ograniczanie i ostateczną eliminację zanieczyszczeń powodowanych przez odpady pochodzące z przemysłu ditlenku tytanu (Dz. Urz. WE L 409 z 31.12.1992, str. 11);
- dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/WE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (Dz. Urz. UE L 153 z 18.06.2010, str. 13);

- dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2006/32/WE z dnia 5 kwietnia 2006 r. w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych oraz uchylająca dyrektywę Rady 93/76/EWG (Dz. Urz. UE L 114 z 27.04.2006, str. 64);
- decyzja Rady 97/101/WE z dnia 27 stycznia 1997 r. ustanawiająca system wzajemnej wymiany informacji i danych pochodzących z sieci i poszczególnych stacji dokonujących pomiarów zanieczyszczeń otaczającego powietrza w Państwach Członkowskich (Dz. Urz. WE L 35 z 5.02.1997);
- decyzja Komisji 2004/461/WE z dnia 29 kwietnia 2004 r. ustanawiająca kwestionariusz do wykorzystania w rocznym sprawozdaniu w sprawie oceny jakości otaczającego powietrza zgodnie z dyrektywami Rady 96/62/WE i 1999/30/WE oraz zgodnie z dyrektywami 2000/69/WE i 2002/3/WE Parlamentu Europejskiego i Rady (Dz. Urz. WE L 156 z 30.04.2004, str. 84) z poprawkami wprowadzonymi w Dz. Urz. UE L 202 z 7.06.2004, str. 63;
- decyzja Komisji 2004/224/WE z dnia 20 lutego 2004 r. ustanawiająca zasady składania informacji na temat planów i programów wymaganych na mocy dyrektywy Rady 96/62/WE w związku z wartościami dopuszczalnymi dla niektórych substancji zanieczyszczających otaczające powietrze (Dz. Urz. UE L 68 z 6.3.2004, s. 27);
- rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady 166/2006 z dnia 18 stycznia 2006 r. w sprawie ustanowienia Europejskiego Rejestru Uwalniania i Transferu Zanieczyszczeń i zmieniającego dyrektywę Rady 91/689/EWG i 96/61/WE (Dz. Urz. UE L 33 z 04.02.2006, str. 1).

Prawo polskie w zakresie pomiarów i ocen jakości powietrza oraz przeciwdziałania jego zanieczyszczaniu:

- ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2008 r. Nr 25, poz. 150, z późn. zm.);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 17 grudnia 2008 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. z 2009 r. Nr 5, poz. 31);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 marca 2008 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2008 r. Nr 47, poz. 281);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie zakresu i sposobu przekazywania informacji dotyczących zanieczyszczenia powietrza (Dz. U. z 2008 r. Nr 216, poz. 1377);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 marca 2008 r. w sprawie stref, w których dokonuje się oceny jakości powietrza (Dz. U. z 2008 r. Nr 52, poz. 310);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia z dnia 8 lutego 2008 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać programy ochrony powietrza (Dz. U. z 2008 r. Nr 38, poz. 221);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 2 lipca 2010 r. w sprawie rodzajów instalacji, których eksploatacja wymaga zgłoszenia (Dz. U. 2010 r. Nr 130, poz. 880)
- rozporządzenie MŚ z dnia 22 kwietnia 2011 r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji (Dz. U. z 2011 r. Nr 95 poz. 558)
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 2 lipca 2010 r. w sprawie przypadków, w których wprowadzanie gazów lub pyłów do powietrza z instalacji nie wymaga pozwolenia (Dz. U. z 2010 r. Nr 130 poz. 881);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2010 r. Nr 16 poz. 87);

- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 listopada 2008 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji oraz pomiarów ilości pobieranej wody (Dz. U. z 2008 r. Nr 206 poz. 1291);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 28 września 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych warunków udzielania pomocy publicznej na przedsięwzięcia będące inwestycjami służącymi redukcji emisji ze źródeł spalania paliw (Dz. U. z 2009 r. Nr 162 poz. 1294);
- ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. – o systemie monitorowania i kontrolowania jakości paliw (Dz. U. z 2006 r. Nr 169, poz. 1200, z późn. zm.);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 kwietnia 2004 r. w sprawie wymagań, jakie powinny spełniać statki powietrzne ze względu na ochronę środowiska (Dz. U. z 2004 r. Nr 122 poz. 1271);
- rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 16 stycznia 2007 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących ograniczenia emisji lotnych związków organicznych powstających w wyniku wykorzystywania rozpuszczalników organicznych w niektórych farbach i lakierach oraz w mieszaninach do odnawiania pojazdów (Dz. U. z 2007 r. Nr 11 poz. 72, z późn. zm.);
- rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 25 marca 2009 r. w sprawie wymagań dotyczących zawartości siarki w paliwie żegludowym (Dz. U. z 2009 r. Nr 58 poz. 477, z późn. zm.);
- rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 stycznia 2007 r. w sprawie wymagań jakościowych dotyczących zawartości siarki dla olejów oraz rodzajów instalacji i warunków, w których będą stosowane ciężkie oleje opałowe (Dz. U. z 2007 r. Nr 4 poz. 30);
- rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 9 grudnia 2008 r. w sprawie wymagań jakościowych dla paliw ciekłych (Dz. U. z 2008 r. Nr 221 poz. 1441);

Prawo Unii Europejskiej w zakresie ochrony klimatu:

- dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2004/101/WE z dnia 27 października 2004 r. zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE ustanawiającą system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych we Wspólnocie, z uwzględnieniem mechanizmów projektowych Protokołu z Kioto (Dz. Urz. UE L 338 z 13.11.2004, str. 18);
- dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2003/87/WE z dnia 13 października 2003 r. ustanawiająca system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych we Wspólnocie oraz zmieniająca dyrektywę Rady 96/61/WE (Dz. Urz. UE L 275 z 25.10.2003, str. 32);
- dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/101/WE z dnia 19 listopada 2008 r. zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE w celu uwzględnienia działalności lotniczej w systemie handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych we Wspólnocie (Dz. Urz. UE L 8 z 13.01.2009, str. 3);
- dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/29/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE w celu usprawnienia i rozszerzenia wspólnotowego systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych (Dz. Urz. UE L 140 z 05.06.2009, str. 63);
- dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE (Dz. Urz. UE L 140 z 05.06.2009, str. 16);
- decyzja Parlamentu Europejskiego i Rady 280/2004/WE z dnia 11 lutego 2004 r. dotycząca mechanizmu monitorowania emisji gazów cieplarnianych we Wspólnocie oraz wykonania Protokołu z Kioto (Dz. Urz. UE L 49 z 19.02.2004, str. 1);
- decyzja Komisji 2005/166/WE z dnia 10 lutego 2005 r. ustanawiająca zasady wykonania decyzji Parlamentu Europejskiego i Rady 280/2004/WE dotyczącej mechanizmu monitorowania emisji

gazów cieplarnianych we Wspólnocie i wykonania Protokołu z Kioto (Dz. Urz. UE L 55 z 01.03.2005, str. 57);

- decyzja Komisji 2007/589/WE z dnia 18 lipca 2007 r. ustanawiająca wytyczne dotyczące monitorowania i sprawozdawczości w zakresie emisji gazów cieplarnianych zgodnie z dyrektywą 2003/87/WE Parlamentu Europejskiego i Rady (Dz. Urz. UE L 229 z 31.08.2007, str. 1);
- decyzja Komisji 2006/780/WE z dnia 13 listopada 2006 r. w sprawie zapobiegania podwójnemu liczeniu redukcji emisji gazów cieplarnianych w ramach wspólnotowego systemu handlu uprawnieniami do emisji zgodnie z dyrektywą 2003/87/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w przypadku projektów realizowanych w ramach Protokołu z Kioto (Dz. Urz. UE L 316 z 16.11.2006, str. 12);
- decyzja Komisji 2009/450/WE z dnia 8 czerwca 2009 r. w sprawie szczegółowej interpretacji rodzajów działalności lotniczej wymienionych w załączniku I do dyrektywy 2003/87/WE Parlamentu Europejskiego i Rady (Dz. Urz. UE L 149 z 12.06.2009, str. 69).

Prawo polskie w zakresie ochrony klimatu:

- ustawa z dnia 22 grudnia 2004 r. o handlu uprawnieniami do emisji do powietrza gazów cieplarnianych i innych substancji (Dz. U. z 2004 r. Nr 281 poz. 2784 z późn. zm.);
- ustawa z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (Dz. U. z 2009 r. Nr 130 poz. 1070 z późn. zm.);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 12 września 2008 r. w sprawie sposobu monitorowania wielkości emisji substancji objętych wspólnotowym systemem handlu uprawnieniami do emisji (Dz. U. z 2008 r. Nr 183 poz. 1142);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 7 marca 2006 r. w sprawie informacji wymaganych do opracowania krajowego planu rozdziału uprawnień do emisji (Dz. U. z 2006 r. Nr 43 poz. 308);
- rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 1 lipca 2008 r. w sprawie przyjęcia Krajowego Planu Rozdziału Uprawnień do emisji dwutlenku węgla na lata 2008-2012 dla wspólnotowego systemu handlu uprawnieniami do emisji (Dz. U. z 2008 r. Nr 202 poz. 1248);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 lipca 2009 r. w sprawie rodzajów instalacji objętych wspólnotowym systemem handlu uprawnieniami do emisji (Dz. U. z 2009 r. Nr 136 poz. 1120);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 28 grudnia 2010 r. w sprawie wzoru formularza raportu oraz sposobu jego wprowadzania do Krajowej bazy o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji (Dz. U. z 2011 r. Nr 3 poz. 4);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 września 2005 r. w sprawie wyznaczenia Krajowego Administratora Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji (Dz. U. z 2005 r. Nr 186 poz. 1562);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2006 r. w sprawie wymagań dla audytorów uprawnionych do weryfikacji rocznych raportów (Dz. U. z 2006 r. Nr 23 poz. 176);
- rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 20 października 2009 r. w sprawie rodzajów programów i projektów przeznaczonych do realizacji w ramach Krajowego systemu zielonych inwestycji (Dz. U. z 2009 r. Nr 187 poz. 1445);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 5 sierpnia 2010 r. w sprawie określenia formy i układu oraz zakresu informacji zawartych w raportach i sprawozdaniu dotyczących programów lub projektów realizowanych w ramach Krajowego systemu zielonych inwestycji (Dz. U. z 2010 r. Nr 152 poz. 1027);

- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 sierpnia 2010 r. w sprawie rodzajów przedsięwzięć, które mogą być realizowane jako projekty wspólnych wdrożeń na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej (Dz. U. z 2010 r. Nr 167 poz. 1132);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 grudnia 2010 r. w sprawie szczegółowego zakresu informacji zawartych w dokumentacji projektowej (Dz. U. z 2010 r. Nr 240 poz. 1608);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 25 października 2010 r. w sprawie wniosku o wydanie listu popierającego projekt wspólnych wdrożeń (Dz. U. z 2010 r. Nr 213 poz. 1406);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 10 listopada 2010 r. w sprawie sprawozdania z monitorowania projektu wspólnych wdrożeń i raportu z weryfikacji liczby jednostek redukcji emisji powstałych w wyniku realizacji projektu wspólnych wdrożeń (Dz. U. 2010 r. Nr 225 poz. 1472);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 kwietnia 2011 r. w sprawie wymagań w zakresie wykształcenia oraz doświadczenia zawodowego osób zatrudnionych w jednostce uprawnionej do weryfikacji raportów określających osiągnięte efekty związane z redukcją emisji gazów cieplarnianych (Dz. U. 2011 r. Nr 102 poz. 592).