



Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

Jakość powietrza w Polsce w roku 2024 w świetle wyników pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska



**NARODOWY FUNDUSZ
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ**

Praca wykonana na podstawie umowy nr GIOŚ/ZP/5/2025/DMS/NFOŚ z dnia 30 stycznia 2025 r. zawartej pomiędzy Głównym Inspektoratem Ochrony Środowiska a Instytutem Ochrony Środowiska – Państwowym Instytutem Badawczym oraz INF AIR Sp. z o.o., finansowanej ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Warszawa, 2025

Opracowano w Instytucie Ochrony Środowiska - Państwowym Instytucie Badawczym oraz INFAIR Sp. z o.o. Dominik Kobus (przez zespół w składzie: Krzysztof Skotak, Anna Degórska, Jakub Bratkowski, Marcin Syrzycki i Dominik Kobus) na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, na podstawie wyników pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMS).

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

Spis treści

1. Wprowadzenie	5
2. Przyjęte w opracowaniu założenia, kryteria i oznaczenia	6
3. Podstawy prawne monitoringu jakości powietrza w ramach PMŚ	10
4. Charakterystyka warunków meteorologicznych	13
5. Stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5}.....	18
5.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	19
5.2. Wskaźnik średniego narażenia	25
5.3. Jakość powietrza w miastach	27
5.4. Epizody wysokich stężeń	29
5.5. Ocena skutków zdrowotnych.....	32
6. Stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀.....	36
6.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	37
6.2. Jakość powietrza w miastach	46
6.3. Epizody wysokich stężeń	49
7. Stężenia benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀	56
7.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	57
7.2. Jakość powietrza w miastach	62
7.3. Epizody wysokich stężeń	63
8. Stężenia arsenu As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀	69
8.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	70
8.2. Jakość powietrza w miastach	75
8.3. Epizody wysokich stężeń	76
9. Stężenia niklu Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀.....	80
9.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	81
9.2. Jakość powietrza w miastach	86
9.3. Epizody wysokich stężeń	88
10. Stężenia kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀.....	91
10.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	92
10.2. Jakość powietrza w miastach	97
10.3. Epizody wysokich stężeń	98

11. Stężenia ołowiu Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀	101
11.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	102
11.2. Jakość powietrza w miastach	107
11.3. Epizody wysokich stężeń	108
12. Stężenia ozonu O₃	113
12.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	114
12.2. Jakość powietrza w miastach	124
12.3. Epizody wysokich stężeń	127
12.4. Ocena jakości powietrza w skali kraju – ochrona roślin	130
13. Stężenia dwutlenku azotu NO₂	139
13.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	140
13.2. Jakość powietrza w miastach	149
13.3. Epizody wysokich stężeń	150
14. Stężenia dwutlenku siarki SO₂	155
14.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	156
14.2. Jakość powietrza w miastach	168
14.3. Epizody wysokich stężeń	170
15. Stężenia tlenku węgla CO	173
15.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	174
15.2. Jakość powietrza w miastach	179
15.3. Epizody wysokich stężeń	180
16. Stężenia benzenu C₆H₆	184
16.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	185
16.2. Jakość powietrza w miastach	190
16.3. Epizody wysokich stężeń	191
17. Wnioski	196
17.1. Ocena przyczyn wysokich stężeń	196
17.2. Trendy zanieczyszczeń	197
17.2.1. Ocena statystyczna trendów zanieczyszczeń w skali kraju	198
17.2.2. Ocena statystyczna trendów z uwzględnieniem typu obszaru	199
17.2.3. Ocena statystyczna trendów zanieczyszczeń w miastach	201
18. Bibliografia	206

1. Wprowadzenie

Raport podsumowujący wyniki badań prowadzonych przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska w ramach pomiarów Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ) za rok 2024 stanowi kontynuację tego typu opracowań wykonanych w latach poprzednich. Struktura raportu nawiązuje do opracowania z roku poprzedniego, z zaznaczonym wyraźnym podziałem omawianych zagadnień na poszczególne zanieczyszczenia. W celu zapewnienia przejrzystości i spójności tematycznej pomiędzy rozdziałami, każdy rozdział ma identyczną strukturę (z wyjątkiem rozdziałów poświęconych pyłowi zawieszonemu PM_{2,5} oraz ozonowi). Dzięki ujednoliceniu sposobów prezentacji wyników (w tym tabelaryczną oraz graficzną), raport ten zachowuje spójność z innymi opracowaniami udostępnianymi przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska w zakresie jakości powietrza.

W opracowaniu, podsumowanie wyników badań podano w zagregowany sposób wskazując na zaobserwowane w 2024 roku przekroczenia w strefach oraz analizę trendów dla stref, miast pogrupowanych według poszczególnych kategorii liczebności mieszkańców oraz typów obszarów i typów stacji. W opracowaniu przedstawiono szczegółowo uzyskane w 2024 roku wyniki dla wszystkich zanieczyszczeń w ujęciu stref, na tle zmian stężeń z roku na rok oraz zmian w stosunku do średnich z wielolecia. Informacje z pojedynczych stacji (stanowisk) ograniczono do map oraz rozkładów zmian dobowych określonych parametrów przedstawianych na wykresach.

Opracowanie zawiera analizę epizodów wysokich stężeń dla wszystkich z omawianych zanieczyszczeń, przy zastosowaniu metod statystycznych do identyfikacji okresów odbiegających od typowego rozkładu stężeń dla danego zanieczyszczenia.

W opracowaniu przedstawiono analizę skutków zdrowotnych w wyniku ekspozycji długookresowej na pył zawieszony PM_{2,5} z zastosowaniem identycznych założeń zastosowanych w najnowszym opracowaniu Europejskiej Agencji Środowiska na temat ryzyka zdrowotnego związanego z zanieczyszczeniem powietrza.

Ze względu na charakter raportu, w którym analizy ograniczono do najważniejszych faktów, podsumowanie zawiera wyniki testów statystycznych zmian stężeń w okresie 2010-2024 prezentowanych dla wszystkich analizowanych parametrów, zanieczyszczeń, stref oraz obszaru kraju, typów stacji i miast, ze wskazaniem istotności statystycznej trendu oraz stopnia jego nachylenia.

Dane o jakości powietrza zawarte w raporcie opracowano na podstawie wyników pomiarów stężeń zanieczyszczeń powietrza prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ), zgromadzonych w krajowej bazie danych JPOAT Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska.

2. Przyjęte w opracowaniu założenia, kryteria i oznaczenia

Przyjęte założenia metodyczne

Przeprowadzone analizy wykonano z wykorzystaniem wyników pomiarów zanieczyszczeń powietrza prowadzonych na stanowiskach uwzględnionych w ocenach rocznych jakości powietrza. Oznacza to, że w raporcie analizowano serie pomiarowe, które spełniały kryteria minimalnej kompletności serii i równomiernego rozłożenia wyników w roku zawarte w *Rozporządzeniu Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 11 grudnia 2020 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu*¹ i zostały wykorzystane w ocenie rocznej za 2024 r.

Kolejność rozdziałów w raporcie nie jest przypadkowa. W pierwszej kolejności omawiane są zanieczyszczenia uznane za najbardziej problematyczne, dla których w Polsce obserwowane są przekroczenia wartości kryterialnych ustalonych prawnie, tj. kolejno pył zawieszony PM_{2,5}, pył zawieszony PM₁₀ wraz z oznaczanymi w nim benzo(a)pirenem i metalami ciężkimi, a następnie ozon, dwutlenek azotu i kolejne zanieczyszczenia, jak dwutlenek siarki, tlenek węgla i benzen.

Wyniki analiz zawartych w raporcie przeprowadzono wielotorowo, stosując zasadę przejścia od ogółu do szczegółu. W poszczególnych rozdziałach, poświęconych kolejnym zanieczyszczeniom, przedstawiono informacje dla każdego z analizowanych parametrów według poniższego schematu:

- 1) Podrozdział **Ocena jakości powietrza w skali kraju** zawiera podsumowanie przeprowadzonych analiz dla kraju z uwzględnieniem podziału na strefy, w których dokonuje się oceny jakości powietrza, czyli dla aglomeracji powyżej 250 tys. mieszkańców, dużych miast (o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys. lub zbliżonej do tej wartości) i pozostałego obszaru województwa, niewchodzącego w skład aglomeracji i miast².

W tym podrozdziale zawarto ocenę uzyskiwanych wyników w ramach PMŚ:

- i) z odniesieniem do określonych prawnie wartości normowanych, aktualnie obowiązujących poziomów dopuszczalnych, poziomów docelowych i poziomu celu długoterminowego dla kryterium ochrony zdrowia (i dla kryteriów ochrony roślin w zakresie ozonu) zawartych w *Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu*³,
- ii) dla 2024 roku z uwzględnieniem zmian w stosunku do roku 2023 oraz w okresie wielolecia 2010-2023 wraz z oceną trendów krajowych,
- iii) dla różnych typów stacji ze wskazaniem na relacje pomiędzy stężeniami oraz dodatkowo z uwzględnieniem trendów.

¹ Dz. U. z 2024 r. poz. 870

² podział Polski na strefy określony w załączniku do ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska, z uwzględnieniem definicji stref podanej w art. 87 ustawy - Poś

³ Dz. U. z 2021 r. poz. 845

- 2) Podrozdział **Jakość powietrza w miastach**, zawiera podsumowanie wyników analiz w roku 2024 oraz w okresie 2010-2024 z uwzględnieniem obszarów pozamiejskich i podziału miast na kategorie związane z wielkością populacji:
- i) miasta poniżej 10 tys. mieszkańców,
 - ii) miasta z liczbą mieszkańców w granicach 10 - 25 tys.,
 - iii) miasta z liczbą mieszkańców w granicach 25 - 50 tys.,
 - iv) miasta z liczbą mieszkańców w granicach 50 - 100 tys.,
 - v) miasta z liczbą mieszkańców w granicach 100 - 250 tys.,
 - vi) miasta z liczbą mieszkańców w granicach 250 - 500 tys.,
 - vii) miasta z liczbą mieszkańców powyżej 500 tys.,
 - viii) obszary pozamiejskie.
- 3) Podrozdział **Epizody wysokich stężeń** zawiera analizę epizodów wysokich stężeń. W celu ujednolicenia podejścia do identyfikacji występowania epizodów wysokich stężeń oraz uniknięcia kwalifikacji jako epizodu pojedynczych przypadków lokalnych, zastosowano identyczną dla każdego zanieczyszczenia i analizowanego parametru metodę statystyczną identyfikacji progu epizodu (stężenia granicznego), dla okresów odbiegających od typowego rozkładu stężeń. Metoda ta, polega na wyznaczeniu stężeń średnich dla każdej doby z uwzględnieniem wszystkich stanowisk pomiarowych wykorzystanych w ocenie oraz obliczeniu na tej podstawie stężenia średniego rocznego. Wyznaczona wartość progowa epizodu stanowi 200% tak obliczanego stężenia średniego rocznego. W przypadku NO₂ oraz As i Pb oznaczanych w pyłe zawieszonym PM₁₀ zastosowano ostrzejsze kryterium na poziomie 150% ze względu na niezidentyfikowanie epizodów na poziomie kryterium 200%. Wartość progu podawana jest w każdym rozdziale dla poszczególnych zanieczyszczeń.
- Za okresy podwyższonych stężeń z wartościami odbiegającymi od rozkładu statystycznego uznano dni, w których obserwuje się średnie dobowe wartości wyższe od wyznaczonego progu epizodu. Za epizod uznaje się taką sytuację, gdy przekroczenia wyznaczonego progu utrzymywały się, co najmniej przez następujące po sobie 3 dni.
- W tym podrozdziale przedstawiono zmienność dobową dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach, które były podstawą zastosowania opisanej wyżej metodyki. W podrozdziale nie analizowano epizodów dzień po dniu, głównie ze względu na okresy trwania epizodów. Zawarto w nim podsumowanie każdego z epizodów w zwartej formie z podaniem najwyższych statystyk. Ponadto, na mapach przedstawiono dla wszystkich stanowisk pomiarowych wartości stężeń uśrednionych przez cały okres trwania danego epizodu.

4) Specyficzne dla danego zanieczyszczenia **dodatkowe podrozdziały**.

Dla pyłu zawieszonego PM_{2,5} wprowadzono dwa dodatkowe podrozdziały:

- 1) **Wskaźnik średniego narażenia**, podrozdział zawierający podsumowanie najważniejszych informacji dotyczących oceny wskaźnika średniego narażenia dla lat 2019-2024 dla poszczególnych miast i aglomeracji oraz krajowy wskaźnik średniego narażenia dla 2024 roku⁴;
- 2) **Ocena skutków zdrowotnych**, podrozdział zawierający szacowanie skutków zdrowotnych powodowanych długookresowym narażeniem na pył zawieszony PM_{2,5}. W tym podrozdziale uwzględniono podział kraju na strefy, w których dokonuje się oceny jakości powietrza. Szacowanie skutków zdrowotnych ograniczono do liczby przedwczesnych zgonów ogółem. Ocenę tę wykonano metodyką zgodną ze stosowaną przez Europejską Agencję Środowiska (EAŚ). Do szacowania skutków zdrowotnych zastosowano wartość ryzyka względnego zgonu zastosowaną w ostatnim raporcie EAŚ, tj. na poziomie 8% przy wzroście stężenia o 10 µg/m³ i dodatkowym założeniu nieuwzględnienia skutków zdrowotnych poniżej 5 µg/m³.

Dla ozonu wprowadzono dodatkowy podrozdział - Ocena jakości powietrza w skali kraju – ochrona roślin. Rozdział ten ma podobną strukturę do pozostałych, ale ze względu na charakter analiz nieobejmujących obszarów miejskich, stanowi podsumowanie wyników uzyskanych w strefach z wyłączeniem miast i aglomeracji uzupełniony o trendy.

Przyjęte skróty i oznaczenia (w szczególności używane w tabelach i na rysunkach)

Skróty nazw własnych:

EAŚ – Europejska Agencja Środowiska

GIOŚ – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

IOŚ-PIB – Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy

PMŚ – Państwowy Monitoring Środowiska

Skróty zanieczyszczeń parametrów i wskaźników:

S_a - stężenie średnie roczne

S₂₄ - stężenie średnie dobowe

S_{1h} - stężenie godzinne

S_{8h(k)max} - maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich kroczących

P_{NN,N} – percentyl (centyl) rzędu NN,N, jednostka statystyczna opisująca położenie danego wyniku względem całej serii pomiarowej. NN,N określa ile wyników (procentowo) jest niższych bądź wyższych obliczonej wartości. Percentyl może być obliczany dla stężeń 1-godz., 24-godz. lub stężeń 8-godz. średnich kroczących

SOMO₃₅ - wskaźnik określający zanieczyszczenie powietrza ozonem (*ang. Sum of Ozone Means Over 35 ppb*), obliczany na podstawie maksimów dziennych ze stężeń 8-godz., jako suma różnic pomiędzy wartością tego stężenia wyrażoną w µg/m³ a wartością 70 µg/m³ (35 ppb), dla każdego dnia w roku, dla którego stężenie to jest większe od 70 µg/m³

⁴ GIOŚ 2024, „Wskaźniki średniego narażenia na pył zawieszony PM_{2,5} dla miast powyżej 100 tys. mieszkańców i aglomeracji oraz krajowy wskaźnik średniego narażenia w 2023 roku”, Warszawa, 2024

AOT40 - wskaźnik jakości powietrza dla ozonu pod kątem ochrony roślin, obliczany na podstawie stężeń 1-godz., jako suma różnic pomiędzy stężeniem 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 $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Skróty zanieczyszczeń:

pył PM_{2,5} - pył zawieszony o średnicy aerodynamicznej ziaren poniżej $2,5 \mu\text{m}$

pył PM₁₀ - pył zawieszony o średnicy aerodynamicznej ziaren poniżej $10 \mu\text{m}$

B(a)P - benzo(a)piren oznaczany w pyłe zawieszonym PM₁₀

As - arsen oznaczany w pyłe zawieszonym PM₁₀

Cd - kadm oznaczany w pyłe zawieszonym PM₁₀

Ni - nikiel oznaczany w pyłe zawieszonym PM₁₀

Pb - ołów oznaczany w pyłe zawieszonym PM₁₀

O₃ - ozon

NO₂ - dwutlenek azotu

SO₂ - dwutlenek siarki

CO - tlenek węgla

C₆H₆ - benzen

3. Podstawy prawne monitoringu jakości powietrza w ramach PMŚ

Monitoring jakości powietrza w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska był prowadzony w 2024 roku zgodnie z zapisami zawartymi w dokumencie „Wykonawczy Program Państwowego Monitoringu środowiska na rok 2024. Monitoring jakości powietrza”. Program ten stanowi wypełnienie przepisu art. 4a ust. 1 pkt 5 ustawy z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska. Został opracowany w Departamencie Monitoringu Środowiska Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska i zatwierdzony przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska.

Zgodnie z tym programem w roku 2024 realizowano:

1. zadania związane z badaniem i oceną stanu zanieczyszczenia powietrza zgodnie z wymaganiami prawa krajowego, do którego przetransponowane zostały wymagania przepisów Unii Europejskiej:
 - badania i roczne oceny jakości powietrza w strefach,
 - pięcioletnie oceny jakości powietrza na potrzeby ustalenia odpowiedniego sposobu wykonywania rocznych ocen jakości powietrza w strefach,
 - informowanie o ryzyku wystąpienia przekroczenia i wystąpieniu przekroczenia poziomu informowania, poziomu alarmowego, poziomu dopuszczalnego i poziomu docelowego substancji w powietrzu,
 - monitoring tła miejskiego pod kątem wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w pyłe zawieszonym PM₁₀,
 - pomiary stanu zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym PM_{2,5} dla potrzeb oceny dotrzymania krajowego celu redukcji narażenia,
 - monitoring składu pyłu zawieszonego PM₁₀ i PM_{2,5}, rtęci w stanie gazowym oraz depozycji metali ciężkich i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych na stacjach monitoringu tła regionalnego,
 - określanie tła substancji w powietrzu,
 - monitoring prekursorów ozonu;
2. zadania związane z modelowaniem i prognozowaniem zanieczyszczenia powietrza:
 - wspomaganie systemu ocen jakości powietrza metodami modelowania matematycznego transportu i przemian substancji w powietrzu,
 - weryfikacja informacji o źródłach i ładunkach substancji odprowadzanych do powietrza znajdujących się w Centralnej Bazie Emisyjnej prowadzonej przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami IOŚ-PIB (KOBiZE IOŚ-PIB), dla potrzeb modelowania matematycznego transportu i przemian substancji w powietrzu,
 - krótkoterminowe prognozy zanieczyszczenia powietrza,
 - określanie wpływu źródeł transgranicznych na jakość powietrza,
 - określenie reprezentatywności stanowisk pomiarowych funkcjonujących w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska;
3. programy badawcze dotyczące zjawisk globalnych i kontynentalnych, których realizacja wynika z podpisanych przez Polskę konwencji ekologicznych:
 - monitoring tła zanieczyszczenia atmosfery wg programów EMEP, GAW/WMO i COMBINE/HELCOM,

- monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i ocena depozycji zanieczyszczeń do podłoża, w tym wzmocnienie oceny depozycji w Polsce w oparciu o doświadczenia norweskie,
- pomiary stanu warstwy ozonowej nad Polską oraz pomiary natężenia promieniowania UV-B.

Wymienione zadania realizowano zgodnie z przepisami prawnymi zawartymi w następujących dokumentach prawa polskiego, Unii Europejskiej oraz konwencjach międzynarodowych:

- ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska;
- ustawa z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska;
- ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko;
- rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 15 lutego 2023 r. w sprawie zakresu i sposobu przekazywania informacji dotyczących zanieczyszczenia powietrza (Dz. U. z 2023 r. poz. 350);
- rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 11 grudnia 2020 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu;
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu;
- rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 14 listopada 2022 r. w sprawie sposobu obliczania wskaźników średniego narażenia oraz sposobu oceny dotrzymania pułapu stężenia ekspozycji;
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 sierpnia 2012 r. w sprawie krajowego celu redukcji narażenia;
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu;
- rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 21 grudnia 2020 r. w sprawie systemu informatycznego Inspekcji Ochrony Środowiska „Ekoinfonet”; rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 listopada 2010 r. w sprawie sposobu i częstotliwości aktualizacji informacji o środowisku (Dz. U. z 2010 r. Nr 227 poz. 1485);
- dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 roku w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy;
- 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;
- dyrektywa Komisji (UE) 2015/1480 z dnia 28 sierpnia 2015 r. zmieniająca niektóre załączniki do dyrektyw Parlamentu Europejskiego i Rady 2004/107/WE i 2008/50/WE ustanawiających przepisy dotyczące metod referencyjnych, zatwierdzania danych i lokalizacji punktów pomiarowych do oceny jakości powietrza;
- decyzja wykonawcza Komisji 2011/850/UE z dnia 12 grudnia 2011 r. ustanawiająca zasady stosowania dyrektyw 2004/107/WE i 2008/50/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do systemu wzajemnej wymiany informacji oraz sprawozdań dotyczących jakości otaczającego powietrza;
- Konwencja w sprawie transgranicznego zanieczyszczania powietrza na dalekie odległości;

- protokół do Konwencji z 1979 r. w sprawie transgranicznego zanieczyszczania powietrza na dalekie odległości, dotyczący długofalowego finansowania wspólnego programu monitoringu i oceny przenoszenia zanieczyszczeń powietrza na dalekie odległości w Europie (EMEP);
- program monitoringu Bałtyku (COMBINE) w ramach Konwencji o ochronie środowiska morskiego obszaru Morza Bałtyckiego;
- program Global Atmosphere Watch (GAW) Światowej Organizacji Meteorologicznej (WMO);
- Konwencja Wiedeńska o Ochronie Warstwy Ozonowej.

W niniejszym raporcie prezentowane są przede wszystkim wyniki uzyskane w ramach realizacji zadania związanego z badaniem i oceną stanu zanieczyszczenia powietrza w celu uzyskania dla wszystkich stref w kraju informacji o poziomach substancji w powietrzu w odniesieniu do standardów jakości powietrza i innych kryteriów oceny jakości powietrza.

Aktualna sieć monitoringu jakości powietrza została opracowana w oparciu o wyniki oceny pięcioletniej wykonanej w 2019 roku. W 2024 roku wykonano kolejną ocenę pięcioletnią, która stanowi podstawę do przeglądu i modyfikacji aktualnej sieci. Dane ze stacji pomiarowych gromadzono w wojewódzkich bazach danych CAS i bazie danych monitoringu jakości powietrza JPOAT, działającej w ramach Systemu informatycznego GIOŚ - SI EKOINFONET i zostały wykorzystane m.in. do opracowania niniejszego raportu. W 2023 roku dokonano modernizacji bazy danych i uruchomiono ją jako JPOAT 3,0. W 2024 roku obie bazy funkcjonowały równolegle.

4. Charakterystyka warunków meteorologicznych

Na poziom stężeń zanieczyszczeń w danym dniu istotny wpływ mają aktualne warunki meteorologiczne oraz warunki meteorologiczne utrzymujące się w dniach poprzednich. Takie parametry, jak: prędkość wiatru, stan równowagi atmosfery, wysokość warstwy mieszania, temperatura powietrza, natężenie promieniowania słonecznego, opady atmosferyczne, kierunek napływu mas powietrza mają wpływ na intensywność dyspersji zanieczyszczeń w atmosferze, tempo zachodzących przemian, powstawania i zaniku zanieczyszczeń w atmosferze. Z drugiej strony warunki meteorologiczne mają również wpływ na wielkość emisji zanieczyszczeń do powietrza, zwłaszcza w procesach spalania paliw w sektorze komunalno-bytowym. Tym samym od warunków meteorologicznych zależy w dużym stopniu stan zanieczyszczenia atmosfery i poziom stężeń zanieczyszczeń notowany na stacjach pomiarowych. Warunki meteorologiczne sprzyjające utrzymywaniu się niskich stężeń i warunki sprzyjające kumulacji zanieczyszczeń w przyziemnej warstwie atmosfery występują z różną intensywnością i różną częstością w każdym roku. W latach, w których częstość występowania korzystnych warunków meteorologicznych była wyższa od średniej dla wielolecia, normowane parametry statystyczne (stężenie średnie roczne, stężenie maksymalne, częstość przekroczeń poziomu dopuszczalnego lub docelowego) z rocznych serii stężeń większości zanieczyszczeń zwykle były niższe od średnich w wieloleciu. Jeżeli niesprzyjające warunki meteorologiczne w ciągu roku występowały częściej niż przeciętnie i z większym natężeniem, wówczas normowane parametry statystyczne z serii pomiarowych były wyższe, niż w innych latach.

Warunki meteorologiczne w sezonie chłodnym, w wielu rejonach kraju w znaczącym stopniu wpływają na to, czy wartości kryterialne dla pyłu zawieszonego PM₁₀ i PM_{2,5}, benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM₁₀ oraz SO₂ w danym roku będą dotrzymane, czy przekroczone.

Od warunków meteorologicznych zależy:

- emisja zanieczyszczeń pyłowych (pyłu zawieszonego PM₁₀ i oznaczanego w nim B(a)P, a także pyłu zawieszonego PM_{2,5}) związana z ogrzewaniem budynków (uwarunkowana temperaturą powietrza, prędkością wiatru, natężeniem promieniowania słonecznego, wilgotnością);
- emisja zanieczyszczeń gazowych związana z ogrzewaniem budynków (uwarunkowana temperaturą powietrza, prędkością wiatru, natężeniem promieniowania słonecznego, wilgotnością);
- intensywność rozpraszania zanieczyszczeń w atmosferze (zależna od prędkości i kierunku wiatru, stanu równowagi atmosfery, wysokości warstwy mieszania);
- pochłanianie przez podłoże, przemiany i wymywanie zanieczyszczeń z atmosfery (zależne od opadów atmosferycznych, wilgotności, temperatury, natężenia promieniowania słonecznego, stanu równowagi atmosfery);
- transport zanieczyszczonych mas powietrza (zanieczyszczenia wtórne i pierwotne) z innych obszarów ze źródłami emisji (kształtowany przez 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 (związany z prędkością wiatru, wilgotnością powietrza i podłoża, stanu równowagi atmosfery).

Jeżeli w sezonie chłodnym częściej niż przeciętnie występują niekorzystne warunki meteorologiczne (duże spadki temperatury powietrza, niska prędkość wiatru, długotrwałe

inwersje temperatury powietrza w przyziemnej warstwie atmosfery), to w większej liczbie dni notowane są podwyższone stężenia zanieczyszczeń powietrza (nie dotyczy to ozonu), co w rezultacie prowadzi do podniesienia wartości parametrów statystycznych z rocznych serii pomiarowych, w niektórych przypadkach do wartości przekraczających poziomy dopuszczalne i docelowe.

Charakterystykę warunków meteorologicznych roku 2024 przedstawiono na podstawie danych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego (IMGW-PIB), a w szczególności opracowanego raportu „Klimat Polski 2024”.

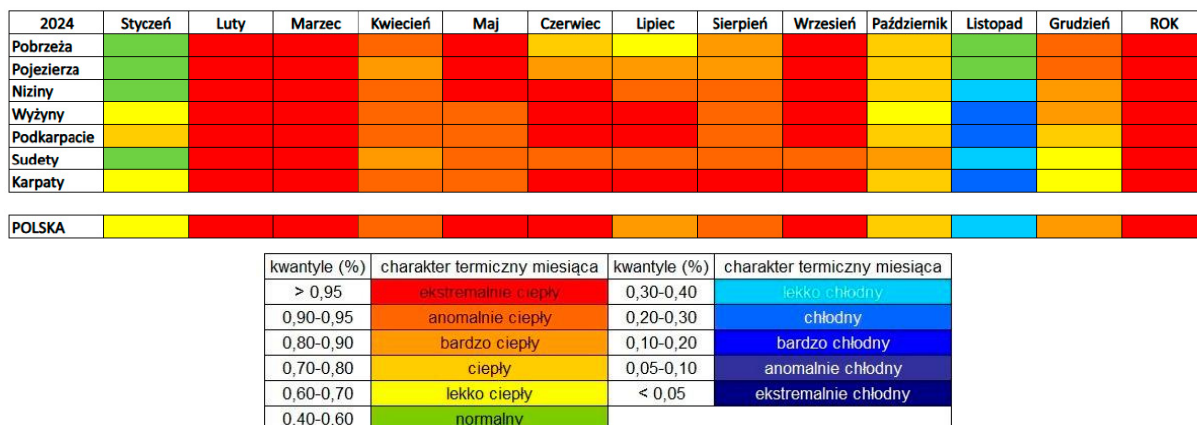
Rok 2024 był ekstremalnie ciepłym we wszystkich regionach kraju i jednocześnie najcieplejszym rokiem. Najchłodniejszy był rok 2010, od którego zaczynają się przeprowadzone w kolejnych rozdziałach analizy stanu zanieczyszczenia powietrza w wieloleciu. Warto zauważyć, że w ostatniej dekadzie tylko rok 2021 został określony jako normalny, podczas gdy wcześniejsze 3 lata były ekstremalnie ciepłe lub anomalnie ciepłe, a 2022 – bardzo ciepły i 2023 – ekstremalnie ciepły (Rys. 4-1).

ROK	REGION						
	POBRZEŻA	POJEZIERZA	NIZINY	WYŻYNY	PODKARPACIE	SUDETY	KARPATY
2010							
2011							
2012							
2013							
2014							
2015							
2016							
2017							
2018							
2019							
2020							
2021							
2022							
2023							
2024							

Rys. 4-1. Charakterystyka termiczna lat 2010-2024

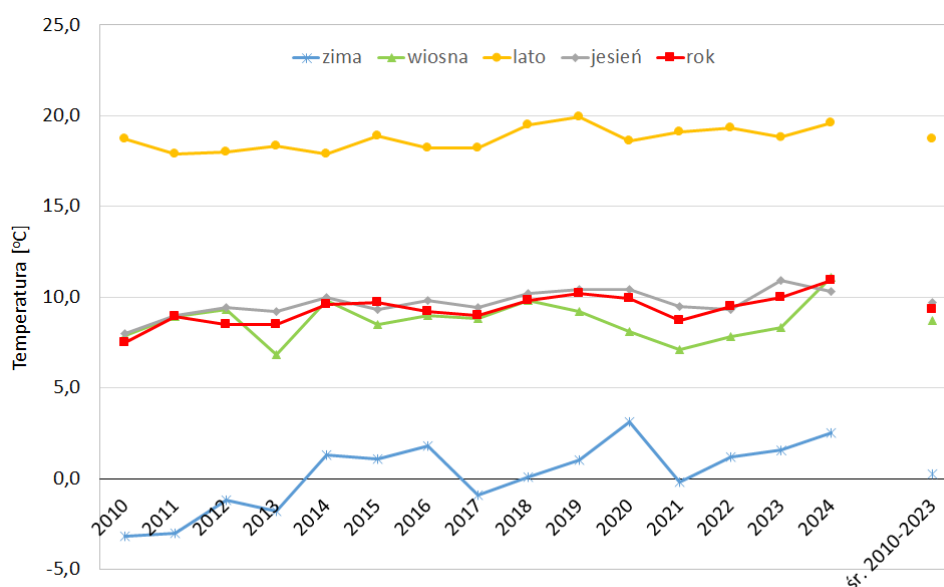
Źródło: IMGW-PIB

Najcieplejszym miesiącem roku 2024 w Polsce był lipiec – średnia wartość temperatury wyniosła 20,3°C i była wyższa o 1,5 stopnia od średniej wieloletniej (1991-2020) wartości temperatury dla tego miesiąca. Najchłodniejszym miesiącem był styczeń – średnia miesięczna wartość temperatury wyniosła -0,3°C i była o 0,9 stopnia wyższa od normy klimatologicznej. Szczególnie chłodny w stosunku do normy wieloletniej był listopad (anomalna wyniosła -0,2°C). Natomiast szczególnie ciepłe względem normy wieloletniej były: luty, marzec i wrzesień, gdy anomalie przekraczały +3,0°C. Najwyższą anomalię zanotowano w lutym (+5,8°C). Warunki termiczne w roku 2024 we wszystkich regionach klimatycznych sklasyfikowane zostały jako: ekstremalnie ciepłe w lutym i marcu, anomalnie i ekstremalnie ciepłe w maju i we wrześniu, bardzo ciepłe, ciepłe i lekko ciepłe w pozostałych miesiącach, z wyjątkiem stycznia, który w niektórych regionach normalny pod względem termicznym i listopada, który został sklasyfikowany jako miesiąc lekko chłodny. W tych dwóch miesiącach odnotowano nieco większe zróżnicowanie przestrzenne klas termicznych w kraju. Ogólnie w skali roku warunki termiczne we wszystkich regionach kraju można określić jako ekstremalnie ciepłe (Rys. 4-2).



Rys. 4-2. Charakterystyka termiczna roku 2024 w Polsce i poszczególnych regionach.
Poszczególne klasy wyznaczono na podstawie wartości z wielolecia 1991-2020
Źródło: IMGW-PIB

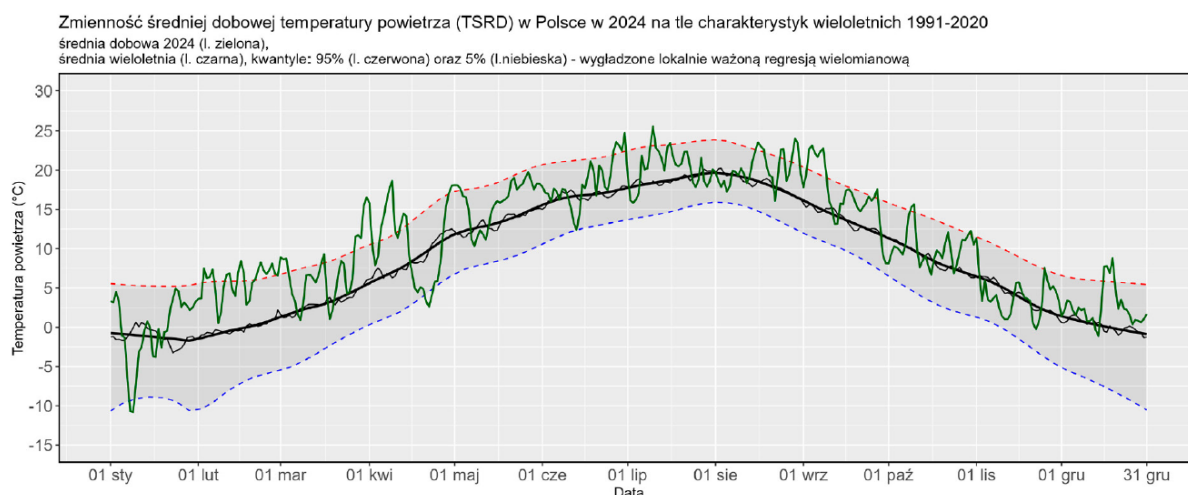
Obserwowany w ostatniej dekadzie wzrost temperatury średniej rocznej wyhamował w 2021 roku, ale powrócił w latach 2022, 2023 i 2024. Średnia temperatura powietrza w 2024 roku w Polsce wyniosła 10,9°C i była o 1,6°C wyższa od średniej z lat 2010-2023 i o 0,9°C wyższa od obserwowanej rok wcześniej. Jedynie jesienią temperatura była niższa od notowanej w 2023 roku – o 0,6°C, ale wyższa od średniej z wielolecia o 0,6°C. W pozostałych porach roku odnotowano wzrosty w stosunku do poprzedniego roku – zimą o 0,9°C, wiosną o 2,8°C i latem o 0,8°C. W stosunku do średniej z lat 2010-2023 temperatura zimą wzrosła o 2,3°C, wiosną była wyższa o 2,4°C, latem o 0,9°C a jesienią o 0,6°C (Rys. 4-3).



Rys. 4-3. Średnie temperatury powietrza w Polsce w poszczególnych porach roku w latach 2010-2024
Źródło danych: IMGW-PIB, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Zgodnie z oceną IMGW-PIB, w 2024 roku średnie dobowe wartości temperatury powietrza (średnia obszarowa dla Polski) mieściły się zazwyczaj w 95% przedziale ufności temperatury średniej (wyznaczonymi na podstawie pomiarów w latach 1991-2020). Epizody fal ciepła,

tj. takie, w których średnia dobową temperaturę powietrza przekraczała wartości kwantyla 95% tego elementu, były w minionym roku częstsze i zdecydowanie bardziej długotrwałe, niż epizody chłodu (średnia dobową temperaturę powietrza poniżej wartości kwantyla 5% tego elementu), które w kontekście średniej obszarowej wartości temperatury powietrza praktycznie nie występowały. Na uwagę zasługują bardzo wysokie wartości temperatury powietrza w lutym i marcu 2024 roku, z wartościami o ponad 5 stopni przewyższającymi wartości kwantyla 95%. Wspomnieć należy również o wrześniu, który był drugim najcieplejszym wrześniem od 74 lat. Jedynym miesiącem z temperaturą poniżej średniej wieloletniej był listopad (Rys. 4-4).



Rys. 4-4. Zmienność średniej dobowej temperatury w Polsce w 2024 roku na tle charakterystyk wieloletnich. Źródło: IMGW-PIB

Warunki meteorologiczne w sezonie ciepłym mają decydujący wpływ na poziom stężeń ozonu. Ozon jest zanieczyszczeniem wtórnym powstającym w powietrzu atmosferycznym w wyniku reakcji fotochemicznych z udziałem tzw. prekursorów ozonu (tlenków azotu, węglowodorów i innych substancji) przy sprzyjających warunkach meteorologicznych. Powstawaniu ozonu sprzyjają: duże natężenie promieniowania słonecznego, wysoka temperatura powietrza, brak opadów atmosferycznych i mgieł.

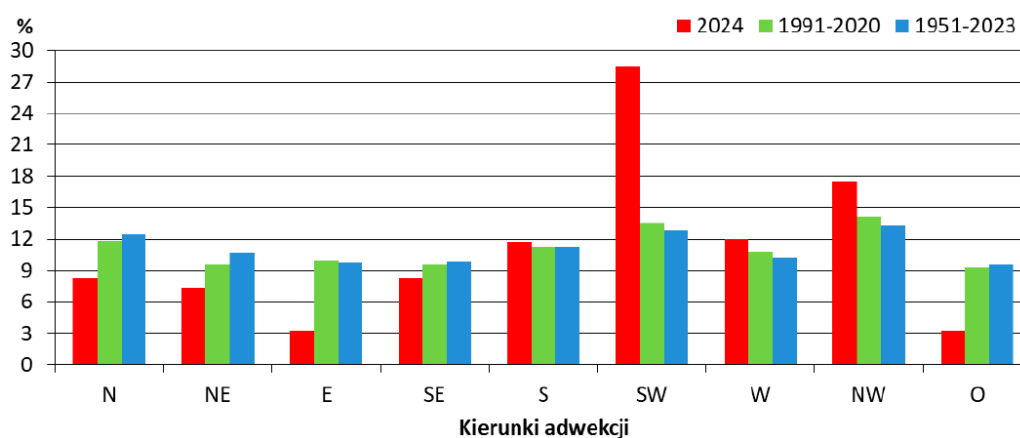
W 2024 roku warunki meteorologiczne, podobnie jak w latach poprzednich (poza 2021 r.), sprzyjały powstawaniu ozonu.

Pod względem sumy opadów atmosferycznych rok 2024 został sklasyfikowany jako normalny. W okresie 2010-2023 w skali kraju tylko rok 2010 został uznany za bardzo wilgotny, 2017 za wilgotny, 2015, 2018, 2019 i 2022 to lata suche, a pozostałe – normalne.

Kolejnym, istotnym z punktu widzenia rozprzestrzeniania zanieczyszczeń powietrza, parametrem jest kierunek napływu mas powietrza, decydujący o napływie zanieczyszczeń, często nawet z odległych regionów.

W 2024 roku znacząco dominowały masy powietrza napływające z sektora zachodniego (od NW do SW, 58%), a następnie z sektora południowego (od SE do SW, około 48%). W stosunku do okresu normalnego częstość spływu mas powietrza z sektora zachodniego była wyższa o ponad 20% niż w wieloleciu 1991-2020. W roku 2024 szczególnie dominował kierunek SW, osiągając ponad 28% częstości oraz kierunek NW z częstością na poziomie 17%. Wartość dla SW w roku 2024 znacznie przewyższała wartości z wielolecia, gdzie częstość tego

kierunku cyrkulacji utrzymywała się na poziomie 13%. Najmniejszy udział w analizowanym roku miał kierunek E, z częstością na poziomie nieco ponad 3%, przy czym częstość w wieloleciu 1991-2020 wynosiła 10% (Rys. 4- 5).



Rys. 4-5. Częstość występowania poszczególnych kierunków napływu mas powietrza nad Polskę w roku 2024 na tle wartości średnich z lat 1991-2020 i 1951-2023

Źródło: IMGW-PIB

5. Stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5}

W niniejszym rozdziale przedstawiono ocenę jakości powietrza wykonaną przy wykorzystaniu wyników pomiarów stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} prowadzonych na stacjach w Polsce w 2024 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2024.

Ocenę wykonano z odniesieniem do określonych prawnie kryteriów ustanowionych w celu ochrony zdrowia, podanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2021 r. poz. 845) - Tab. 5-1.

Tab. 5-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym PM_{2,5}

Okres uśredniania stężeń	Poziom dopuszczalny [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] *)	Wartość uwzględniona w ocenie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] **)	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	25 (Faza I) do 2015 ***)	25,5	Sa
rok kalendarzowy	20 (Faza II) od 2020	20,5	Sa

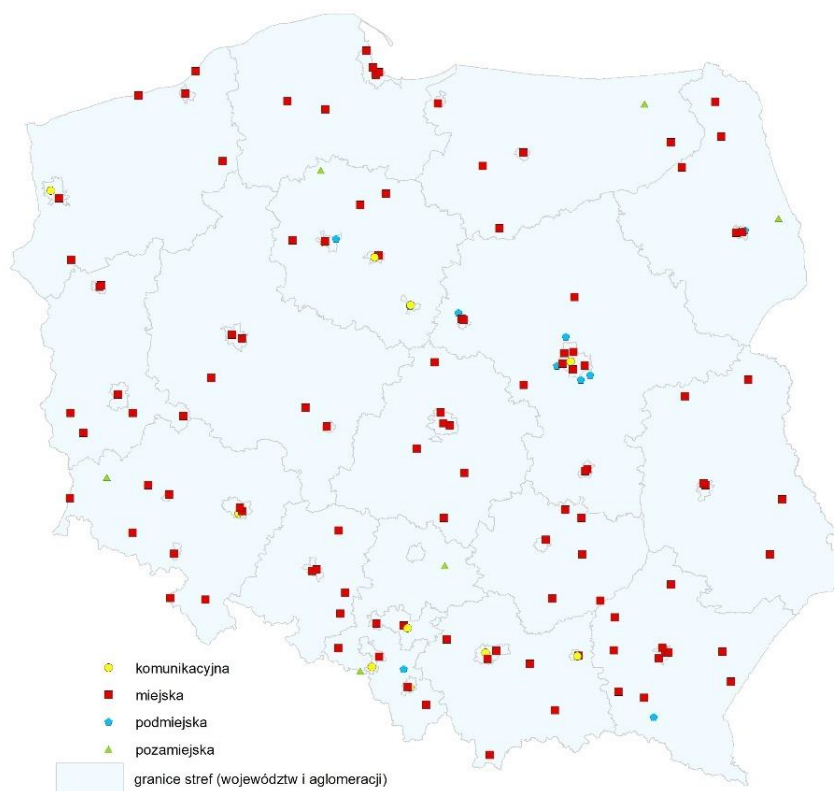
Objaśnienia

*) standard jakości powietrza

**) zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu dopuszczalnego sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego do całości

***) również poziom docelowy

Dodatkowo, w tym rozdziale zawarto również podsumowanie danych opublikowanych przez GIOŚ w zakresie krajowego wskaźnika średniego narażenia, ocenianego w dużych miastach (powyżej 100 tys. mieszkańców) i aglomeracjach (patrz podrozdział 5.2).



Rys. 5-1. Stacje pomiarowe pyłu zawieszonego PM_{2,5} w 2024 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Ocenę zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym PM_{2,5} w 2024 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących ze 137 stanowisk pomiarowych, w tym 108 stacji tła miejskiego, 13 komunikacyjnych (zlokalizowanych w bliskim sąsiedztwie dróg z intensywnym ruchem) oraz 10 podmiejskich i 6 pozamiejskich (Rys. 5.1).

5.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

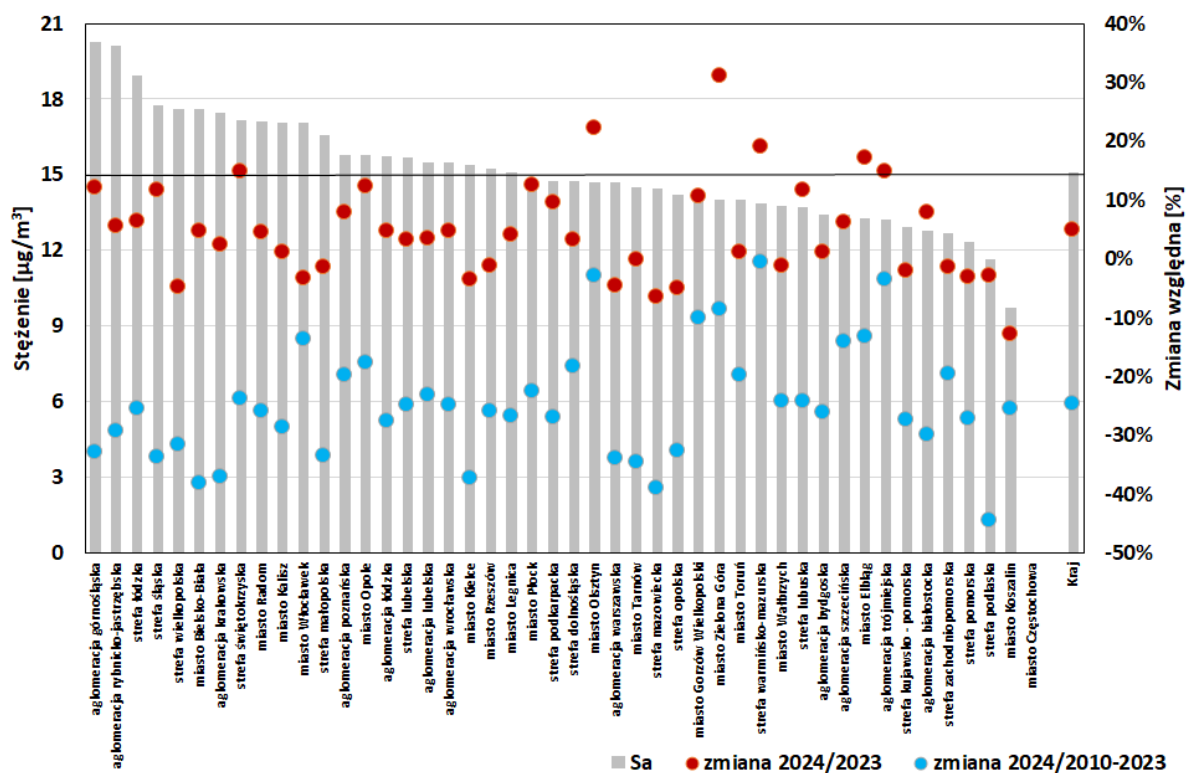
W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki średnich rocznych stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} w roku 2024 w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok oraz w stosunku do średniej z wielolecia 2010-2023. Przedstawiono również zależności pomiędzy stężeniami pyłu zawieszonego PM_{2,5} na różnych typach stacji.

Stężenie średnie roczne pyłu zawieszonego PM_{2,5} uśrednione na obszarze kraju obliczone na podstawie wartości średnich z poszczególnych stref w których ocena się jakość powietrza, w 2024 roku wynosiło 15,1 µg/m³. Największą wartość średnią odnotowano w aglomeracji górnośląskiej (20,3 µg/m³), zaś najmniejszą w mieście Koszalin (10,7 µg/m³). Należy podkreślić, że w strefie miasto Częstochowa wyniki pomiarów pyłu zawieszonego PM_{2,5} nie zostały uwzględnione w analizie ze względu na niewystarczającą kompletność serii rocznej (Rys. 5-2 i Tab. 5-2).

Dla 30 stref zanotowano wzrost stężenia średniego rocznego w roku 2024 w stosunku do roku poprzedniego, największy dla miast Zielona Góra oraz Olsztyn (ponad 20%). W przypadku pozostałych 15 stref, dla których odnotowano spadek stężeń z roku na rok, największą poprawę jakości powietrza (przekraczającą 10%) zanotowano dla miasta Koszalin (Tab. 5.2, Rys. 5-2).

Analiza zmian stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM_{2,5} w 2024 roku na tle średniej z wielolecia 2010-2023 wskazuje na spadki dla wszystkich stref. Zmiany te wyniosły od -1,0% w strefie warmińsko-mazurskiej do -44,4% w strefie podlaskiej, przy średnim spadku dla kraju na poziomie -24,7% (Rys. 5-2 i Tab. 5-2).

Na 4 stacjach spośród 137 poddanych analizie w 2024 roku (zlokalizowanych w 3 strefach: aglomeracji łódzkiej oraz strefach łódzkiej i górnośląskiej) zanotowano przekroczenie poziomu dopuszczalnego pyłu zawieszonego PM_{2,5} określonego dla przypadku II fazy (Tab. 5-2).



Rys. 5-2. Stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM_{2,5} w 2024 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2023

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

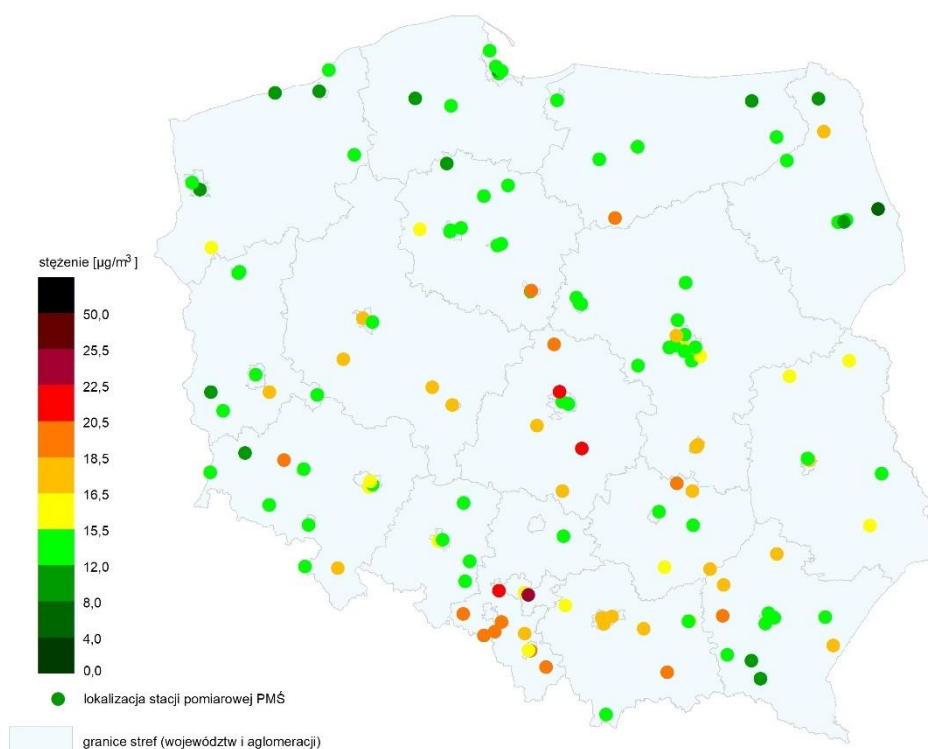
Tab. 5-2. Parametry jakości powietrza dla pyłu zawieszonego PM_{2,5} w 2024 r. (stężenie średnie roczne Sa). *Kolorem czerwonym zaznaczono wzrosty stężeń.*

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]			Stężenie Sa [µg/m³]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 20 µg/m³	z Sa > 25 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2024/ 2023	2024 / 2010-2023
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	3	0	0	14,7	15,5	16,1	4,6%	-24,9%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1	0	0	15,1	15,1	15,1	4,0%	-26,8%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1	0	0	13,8	13,8	13,8	-1,3%	-24,3%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	6	0	0	9,7	14,7	19,5	3,1%	-18,3%
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	3	0	0	12,7	13,4	14,8	1,1%	-26,1%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	2	0	0	12,8	14,0	15,2	1,1%	-19,8%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	2	0	0	14,7	17,0	19,4	-3,4%	-13,8%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	4	0	0	8,1	12,9	15,8	-2,2%	-27,4%
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	2	0	0	13,1	15,5	17,8	3,4%	-23,2%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	4	0	0	14,6	15,7	16,4	3,1%	-24,9%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	2	0	0	14,1	14,1	14,2	10,6%	-10,1%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1	0	0	14,0	14,0	14,0	30,9%	-8,7%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4	0	0	11,9	13,7	17,4	11,6%	-24,3%
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	3	1	0	12,2	15,8	20,6	4,7%	-27,7%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	4	1	0	17,4	18,9	21,4	6,3%	-25,6%
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	3	0	0	16,6	17,5	18,4	2,3%	-37,2%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	2	0	0	13,1	14,5	16,0	-0,2%	-34,7%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	4	0	0	14,3	16,5	18,8	-1,4%	-33,5%
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	6	0	0	12,8	14,7	18,1	-4,7%	-34,0%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	2	0	0	14,3	14,8	15,4	12,5%	-22,6%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	2	0	0	17,0	17,1	17,3	4,5%	-26,0%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	7	0	0	12,6	14,4	15,8	-6,5%	-39,0%
opolskie	PL1601	miasto Opole	2	0	0	15,4	15,8	16,1	12,2%	-17,6%
opolskie	PL1602	strefa opolska	3	0	0	13,5	14,2	14,6	-5,1%	-32,8%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	4	0	0	12,6	15,2	19,6	-1,3%	-25,9%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	9	0	0	9,5	14,8	19,5	9,5%	-27,1%
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	4	0	0	11,1	12,8	15,2	7,8%	-30,0%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	4	0	0	6,8	11,6	16,6	-2,9%	-44,4%
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	5	0	0	11,4	13,2	14,7	14,8%	-3,7%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	2	0	0	11,3	12,3	13,3	-3,2%	-27,3%
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	3	2	0	16,3	20,3	23,3	12,0%	-32,9%
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	2	0	0	20,1	20,1	20,2	5,5%	-29,4%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	2	0	0	15,7	17,6	19,5	4,6%	-38,3%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	niewystarczająca kompletność danych dla 2024 roku, dane nieuwzględniane w analizach							

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]			Stężenie Sa [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	z Sa > 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Min.	Śred.	Maks.	2024/2023	2024 / 2010-2023
śląskie	PL2405	strefa śląska	5	0	0	14,3	17,7	19,0	11,7%	-33,7%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1	0	0	15,4	15,4	15,4	-3,5%	-37,4%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	5	0	0	15,1	17,1	20,0	14,8%	-23,9%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1	0	0	14,7	14,7	14,7	22,1%	-2,9%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1	0	0	13,3	13,3	13,3	17,1%	-13,2%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	4	0	0	9,7	13,9	18,7	19,1%	-0,7%
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	2	0	0	14,9	15,8	16,7	7,8%	-19,9%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1	0	0	17,1	17,1	17,1	1,2%	-28,7%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	2	0	0	17,1	17,6	18,2	-4,9%	-31,6%
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	2	0	0	11,9	13,4	14,9	6,2%	-14,2%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1	0	0	9,7	9,7	9,7	-12,9%	-25,5%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	4	0	0	10,1	12,7	15,5	-1,4%	-19,6%
Kraj			137	4	0	6,8	15,1	23,3	4,8%	-24,7%

W rozkładzie przestrzennym stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} widoczny jest wyraźny gradient – od najmniejszych wartości średnich rocznych na północy i zachodzie kraju (na stacjach w województwach zachodniopomorskim, pomorskim, warmińsko-mazurskim, lubuskim i podlaskim) poprzez centrum (w woj. łódzkim) do największych na południu (w województwach śląskim i małopolskim). Zarówno niskie, jak i wysokie wartości stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} obserwowano również na pojedynczych stacjach miejskich niemal we wszystkich województwach (Rys. 5-2 i 5-3).

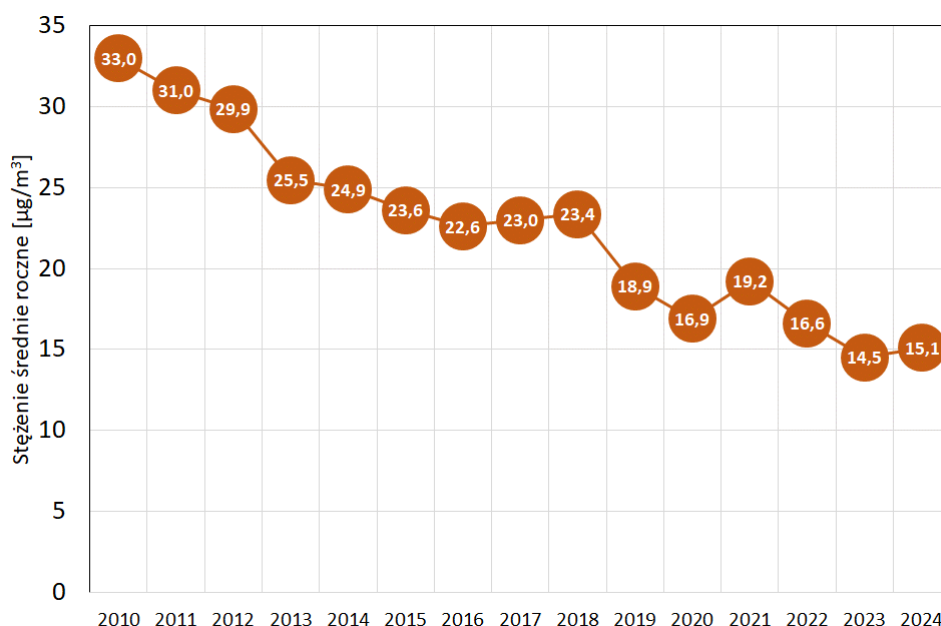


Rys. 5-3. Stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM_{2,5} na stacjach pomiarowych w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

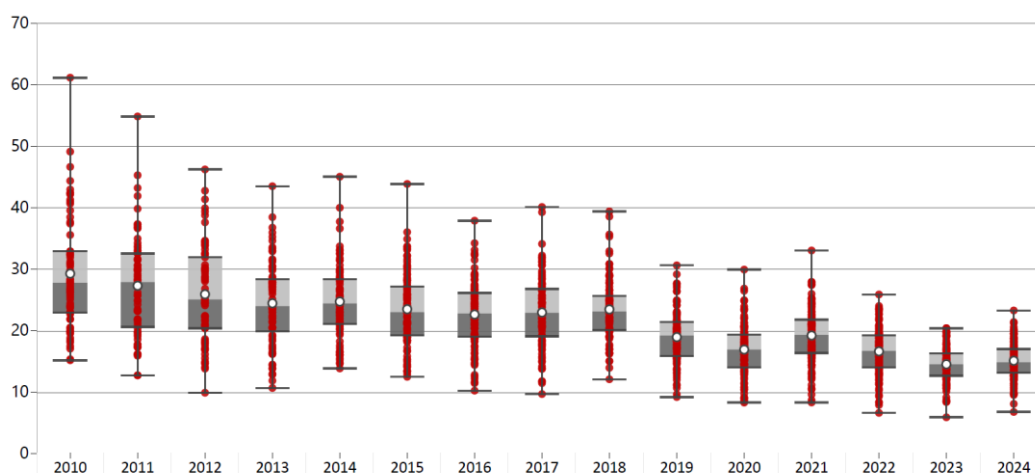
Uśrednione stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM_{2,5} w skali kraju wskazują na wyraźne zarysowany istotny statystycznie trend malejący (por. rozdział 17). W latach 2010-2013 stężenia średnie roczne w kraju wyraźnie malały z roku na rok, potem nastąpił okres stabilizacji z niewielkim wzrostem stężeń w latach 2017-2018 (w okresie 2013-2018 stężenia zmieniały się nieznacznie nie przekraczając 2 µg/m³). Od roku 2019 stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego spadły poniżej 20 µg/m³, a najniższą wartość odnotowano w 2023 roku. W 2024 roku stężenie średnie krajowe pyłu zawieszonego PM_{2,5} było nieznacznie wyższe (o 4%), niż rok wcześniej (Rys. 5-4a). Amplituda stężeń średnich rocznych w okresie 2010-2024 wyniosła 18,5 µg/m³. Warto zaznaczyć, że w analizowanym okresie stale rosła liczba stacji wykonująca pomiary stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5}. W latach 2010 i 2011 pomiary były prowadzone na kilkunastu stacjach w kraju, w okresie 2012-2017 już na kilkudziesięciu, a od 2018 roku liczba ta przekroczyła 100 (w ostatnich latach – 130). Nie pozostaje to bez znaczenia dla analiz trendów zmian.

Rozkłady statystyczne stężeń na poszczególnych stacjach pomiarowych w latach 2010-2024 wskazują na znaczną rozpiętość stężeń, a szczególności występowanie lokalnie wartości znacznie wyższych od wartości średnich przed 2019 rokiem (Rys. 5-4b).



Rys. 5-4a. Zmiany stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM_{2,5} w Polsce w okresie 2010-2024, obliczonych na podstawie danych ze stacji

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR



Rys. 5-4b. Zmiany stężeń średnich rocznych (w $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pyłu zawieszonego PM_{2,5} w Polsce w okresie 2010-2024 na stacjach pomiarowych

Wykres pudełkowy przedstawia parametry rozkładu statystycznego stężeń: wartość średnią (biała kropka „w pudełku”), 1 i 3 kwartył (dolna i górna krawędź „pudełka”), medianę (poziom pomiędzy jasno i ciemno szarym obszarem „pudełka”), minimum i maksimum (wąsy) oraz stężenia na pojedynczych stacjach (czerwone kropki).

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

W ostatniej dekadzie utrzymuje się zależność, że najwyższe stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5} są notowane na stacjach komunikacyjnych, zaś najniższe na stacjach pozamiejskich. Najbardziej zbliżone do siebie były uśrednione wartości dla stacji miejskich i podmiejskich, gdzie różnice nie przekraczały kilku $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tab. 5-3).

Tab. 5-3. Zmiany stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM_{2,5} w latach 2010-2024 z uwzględnieniem typów stacji

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

Typ stacji	Stężenie Sa [µg/m ³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
komunikacyjna		38,5	38,8	32,0	31,4	28,8	27,3	28,4	28,9	23,2	19,9	21,9	19,1	17,2	17,2
miejska	33,2	29,9	29,5	25,8	24,6	23,3	22,5	22,9	23,1	18,8	17,0	19,4	16,8	14,5	15,2
podmiejska	26,3	29,8	28,7	21,5	24,6	24,8	22,3	22,0	22,8	17,8	16,9	19,4	16,2	14,3	13,8
pozamiejska	35,5	31,6	28,9	21,6	21,2	20,1	18,3	17,9	20,3	15,0	12,6	11,9	11,7	10,5	11,2

5.2. Wskaźnik średniego narażenia

W dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy dla pyłu zawieszonego PM_{2,5}, zostały określone: pułap stężenia ekspozycji i krajowy cel redukcji narażenia. Odnoszą się one do obszarów tła miejskiego w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców i w aglomeracjach. Definicje te są zawarte w ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska:

- pułap stężenia ekspozycji - to stężenie substancji w powietrzu wyznaczone na podstawie wartości krajowego wskaźnika średniego narażenia, w celu ograniczenia szkodliwego wpływu danej substancji na zdrowie ludzi, które ma być osiągnięte w określonym terminie; pułap stężenia ekspozycji jest standardem jakości powietrza i został określony jedynie dla pyłu zawieszonego PM_{2,5};
- krajowy cel redukcji narażenia - to procentowe zmniejszenie krajowego wskaźnika średniego narażenia dla roku odniesienia, w celu ograniczenia szkodliwego wpływu danej substancji na zdrowie ludzi, które ma być osiągnięte w określonym terminie; cel ten został określony jedynie dla pyłu zawieszonego PM_{2,5}.

Zasady obliczania wskaźników średniego narażenia oraz krajowego wskaźnika średniego narażenia określono w rozporządzeniu Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 14 listopada 2022 r. w sprawie sposobu obliczania wskaźników średniego narażenia oraz sposobu oceny dotrzymania pułapu stężenia ekspozycji (Dz. U. z 2022 r. poz. 2430). Wartość pułapu stężenia ekspozycji została określona w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2021 r. poz. 845). Wartość krajowego celu redukcji narażenia została określona w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 14 sierpnia 2012 r. w sprawie krajowego celu redukcji narażenia (Dz. U. z 2012 r. poz. 1030).

Tab. 5-4. Pułap stężenia ekspozycji i krajowy cel redukcji narażenia na pył zawieszony PM_{2,5}

Okres uśredniania stężeń ^{*)}	Wartość [µg/m ³] ^{**)}	Wartość uwzględniona w ocenie [µg/m ³] ^{***)}	Parametr odpowiadający wartości normowanej
trzy lata kalendarzowe	20	20,5	pułap stężenia ekspozycji ^{****)}
trzy lata kalendarzowe	18	18,5	krajowy cel redukcji narażenia

Objaśnienia

^{*)} od 2012 r. trzyletnia średnia krocząca uśredniona ze wszystkich punktów pomiarowych prowadzących pomiary wskaźnika średniego narażenia na pył zawieszony PM_{2,5}

^{**)} poziomy dla pyłu zawieszonego w powietrzu ustala się w warunkach rzeczywistych

^{***)} zgodnie z Wytocznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu dopuszczalnego sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego do całości

^{****)} standard jakości powietrza

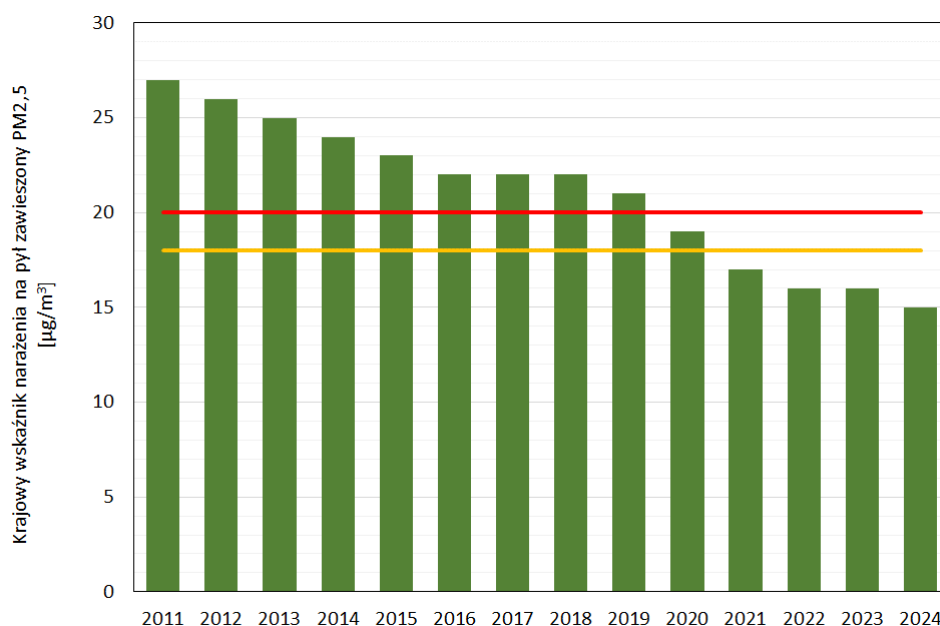
Na podstawie średnich rocznych stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} dla poszczególnych stanowisk pomiarowych wykorzystywanych do oceny wskaźnika średniego narażenia dla lat 2022-2024 określono wartości wskaźnika dla poszczególnych miast i aglomeracji oraz krajowy wskaźnik średniego narażenia dla 2024 roku. Wartość krajowego wskaźnika średniego narażenia na pył zawieszony PM_{2,5} dla 2024 roku wyniosła 15 µg/m³. W 27 miastach i aglomeracjach osiągnął on niższe wartości od pułapu stężenia ekspozycji, wynoszącego 20 µg/m³, przy czym w 14 był niższy od krajowego wskaźnika średniego narażenia (15 µg/m³). Wskaźnik średniego narażenia był wyższy od pułapu stężenia ekspozycji w mieście Częstochowa, a równy mu w aglomeracji rybnicko-jastrzębskiej (Rys. 5-5). Najwyższa wartość wskaźnika średniego narażenia, którą wyznaczono dla miasta Częstochowa (21 µg/m³), była niemal dwukrotnie wyższa od najniższych, wyznaczonych dla miast Zielona Góra i Koszalin oraz aglomeracji trójmiejskiej i szczecińskiej (11 µg/m³).

Rok 2024 to rok, w którym odnotowano wartość krajowego wskaźnika narażenia na pył zawieszony PM_{2,5} niższą od wyznaczonej dla lat 2022 i 2023. Jednocześnie był to czwarty rok, kiedy wskaźnik ten nie przekroczył krajowego celu redukcji narażenia na pył zawieszony PM_{2,5} (18 µg/m³), który należało osiągnąć do roku 2020 (Rys. 5-6).



Rys. 5-5. Wskaźniki średniego narażenia na pył zawieszony PM_{2,5} dla 2024 roku

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

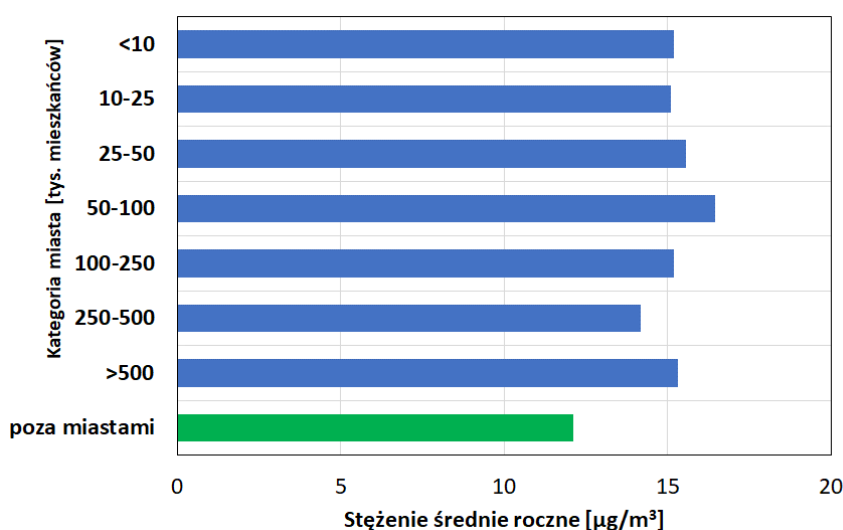


Rys. 5-6. Krajowe wskaźniki średniego narażenia na pył zawieszony PM_{2,5} w latach 2011-2024 na tle wartości odniesienia: linia żółta - krajowy cel redukcji narażenia, linia czerwona – pułap stężenia ekspozycji

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

5.3. Jakość powietrza w miastach

Przeprowadzona analiza różnic pomiędzy stężeniami rocznymi pyłu zawieszonego PM_{2,5} uśrednionymi dla miast w poszczególnych kategoriach liczby ludności wykazała, że najbardziej zanieczyszczonymi miastami w 2024 roku były miasta z liczbą ludności w granicach 50-100 tys. mieszkańców oraz średnie miasta (z liczbą mieszkańców w granicach 25-50 tys.). Bardzo zbliżone stężenie uzyskano również dla aglomeracji z liczbą mieszkańców przekraczającą 0,5 mln. Średnie roczne stężenie pyłu zawieszonego PM_{2,5} poza miastami było znacząco mniejsze niż w miastach (Rys. 5-7).



Rys. 5-7. Średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5} w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 5-5. Zmiany stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM_{2,5} w latach 2010-2024 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

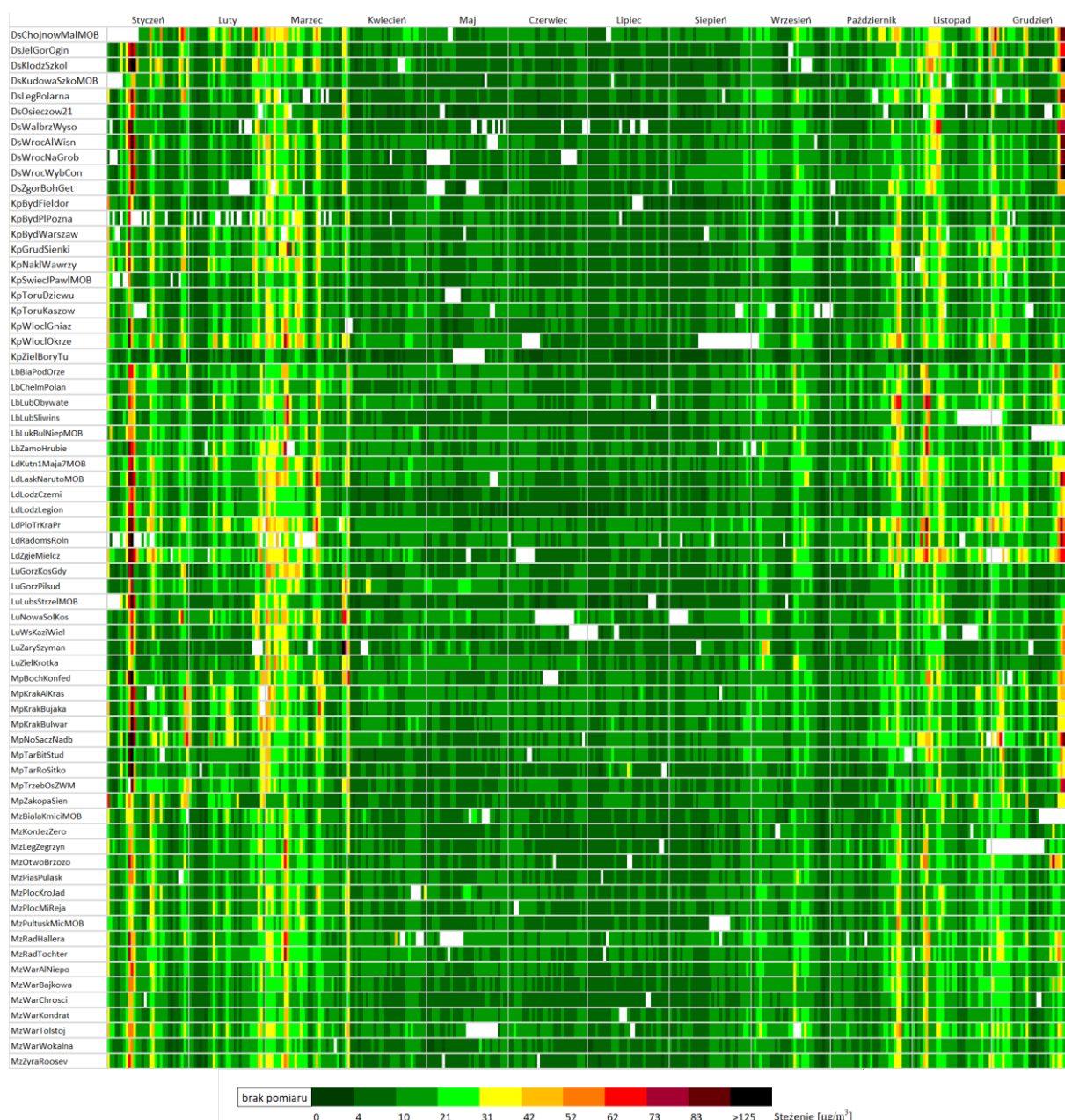
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Kategoria miasta	Stężenie Sa [µg/m³]															
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
>500	29,4	27,6	27,7	24,3	28,7	27,1	25,5	26,4	25,0	20,2	17,6	20,2	16,8	15,5	15,3	
250-500	29,9	30,9	30,1	25,6	23,1	20,8	19,9	20,2	22,2	17,4	15,2	17,3	14,8	13,3	14,2	
100-250	36,7	33,2	32,7	26,2	24,1	21,9	21,6	23,0	23,0	18,8	16,6	18,8	16,1	14,5	15,2	
50-100	35,5	33,0	31,7	27,8	26,3	25,0	24,0	24,2	24,9	20,1	18,7	20,9	17,7	15,6	16,5	
25-50			28,3	26,8	23,7	22,6	22,0	22,3	22,4	19,4	17,9	19,1	17,0	14,6	15,5	
10-25	27,3	29,8	27,4	25,7	25,2	24,7	23,2	23,2	23,2	18,7	16,9	20,7	18,1	14,8	15,1	
<10			24,5	24,9	23,0		23,2		23,8	18,1	14,1	22,0	19,7	15,1	15,2	
obszar poza miastami	35,5	31,6	28,9	21,6	21,2	20,1	18,3	18,4	20,1	15,2	14	14,1	12,5	11,2	12,1	

Średnie roczne stężenia dla miast w poszczególnych kategoriach charakteryzowały się zmiennością w okresie 2010-2024. Najwyższe stężenia w całym analizowanym okresie obserwowano dla miast 50-100 tys. mieszkańców oraz aglomeracji, zaś najniższe dla obszarów pozamiejskich oraz małych miast (<10 tys. mieszkańców). Największy spadek w 2024 r. w stosunku do średniej z lat wcześniejszych odnotowano dla aglomeracji oraz miast najbardziej zanieczyszczonych tj. z liczbą mieszkańców w przedziale 50-100 tys., zaś najmniejszy dla małych miast (poniżej 10 tys. mieszkańców) - Tab. 5-5.

5.4. Epizody wysokich stężeń

Na rysunku 5-8 przedstawiono przebieg dobowych stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} w 2024 roku na analizowanych stacjach pomiarowych. Dla poszczególnych stanowisk każda wartość stężenia dobowego oznaczona jest odpowiednim kolorem, który zależy od wysokości stężenia - zgodnie ze skalą kolorów pokazaną w legendzie na dole rysunku. Miejsce puste (kolor biały) oznacza, że dla danej doby brak jest wyniku pomiaru. W przebiegu dobowych wartości stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} zaznaczyła się wyraźna przewaga wartości wyższych obserwowanych w sezonie chłodnym nad wartościami z ciepłego półrocza, co więcej częściej podwyższone wartości notowano w pierwszym kwartale, niż w czwartym (Rys. 5-8 a i b).



Rys. 5-8a. Zmiany stężeń średnich dobowych pyłu zawieszonego PM_{2,5} na stacjach pomiarowych w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 5-8b. Zmiany stężeń średnich dobowych pyłu zawieszonego PM_{2,5} na stacjach pomiarowych w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Przeprowadzona analiza rozkładów dobowych stężeń wykazała, że w 2024 r. wystąpiły dwa krótkie epizody wysokich stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} (przy uwzględnieniu założeń identyfikacji epizodów opisanych w rozdziale 2). Oba trwały zaledwie 3 i 4 dni w okresie zimowym, gdy zaobserwowano bardzo wysokie stężenia przekraczające $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na wielu stacjach (Tab. 5-6). Należy podkreślić, że poza tymi dwoma epizodami wystąpił jeszcze jeden, nietypowy okres z nieco niższymi stężeniami (ze stężeniami poniżej wyznaczonego statystycznie progu epizodu na poziomie $30,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ale z bardzo szybkim wzrostem wartości na wielu stacjach. Wystąpił on na przełomie marca i kwietnia, a jego przyczyną był napływ pyłu na obszar Europy z Sahary (Ryz. 5-8 a i b).

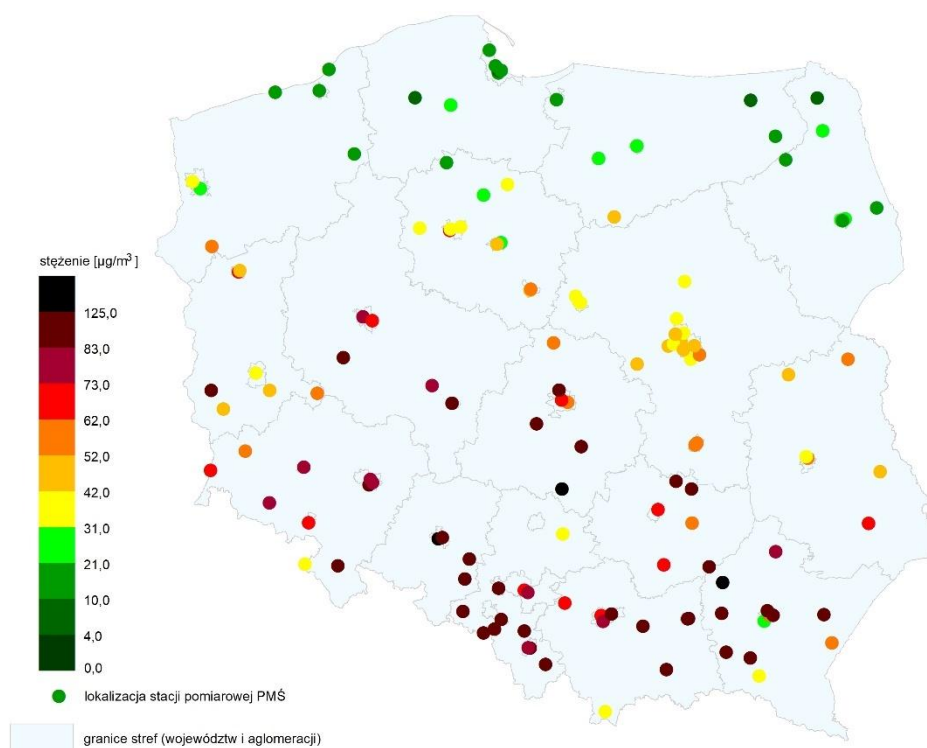
Na kolejnych mapach przedstawiono wartości średnich stężeń zmierzonych na poszczególnych stacjach w czasie trwania każdego z epizodów (Rys. od nr 5-9 do 5-14).

Tab. 5-6. Charakterystyka epizodów wysokich stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} w 2024 roku

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Epizod			Stężenie średnie dobowe podczas epizodu [µg/m ³]			
Nr,	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu (30,2 µg/m ³) [-]	Min,	Śred,	Maks,
1	od 2024-01-09 do 2024-01-11	3	106	2,7	60,7	261,5
2	od 2024-12-26 do 2024-12-29	4	65	1,5	40,4	202,0

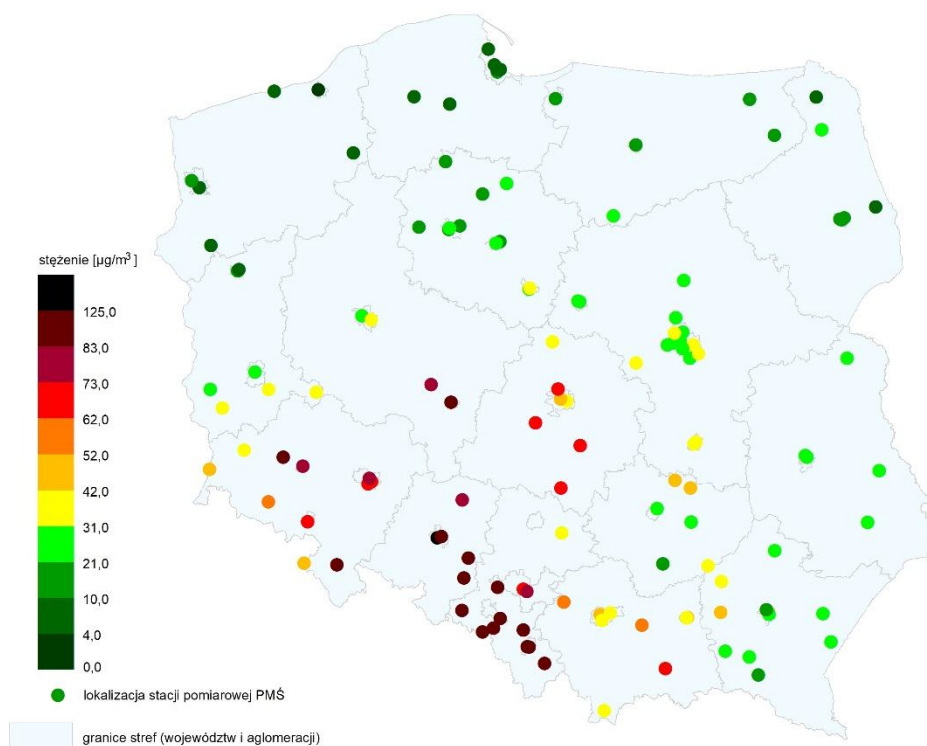
Pierwszy epizod z połowy stycznia trwał 3 dni i charakteryzował się wyższymi stężeniami niż zidentyfikowany w końcu roku epizod drugi i charakteryzował się znacznym zasięgiem. Przekroczenie wyznaczonego progu epizodu zaobserwowano na 77% stacji (106 spośród 137 analizowanych). Najwyższe stężenia, przekraczające 2-krotność wyznaczonego progu, odnotowano na 60 stacjach zlokalizowanych w województwach: dolnośląskim, łódzkim, lubuskim, małopolskim, podkarpackim, śląskim i wielkopolskim (Rys. 5-9).



Rys. 5-9. Stężenia średnie pyłu zawieszonego PM_{2,5} w okresie epizodu wysokich stężeń (09-11.01.2024)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Drugi epizod miał miejsce pod koniec grudnia i trwał 4 dni. Charakteryzował się znacznie niższymi stężeniami i mniejszym zasięgiem, niż epizod pierwszy, a próg epizodu przekroczony był na 47% stacji (60 spośród 137). Epizod wyraźnie zaznaczył się w centralnej i południowej Polsce z najwyższymi stężeniami przekraczającymi 2-krotność progu obserwowanymi na 31 stacjach zlokalizowanych w województwach: dolnośląskim, łódzkim, opolskim i śląskim oraz pojedynczych stacjach województwa małopolskiego oraz wielkopolskiego (Rys. 5-10).



Rys. 5-10. Stężenia średnie pyłu zawieszonego PM_{2,5} w okresie epizodu wysokich stężeń (26-29.12.2024)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

5.5. Ocena skutków zdrowotnych

Wykonana ocena skutków zdrowotnych powodowanych długookresowym narażeniem na pył zawieszony PM_{2,5} (stężeniem średnim rocznym) wskazuje, że w Polsce szacowana liczba przedwczesnych zgonów ogółem w 2024 roku wynosiła 26 207 (przy braku oszacowanej liczby w Częstochowie ze względu na brak danych o jakości powietrza) i była o ponad 3% wyższa od oszacowanej dla roku poprzedniego (25 332 zgonów).

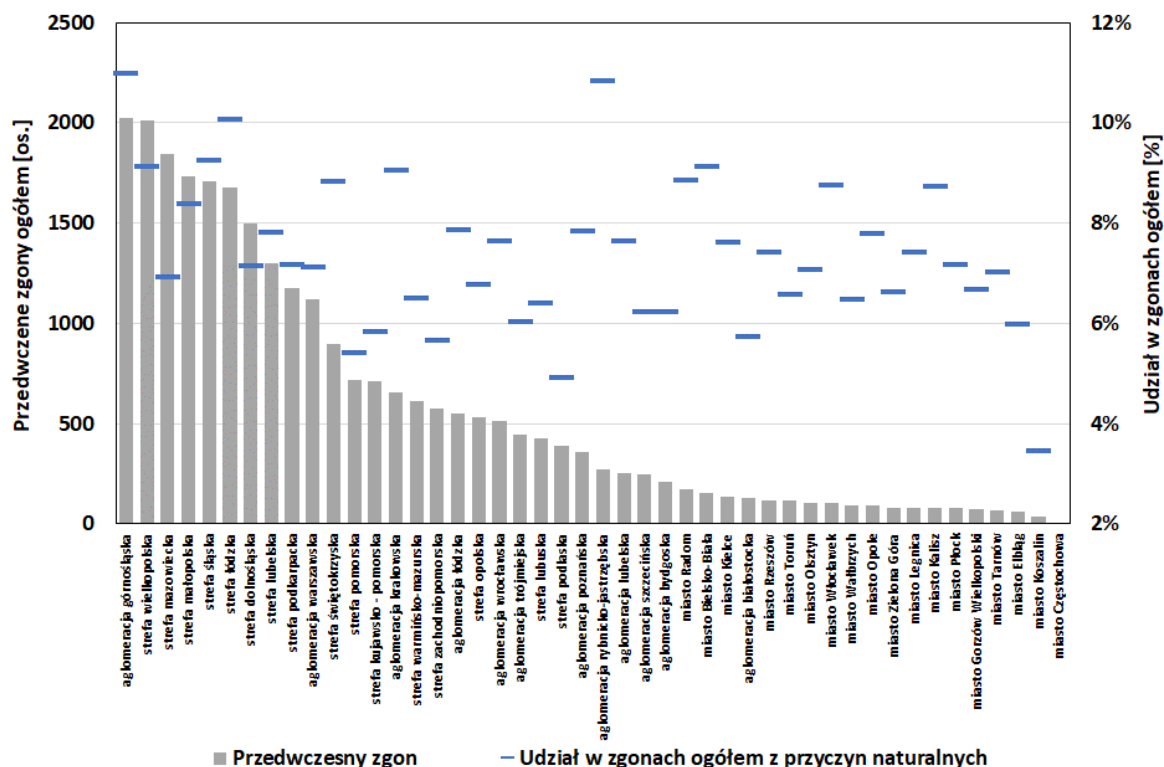
Przeprowadzone analizy wskazują, że najwięcej przedwczesnych zgonów wystąpiło w aglomeracji górnośląskiej i strefie wielkopolskiej (powyżej 2 tys. w każdej z nich), zaś najmniej (poniżej 10 przypadków) – w mieście Koszalin (Tab. 5-7, Rys. 5-11).

Inaczej wygląda rozkład wskaźnika liczby przedwczesnych zgonów powodowanych długookresowym narażeniem na pył zawieszony PM_{2,5} w ogólnej liczbie zgonów z przyczyn naturalnych. Największą wartość tego wskaźnika, przekraczającą 10%, zaobserwowano w aglomeracjach górnośląskiej i rybnicko-jastrzębskiej oraz w strefie łódzkiej, zaś najniższy (poniżej 5%), dotyczył Koszalina i strefy podlaskiej (Tab. 5-7, Rys. 5-11).

Tab. 5-7. Skutki zdrowotne powodowane długookresowym (stężenie średnie roczne) narażeniem na pył zawieszony PM_{2,5} w 2024 roku

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, GUS, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Przedwczesne zgony ogółem		
			Liczba [os.]	Wskaźnik [os. na 100 tys.]	Udział w zgonach ogółem z przyczyn naturalnych [%]
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	512	76	7,6%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	81	89	7,4%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	93	94	6,5%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	1499	75	7,1%
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	206	64	6,2%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	117	60	6,6%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	102	103	8,8%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	712	52	5,8%
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	250	76	7,6%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	1299	78	7,8%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	74	65	6,7%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	82	59	6,6%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	426	59	6,4%
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	547	85	7,9%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1676	99	10,1%
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	655	81	9,0%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	68	67	7,0%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	1735	69	8,4%
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	1117	60	7,1%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	79	72	7,2%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	169	87	8,8%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	1846	55	6,9%
opolskie	PL1601	miasto Opole	90	72	7,8%
opolskie	PL1602	strefa opolska	531	66	6,8%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	118	60	7,4%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	1173	63	7,2%
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	126	43	5,7%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	391	46	4,9%
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	442	58	6,0%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	714	45	5,4%
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	2021	118	11,0%
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	273	100	10,8%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	155	94	9,1%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	niewystarczająca kompletności danych pomiarowych o jakości powietrza dla 2024 roku, brak możliwości oszacowania skutków		
śląskie	PL2405	strefa śląska	1710	88	9,2%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	136	75	7,6%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	897	92	8,8%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	103	62	7,1%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	60	54	6,0%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	614	57	6,5%
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	358	67	7,9%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	81	88	8,7%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	2013	71	9,1%
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	248	64	6,2%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	35	33	3,4%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	573	51	5,7%
Kraj			26207	71	7,4%

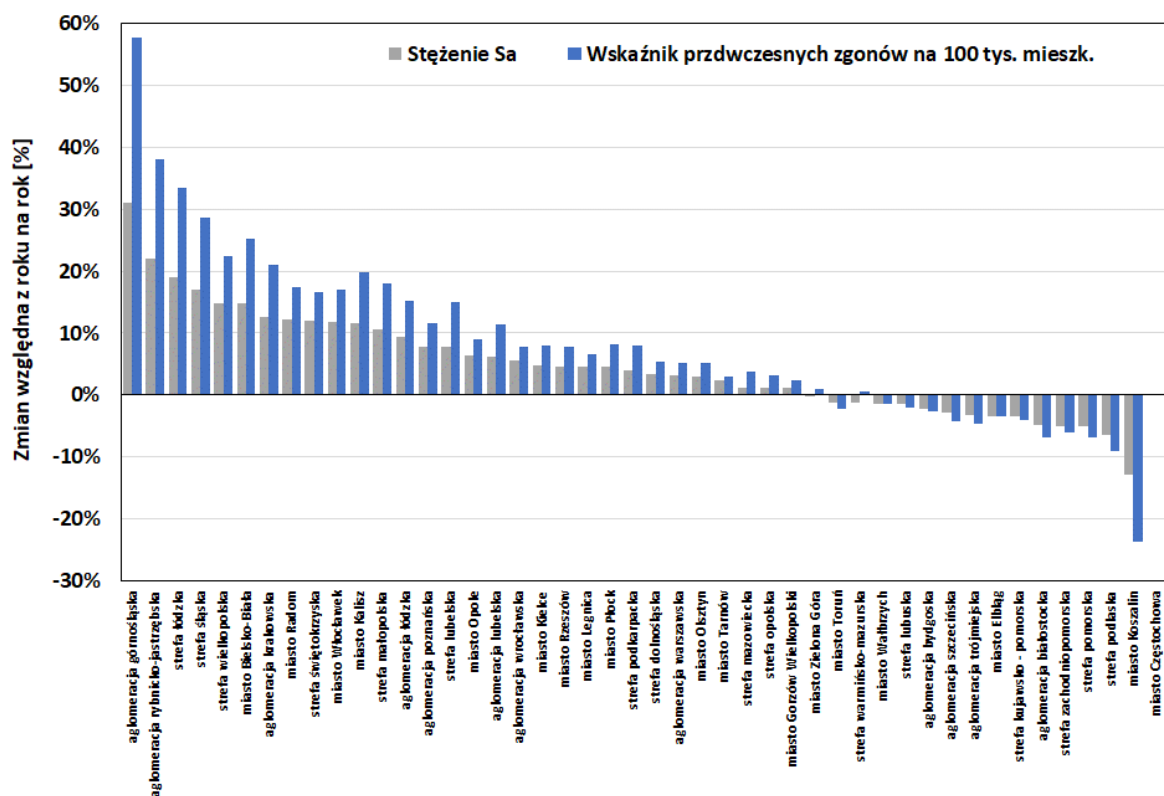


Rys. 5-11. Liczba przedwczesnych zgonów powodowanych długookresowym narażeniem na pył zawieszony PM_{2,5} na tle udziału liczby przedwczesnych zgonów w zgonach ogółem z przyczyn naturalnych w strefach w 2024 roku.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, GUS, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

O poziomie ryzyka zdrowotnego na zanieczyszczenie powietrza pyłem zawieszonym PM_{2,5} dla danej populacji zamieszkującej daną strefę świadczy nie tylko udział przedwczesnych zgonów w zgonach ogółem, ale wskaźnik liczby przedwczesnych zgonów w przeliczeniu na 100 tys. mieszkańców. Analiza uzyskanych wyników dla tego wskaźnika (wynoszącego w 2024 roku średnio w Polsce 69 przedwczesnych zgonów na każde 100 tys. mieszkańców) pokazuje, że najwyższe wartości (przekraczające 100 zgonów na każde 100 tys. mieszkańców) dotyczą aglomeracji górnośląskiej i rybnicko-jastrzębskiej oraz miasta Włocławek. Najniższe wartości dla tego wskaźnika w 2024 roku (poniżej 15 zgonów na 100 tys. mieszkańców) zaobserwowano dla Koszalina i aglomeracji białostockiej.

Co więcej, analiza zmian szacowanych skutków zdrowotnych z roku na rok wskazuje, że relatywnie niewielki wzrost stężeń powoduje wyższy wzrost wskaźnika skutków zdrowotnych, zaś niewielki spadek widoczną redukcję skutków (Rys. 5-12). Szczególnie zauważany jest istotny wzrost skutków w przypadku miast Zielona Góra (58%) i Olsztyn (38%) przy wzroście stężeń wynoszących odpowiednio 31% i 22. Podobne zależności obserwuje się w przypadku spadku stężeń z roku na rok, gdzie np. spadek stężeń w Koszalinie o 13% przyczynił się do spadku wskaźnika skutków zdrowotnych o blisko 24%. Zależności te wskazują, że każda, nawet najmniejsza pozytywna zmiana stężeń prowadzi do istotnego ograniczenia ryzyka dla zdrowia mieszkańców danego obszaru.



Rys. 5-12. Zmiany względne stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} oraz wskaźnika liczby przedwczesnych zgonów powodowanych długookresowym narażeniem na pył zawieszony PM_{2,5} w strefach w 2024 roku w stosunku do 2023 roku.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, GUS, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

6. Stężenia pyłu zawieszonego PM10

W niniejszym rozdziale przedstawiono podsumowanie wyników pomiarów stężeń pyłu zawieszonego PM10 na stacjach PMŚ w Polsce w 2024 roku z uwzględnieniem zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2023. Ocenę wykonano z odniesieniem do określonych prawnie kryteriów ustanowionych w celu ochrony zdrowia, podanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2021 r. poz. 845).

Tab. 6-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym PM10

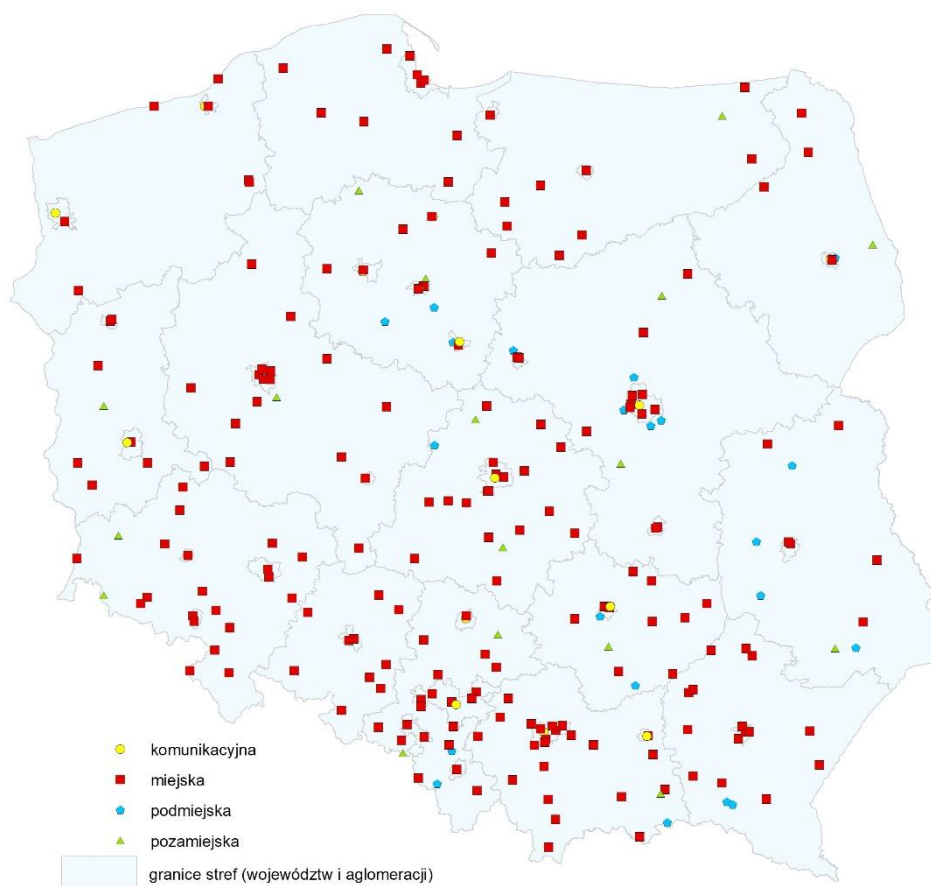
Kryterium	Okres uśredniania stężeń	Stężenie kryterialne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Wartość uwzględniona w ocenie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$ ****)	Parametr odpowiadający wartości normowanej
poziom dopuszczalny*)	24 godziny	50**)	50,5	Percentyl 90,4
	1 rok	40	40,5	Sa
poziom informowania	24 godziny	100	100,5	S24
poziom alarmowy	24 godziny	150	150,5	S24

Objaśnienia

*) standard jakości powietrza

**) dopuszcza się przekroczenie tego poziomu 35 razy w roku

****) zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu dopuszczalnego sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego do całości



Rys. 6-1. Stacje pomiarowe pyłu zawieszonego PM10 w 2024 r. uwzględnione w ocenie

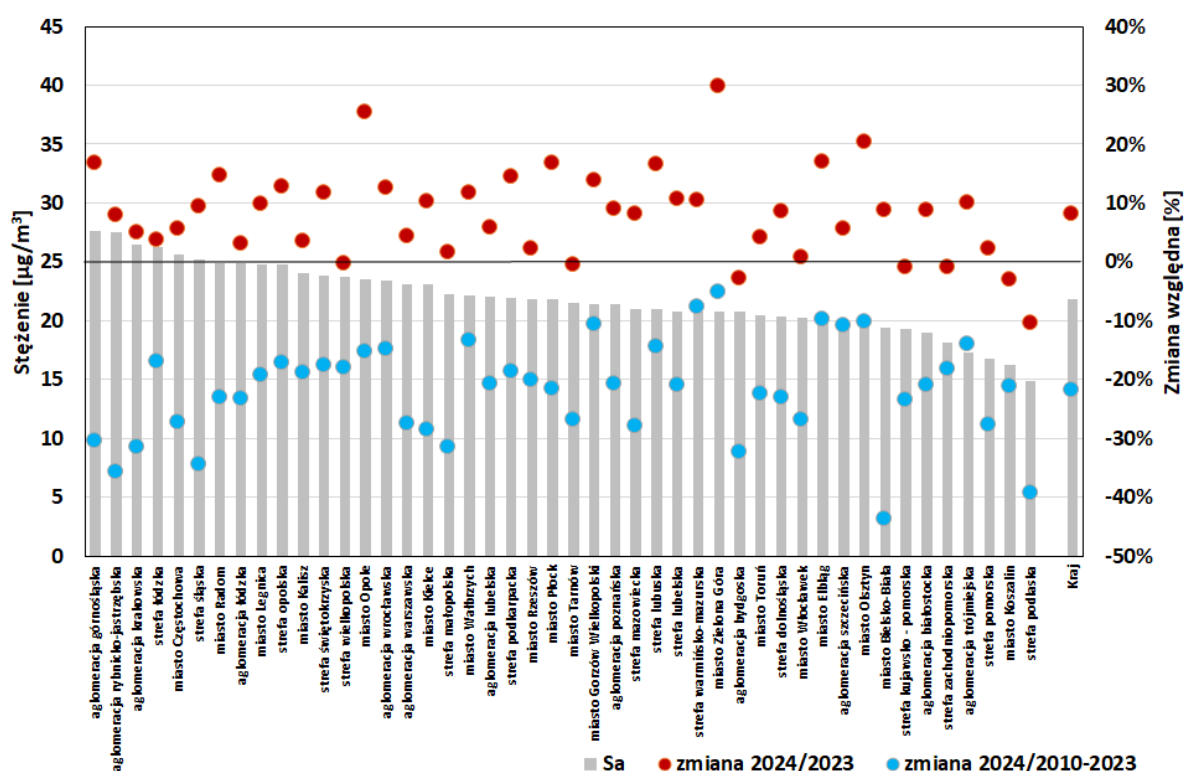
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Ocenę zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym PM₁₀ w 2024 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 252 stanowisk pomiarowych, w tym 197 stacji tła miejskiego, 16 komunikacyjnych, 22 podmiejskich i 17 pozamiejskich (Rys. 6-1).

6.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

Poniżej przedstawiono wyniki analiz stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀ w roku 2024 dla wartości średnich rocznych i średnich dobowych w kraju w poszczególnych strefach. Analizami objęto m.in. zmiany stężeń z roku na rok oraz w okresie 2010-2023. Przedstawiono również zależności pomiędzy stężeniami średnimi rocznymi pyłu zawieszonego PM₁₀ na różnych typach stacji.

Stężenie średnie roczne w oku 2024 pyłu zawieszonego PM₁₀ uśrednione dla kraju wyniosło 21,8 µg/m³. Najwyższe wartości średnie roczne uzyskano dla aglomeracji górnośląskiej (27,6 µg/m³) i rybnicko-jastrzębskiej (27,5 µg/m³), zaś najmniejszą dla strefy podlaskiej (14,8 µg/m³), co wskazuje na znaczne zróżnicowanie stężeń pomiędzy strefami (Rys. 6-2 i Tab. 6-2). Na obszarze żadnej strefy w Polsce w 2024 roku nie odnotowano przekroczenia rocznego poziomu dopuszczalnego pyłu zawieszonego PM₁₀, co potwierdza dotrzymanie standardu jakości powietrza na obszarze wszystkich stref.



Rys. 6-2. Stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM₁₀ w 2024 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2023

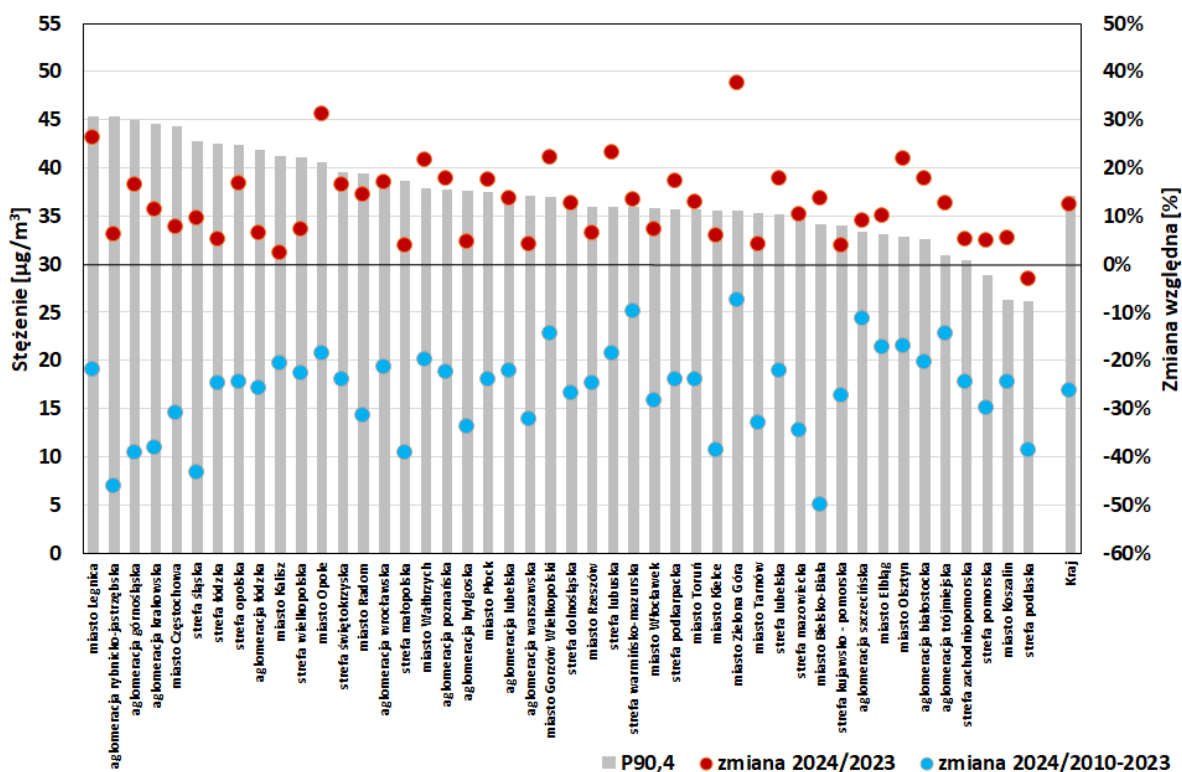
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Analiza zmian stężeń średnich rocznych w strefach z roku na rok wskazuje, że jedynie dla 7 stref: podlaskiej, kujawsko-pomorskiej, zachodniopomorskiej, wielkopolskiej, miasta Koszalin, miasta Tarnów i aglomeracji bydgoskiej zanotowano spadek stężeń w roku 2024. Spadki te wyniosły od 0,3% (strefa wielkopolska) do 10,6% (strefa podlaska). W przypadku pozostałych stref zanotowano wzrosty, a różnice względne zmian z roku na rok mieściły się

w granicach od 0,6% we Włocławku do -29,8% w Zielonej Górze. Odnosząc wartości uzyskane dla 2024 r. do średnich z wielolecia obejmującego okres 2010-2023 można zauważyć istotny spadek średnich stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀ w 2024 roku dla wszystkich stref, od 5,1% w Zielonej Górze do 43,7% w Bielsku-Białej. Bardzo wyraźne spadki (przekraczające 35%) odnotowano również w strefie podlaskiej i aglomeracji i rybnicko-jastrzębskiej (Rys. 6-2 i Tab. 6-2).

W przypadku wskaźnika krótkookresowego (dobowego) narażenia na zanieczyszczenie powietrza pyłem zawieszonym PM₁₀, uśredniona wartość percentyla 90,4 na obszarze kraju wyniosła w 2024 r. 37,1 µg/m³. Najwyższe wartości średnie percentyla 90,4 odnotowano dla Legnicy (45,3 µg/m³) oraz - podobnie jak w przypadku stężeń średnich rocznych – dla aglomeracji rybnicko-jastrzębskiej (45,3 µg/m³) i górnośląskiej (44,9 µg/m³), zaś najmniejszą dla strefy podlaskiej (26,1 µg/m³), a więc różnica pomiędzy wartością najwyższą i najniższą dla stref wyniosła 19,2 µg/m³ (Rys. 6-3 i Tab. 6-3).

Na 9 stacjach zlokalizowanych na terenie stref: dolnośląskiej, śląskiej, małopolskiej, aglomeracji krakowskiej, górnośląskiej i miasta Częstochowa nie został dotrzymany standard jakości powietrza, tj. został przekroczony dobowy poziom dopuszczalny pyłu zawieszonego PM₁₀ z większą niż dozwolona częstością przekroczeń (Tab. 6-3).



Rys. 6-3. Percentyl 90,4 dla stężeń dobowych pyłu zawieszonego PM₁₀ w 2024 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2023

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 6-2. Parametry jakości powietrza dla pyłu zawieszonego PM10 w 2024 r. (stężenie średnie roczne Sa)

Kolorem czerwonym zaznaczono wzrosty stężeń

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Min.	Śred.	Maks.	2024/2023	2024 / 2010-2023
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	2		22,9	23,4	23,9	12,6%	-14,8%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		24,8	24,8	24,8	9,9%	-19,3%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		22,1	22,1	22,1	11,7%	-13,4%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	18		13,8	20,4	34,1	8,5%	-23,0%
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	2		20,2	20,7	21,2	-2,8%	-32,3%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	3		19,3	20,5	21,6	4,0%	-22,5%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	3		15,3	20,2	24,2	0,6%	-26,8%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	10		11,9	19,2	27,2	-1,0%	-23,5%
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	2		20,0	22,0	24,0	5,7%	-20,8%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	9		16,0	20,7	23,9	10,6%	-21,1%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	2		20,7	21,4	22,0	13,7%	-10,6%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	2		20,1	20,7	21,3	29,8%	-5,1%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	6		16,4	20,9	25,7	16,4%	-14,6%
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	6		20,2	24,8	28,1	3,1%	-23,3%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	16		19,5	26,3	31,4	3,6%	-16,9%
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	7		22,1	26,4	33,8	4,9%	-31,6%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	2		21,4	21,5	21,6	-0,7%	-26,8%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	18		12,7	22,2	28,7	1,6%	-31,6%
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	7		19,9	23,1	29,9	4,2%	-27,6%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	2		20,9	21,8	22,6	16,8%	-21,7%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	2		23,5	24,9	26,2	14,6%	-23,1%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	10		17,9	21,0	23,6	8,0%	-28,0%
opolskie	PL1601	miasto Opole	2		23,1	23,5	23,9	25,3%	-15,3%
opolskie	PL1602	strefa opolska	8		20,1	24,8	30,1	12,7%	-17,3%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	4		18,8	21,8	24,0	2,1%	-20,2%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	14		15,0	22,0	26,5	14,5%	-18,8%
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	3		17,0	19,0	21,0	8,6%	-21,1%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	4		8,9	14,8	17,4	-10,6%	-39,4%
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	4		15,2	17,3	18,9	10,0%	-14,1%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	6		14,6	16,7	19,8	2,2%	-27,8%
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	7		25,1	27,6	34,8	16,8%	-30,5%
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	2		26,5	27,5	28,4	8,0%	-35,9%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		19,4	19,4	19,4	8,7%	-43,7%

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [µg/m³]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 40 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2024/2023	2024 / 2010-2023
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	2		20,6	25,6	30,7	5,6%	-27,4%
śląskie	PL2405	strefa śląska	14		15,1	25,2	30,7	9,3%	-34,4%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	3		21,7	23,0	24,0	10,2%	-28,5%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	11		17,7	23,9	30,6	11,6%	-17,6%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		19,6	19,6	19,6	20,3%	-10,3%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		20,2	20,2	20,2	16,9%	-9,9%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	8		13,7	20,7	28,0	10,3%	-7,8%
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	4		20,7	21,4	22,4	8,9%	-20,9%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		24,0	24,0	24,0	3,5%	-18,8%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	12		20,0	23,7	26,6	-0,3%	-18,1%
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	2		18,1	19,6	21,1	5,5%	-10,9%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	2		15,0	16,2	17,5	-3,1%	-21,2%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	5		15,7	18,1	21,5	-1,0%	-18,3%
Kraj			252	0	8,9	21,8	34,8	8,1%	-21,9%

Tab. 6-3. Parametry jakości powietrza dla pyłu zawieszonego PM10 w 2024 r. (stężenie średnie dobowe, percentyl 90,4)

Kolorem czerwonym zaznaczono wzrosty stężeń

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR

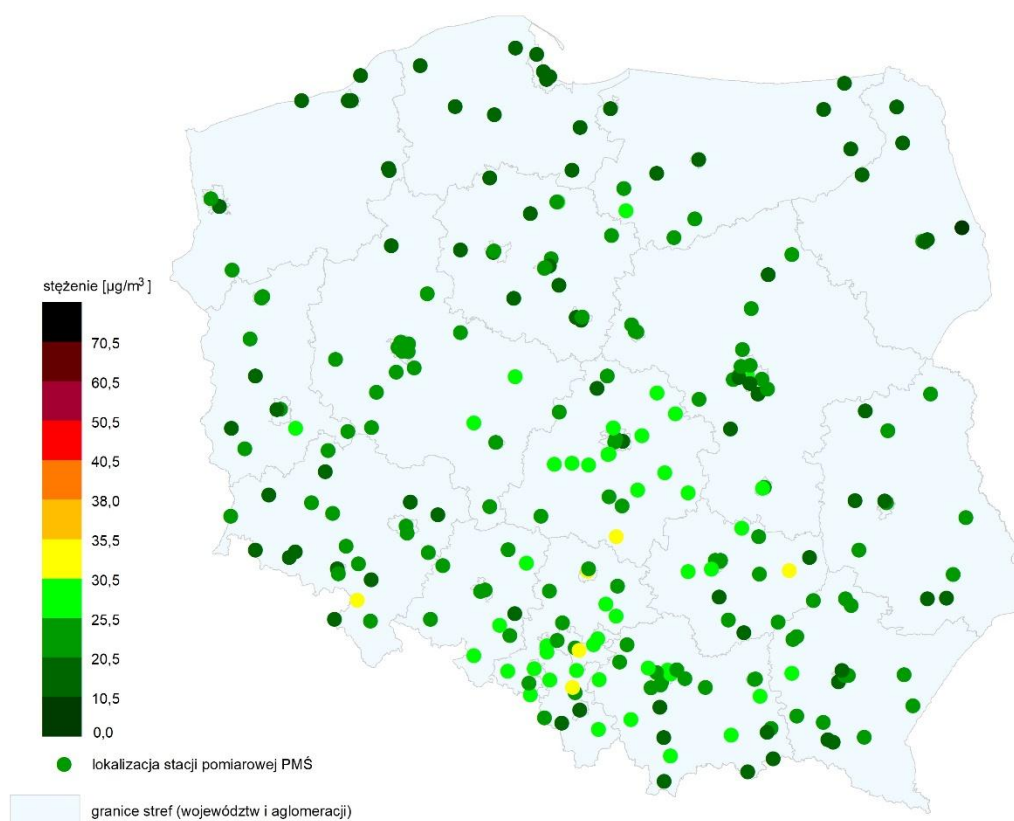
Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie P90,4 [µg/m³]			Zmiana względna P90,4 [%]		Liczba stacji z liczbą dni >35	Liczba dni z S24 >50 µg/m³ [-]		
			uwzgl. w ocenie	z P90,4 >50 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2024/2023	2024 / 2010-2023		Min.	Śred.	Maks.
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	2	0	38,4	38,8	39,2	16,9%	-21,4%	0	13	13	13
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1	0	45,3	45,3	45,3	26,2%	-22,0%	0	19	19	19
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1	0	37,9	37,9	37,9	21,5%	-20,0%	0	18	18	18
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	18	1	20,9	36,6	73,5	12,6%	-26,8%	1	2	15	73
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	2	0	37,0	37,6	38,2	4,6%	-33,9%	0	7	9	11
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	3	0	33,6	35,7	38,3	12,7%	-24,0%	0	6	7	7
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	3	0	24,5	35,8	45,5	7,1%	-28,5%	0	2	10	19
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	10	0	22,4	34,0	47,5	3,8%	-27,4%	0	2	9	25
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	2	0	33,9	37,5	41,1	13,6%	-22,2%	0	10	13	15
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	9	0	26,3	35,2	39,3	17,6%	-22,3%	0	4	10	17
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	2	0	34,5	37,0	39,4	22,1%	-14,4%	0	8	13	17
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	2	0	34,8	35,6	36,3	37,5%	-7,6%	0	10	11	11
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	6	0	26,9	36,0	44,2	23,0%	-18,7%	0	4	13	25

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie P90,4 [µg/m³]			Zmiana względna P90,4 [%]		Liczba stacji z liczbą dni >35	Liczba dni z S24 >50 µg/m³ [-]		
			uwzgl. w ocenie	z P90,4 >50 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2024/2023	2024 / 2010-2023		Min.	Śred.	Maks.
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	6	0	35,3	41,8	46,5	6,4%	-25,8%	0	10	19	28
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	16	0	32,6	42,5	49,7	5,1%	-24,7%	0	9	20	34
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	7	1	37,6	44,6	57,0	11,2%	-38,1%	1	16	25	50
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	2	0	34,9	35,3	35,7	4,1%	-33,0%	0	12	14	15
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	18	2	20,4	38,6	55,1	3,7%	-39,2%	2	2	19	42
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	7	0	31,9	37,1	46,5	4,0%	-32,3%	0	8	12	23
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	2	0	35,9	37,5	39,2	17,3%	-24,1%	0	6	9	12
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	2	0	38,6	39,4	40,2	14,3%	-31,5%	0	11	13	14
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	10	0	29,2	34,9	41,2	10,2%	-34,7%	0	3	9	13
opolskie	PL1601	miasto Opole	2	0	38,8	40,6	42,4	31,0%	-18,6%	0	16	21	25
opolskie	PL1602	strefa opolska	8	1	35,6	42,4	50,6	16,7%	-24,5%	0	7	19	34
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	4	0	30,2	36,0	39,1	6,5%	-24,8%	0	9	13	20
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	14	0	23,6	35,7	46,0	17,2%	-24,1%	0	3	11	28
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	3	0	30,2	32,6	35,6	17,7%	-20,4%	0	4	6	9
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	4	0	16,6	26,1	31,4	-3,2%	-38,8%	0	0	2	5
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	4	0	28,6	31,0	33,6	12,4%	-14,5%	0	2	3	4
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	6	0	22,6	28,9	34,7	4,8%	-29,9%	0	2	4	7
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	7	1	38,8	44,9	54,0	16,4%	-39,1%	1	16	27	46
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	2	0	41,4	45,3	49,2	6,1%	-46,1%	0	20	22	24
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1	0	34,2	34,2	34,2	13,6%	-50,2%	0	13	13	13
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	2	1	35,7	44,3	53,0	7,5%	-31,0%	1	12	27	41
śląskie	PL2405	strefa śląska	14	3	23,9	42,8	57,1	9,5%	-43,5%	3	6	24	41
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	3	0	34,2	35,6	36,7	5,7%	-38,7%	0	11	12	14
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	11	0	28,8	39,5	49,9	16,3%	-24,1%	0	6	17	31
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1	0	32,8	32,8	32,8	21,8%	-17,2%	0	2	2	2
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1	0	33,1	33,1	33,1	9,9%	-17,3%	0	2	2	2
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	8	0	23,1	35,9	49,3	13,3%	-9,8%	0	1	9	32
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	4	0	34,3	37,8	40,6	17,7%	-22,4%	0	9	12	15
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1	0	41,2	41,2	41,2	2,2%	-20,7%	0	18	18	18
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	12	0	35,0	41,1	47,0	7,2%	-22,7%	0	11	17	27
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	2	0	31,9	33,3	34,7	9,0%	-11,5%	0	6	7	8
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	2	0	24,5	26,3	28,1	5,3%	-24,6%	0	3	4	4
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	5	0	26,0	30,4	34,7	5,0%	-24,5%	0	1	3	7
Kraj			252	10	16,6	37,1	73,5	12,3%	-26,3%	9	0	13	73

Dla wszystkich stref z wyjątkiem strefy podlaskiej (spadek stężenia o 3,2%) w 2024 roku wartości percentyla 90,4 pyłu zawieszonego PM10 były wyższe od obserwowanych rok wcześniej. Różnice względne w przypadku wzrostów stężeń zawierały się w granicach od 2,2% w mieście Kalisz do 37,5% w mieście Zielona Góra, przy średniej różnicy w kraju na poziomie 12,3%.

Odnosząc wartości percentyla 90,4 z 2024 roku do średnich z okresu 2010-2023 można stwierdzić spadek stężeń dla wszystkich stref. Spadki te były znaczące i wyniosły od -7,6% w mieście Zielona Góra do -50,2% w mieście Bielsko-Biała, przy średniej różnicy w kraju na poziomie -26,3% (Rys. 6-3 i Tab. 6-3).

W rozkładzie przestrzennym stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM10 zaznacza się obszar wyższych wartości w województwach: łódzkim, śląskim i małopolskim. Widoczne są też pojedyncze stacje z najwyższymi wartościami w województwach: świętokrzyskim i dolnośląskim (Rys. 6-4).



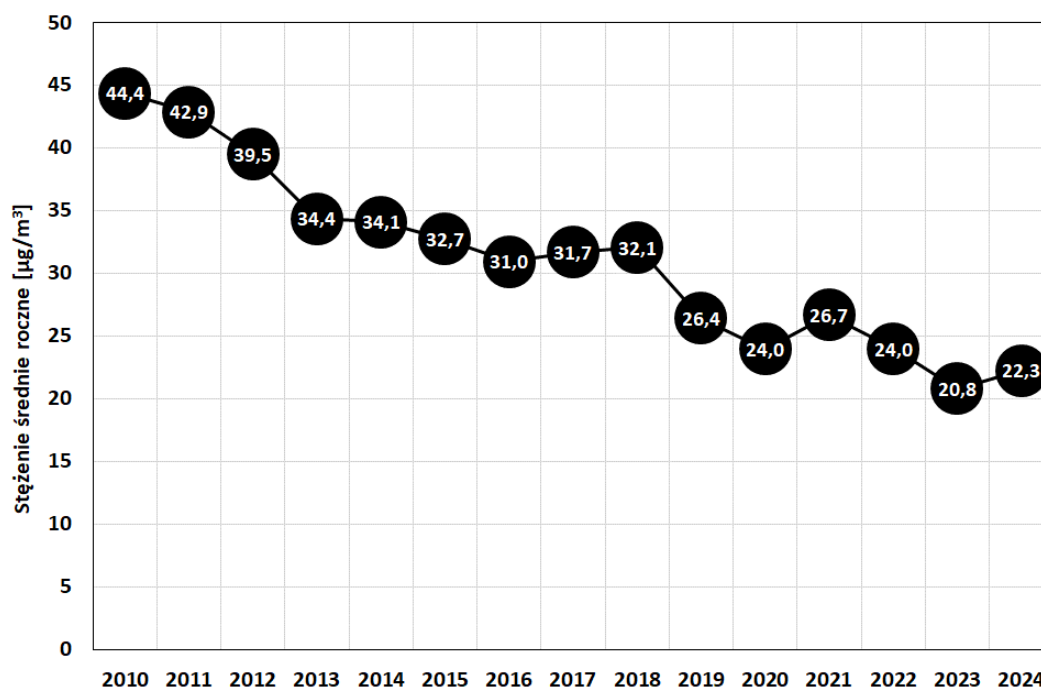
Rys. 6-4. Stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM10 na stacjach pomiarowych w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

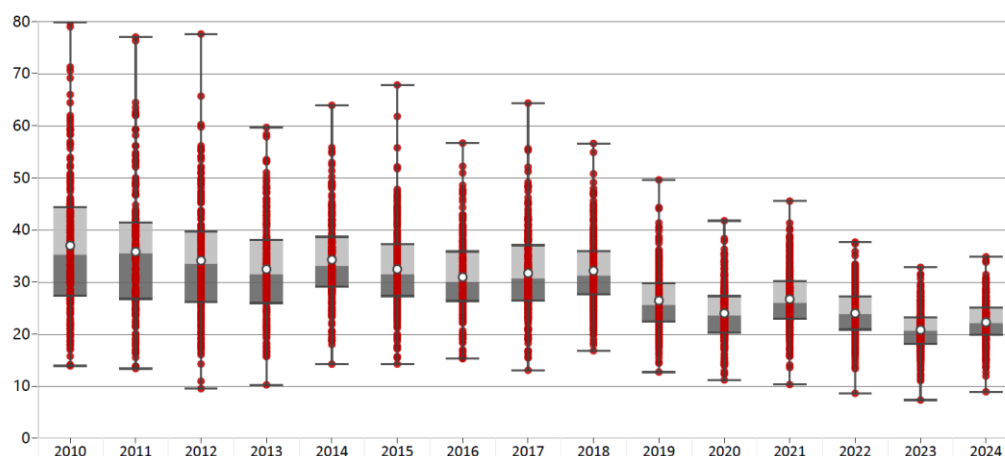
Stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM10 wykazują istotny statystycznie trend malejący w analizowanym okresie 2010-2024. Wyraźnie spadki obserwuje się w latach 2010-2013, potem nastąpił okres stabilizacji i w ciągu 6 lat stężenia zmieniały się nieznacznie (różnice w tym okresie nie przekraczały $3,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$). W latach 2019-2024 stężenie średnie roczne spadło poniżej $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższą wartość stężenia średniego rocznego pyłu zawieszonego PM10 odnotowano w 2010 roku, a najniższą w 2023 roku (Rys. 6-5a). Amplituda

stężenia średnich rocznych w okresie 2010-2024 wyniosła 23,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Warto zaznaczyć, że w latach 2010-2012 pomiary stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ były prowadzone najwyżej na 50 stacjach w kraju, od 2014 na 200 i więcej, by ustabilizować się na poziomie 250 stacji w ostatnich 4 latach, co nie jest bez znaczenia dla uzyskanego obrazu.

Rozkłady statystyczne stężeń na poszczególnych stacjach pomiarowych w latach 2010-2024 wskazują na znaczną rozpiętość stężeń, a szczególności występowanie lokalnie wartości znacznie wyższych od wartości średnich w latach wcześniejszych (Rys. 6-5b).



Rys. 6-5a. Zmiany stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM₁₀ w Polsce w okresie 2010-2024
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 6-5b. Zmiany stężeń średnich rocznych (w $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pyłu zawieszonego PM₁₀ w Polsce w okresie 2010-2024 na stacjach pomiarowych

Wykres pudełkowy przedstawia parametry rozkładu statystycznego stężeń: wartość średnią (biała kropka „w pudełku”), 1 i 3 kwantyl (dolna i górna krawędź „pudełka”), medianę (poziom pomiędzy jasno i ciemno szarym obszarem „pudełka”), minimum i maksimum (wąsy) oraz stężenia na pojedynczych stacjach (czerwone kropki).

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

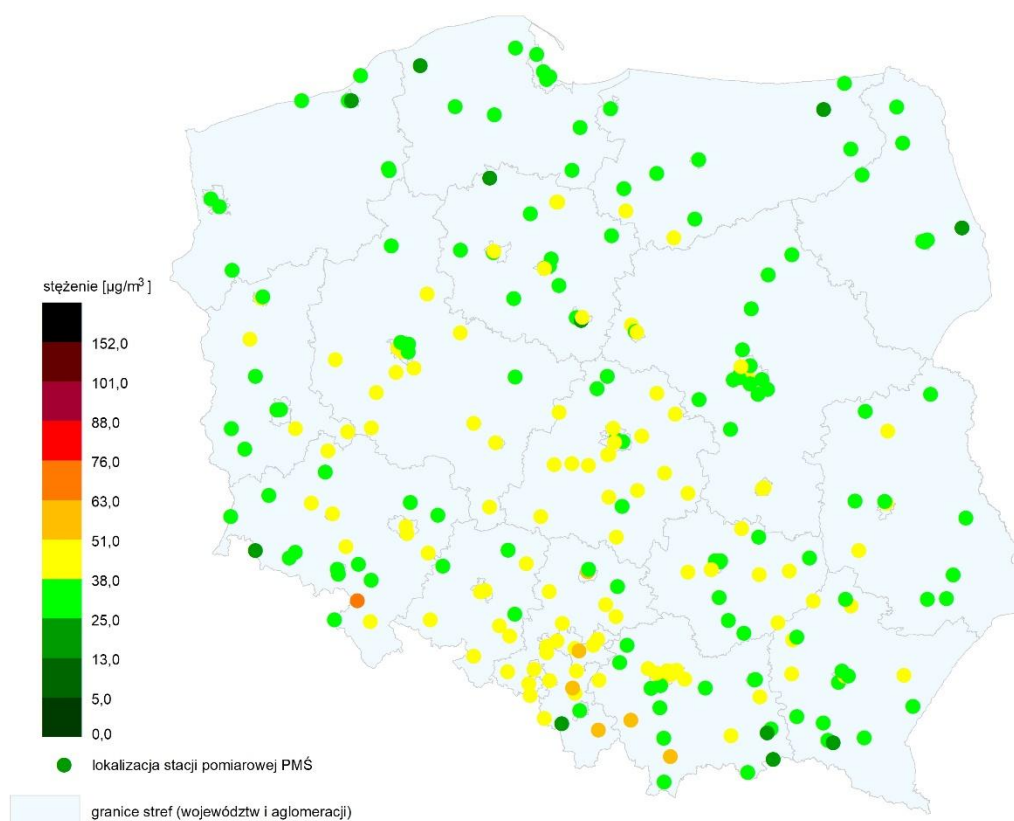
Najwyższe stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM₁₀ były notowane na stacjach komunikacyjnych, a najniższe na stacjach pozamiejskich. W 2024 roku w przypadku wszystkich typów obszaru odnotowano wzrost stężeń w stosunku do wartości z poprzedniego roku, największy dla stacji pozamiejskich. Od 2018 roku utrzymywały się stałe relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji, znajdujące odzwierciedlenie zarówno w przebiegach wartości średnich rocznych, jak i w różnicach pomiędzy wynikami z poszczególnych typów stacji. Najbardziej zbliżone do siebie były wartości ze stacji miejskich i podmiejskich, pomimo różnej liczby stacji tych dwóch typów (znaczej przewagi liczebnej stacji miejskich) (Tab. 6-5).

Tab. 6-4. Zmiany stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM₁₀ w latach 2010-2024 z uwzględnieniem typów stacji

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Stężenie Sa [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]																
Typ stacji	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
komunikacyjna	52,4	49,0	49,7	39,7	40,8	38,6	37,0	38,2	38,5	31,9	28,5	31,8	28,3	23,9	24,6	
miejska	46,0	44,4	40,3	35,9	34,6	33,1	31,2	32,2	32,6	26,9	24,5	27,1	24,4	21,1	22,7	
podmiejska	39,4	40,5	37,5	27,8	31,9	30,8	28,2	27,6	28,6	23,0	21,4	24,5	21,6	19,0	20,0	
pozamiejska	36,2	31,8	31,5	28,4	25,8	24,1	23,8	23,4	24,5	20,6	17,7	20,5	18,5	15,9	17,6	

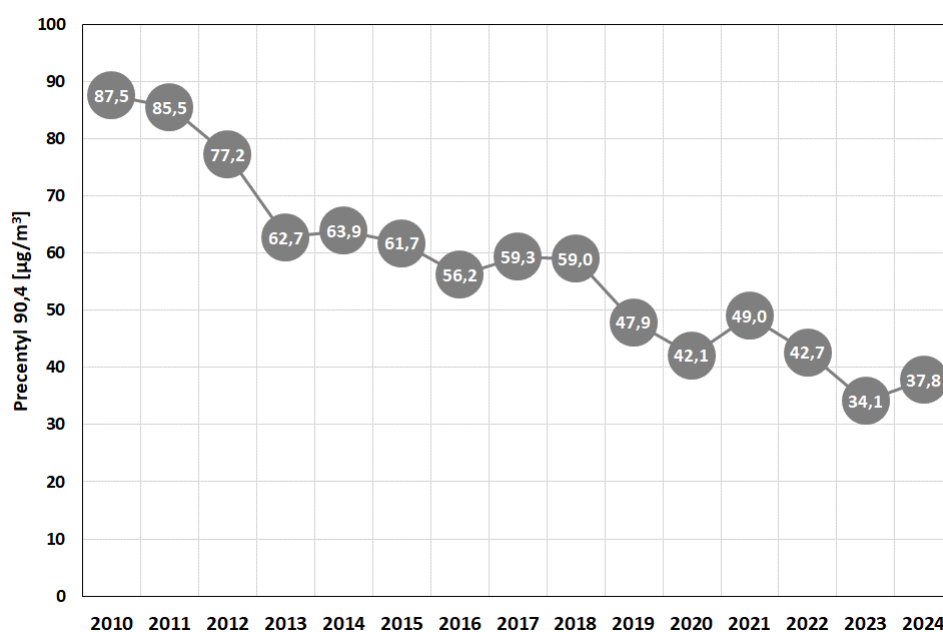
Rozkład przestrzenny wartości percentyla 90,4 ze stężeń 24-godzinnych pyłu zawieszonego PM₁₀ w 2024 roku jest podobny do rozkładu stężeń średnich rocznych – od najmniejszych wartości percentyla 90,4 na północy kraju, po największe w województwach łódzkim, opolskim, śląskim i małopolskim, z najwyższą wartością na pojedynczej stacji w województwie dolnośląskim (Rys. 6-6).



Rys. 6-6. Percentyl 90,4 dla stężeń dobowych pyłu zawieszonego PM₁₀ w 2024 r.

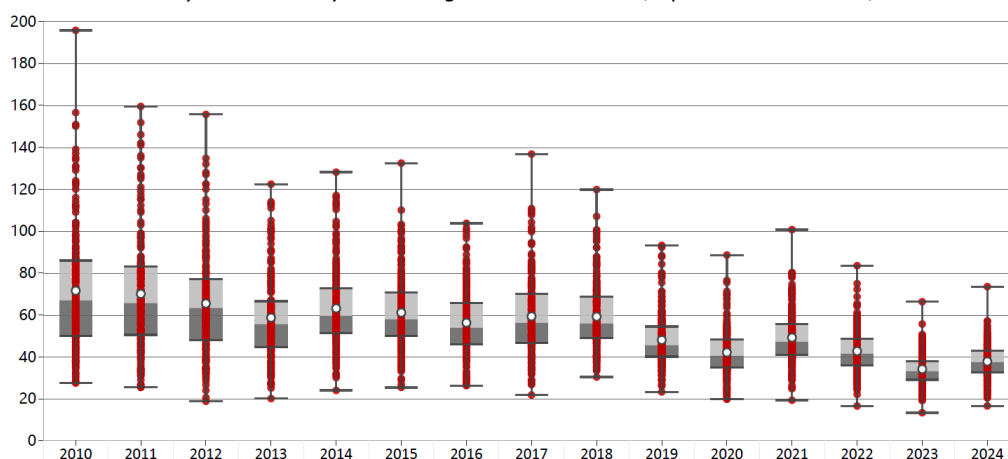
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Wartości percentyla 90,4 dla 24-godzinnych stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀ zmieniały się w latach w podobnym układzie, jak wartości średnie roczne: w latach 2010-2013 wyraźnie malały z roku na rok, potem nastąpił okres stabilizacji i w ciągu 6 lat zmieniały się nieznacznie (różnice w tym okresie nie przekraczały 8 µg/m³), a w latach 2019-2024 spadły poniżej 50 µg/m³. Co więcej, rok 2023 był pierwszym rokiem w wieloleciu, gdy wartość percentyla 90,4 spadła poniżej 40 µg/m³ i była najniższa w całym analizowanym okresie 2010-2024 (Rys. 6-7a). Pomimo wzrostu w 2024 roku poziom 40 µg/m³ nie został przekroczony. Amplituda wartości percentyla 90,4 w okresie 2010-2023 wyniosła 53,4 µg/m³. Również w tym przypadku zmiany liczby stacji prowadzących pomiary stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ w kolejnych latach mogą rzutować na przedstawiony obraz zmian.



Rys. 6-7a. Zmiany percentyla 90,4 dla stężeń dobowych pyłu zawieszonego PM₁₀ w Polsce w okresie 2010-2024

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 6-7b. Zmiany percentyla 90,4 (w µg/m³) dla stężeń dobowych pyłu zawieszonego PM₁₀ w Polsce w okresie 2010-2024 na stacjach pomiarowych

Wykres pudełkowy przedstawia parametry rozkładu statystycznego stężeń: wartość średnią (biała kropka „w pudełku”), 1 i 3 kwantyl (dolna i górna krawędź „pudełka”), medianę (poziom pomiędzy jasno i ciemno szarym obszarem „pudełka”), minimum i maksimum (wąsy) oraz stężenia na pojedynczych stacjach (czerwone kropki).

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Rozkłady statystyczne stężeń na poszczególnych stacjach pomiarowych w latach 2010-2024 wskazują na znaczną rozpiętość stężeń, a szczególności występowanie lokalnie wartości znacznie wyższych od wartości średnich (Rys. 6-7b).

Bardzo podobne do średnich rocznych obserwuje się relacje pomiędzy wartościami percentyla 90,4 dobowych stężeń pyłu zawieszonego PM10 dla poszczególnych typów stacji. Najwyższe wartości percentyla 90,4 były notowane na stacjach komunikacyjnych, a najniższe na stacjach pozamiejskich, przy czym różnice pomiędzy typami stacji malały z upływem lat. W 2023 roku dla wszystkich typów obszaru stwierdzono najniższe wartości percentyla 90,4 w wieloleciu. W ostatnim roku odnotowano wzrost wartości w stosunku do poprzedniego roku, najwyższy dotyczył stacji pozamiejskich i miejskich. Od 2016 roku utrzymywały się stałe relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji, znajdujące odzwierciedlenie zarówno w przebiegach wartości percentyla 90,4, jak i w różnicach pomiędzy wynikami z poszczególnych typów stacji. Najbardziej zbliżone do siebie były na ogół wartości ze stacji miejskich i podmiejskich, pomimo różnej liczby stacji tych dwóch typów (znaczej przewagi liczebnej stacji miejskich) (Tab. 6-5).

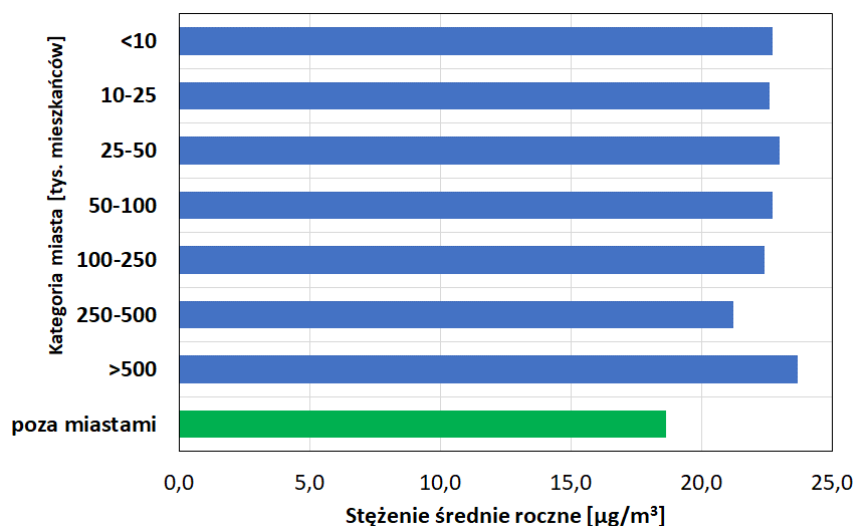
Tab. 6-5. Zmiany percentyla 90,4 dla stężeń dobowych pyłu zawieszonego PM10 w latach 2010- 2024 z uwzględnieniem typów stacji

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Stężenie percentyla 90,4 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
komunikacyjna	89,2	81,6	90,0	66,2	75,9	72,7	65,2	66,9	68,5	55,3	48,8	56,4	48,5	38,6	41,4
miejska	91,4	89,2	78,9	66,4	64,9	62,4	57,0	61,0	60,2	49,0	43,3	50,0	43,7	34,8	38,7
podmiejska	74,4	79,1	71,4	49,0	58,1	58,1	49,8	49,6	52,5	40,7	36,9	44,5	37,8	30,8	33,6
pozamiejska	72,3	66,6	63,6	53,0	48,4	45,8	42,1	42,6	45,1	36,7	30,4	37,2	32,1	26,2	29,2

6.2. Jakość powietrza w miastach

Z analizy przeprowadzonej dla miast w poszczególnych kategoriach populacji wynika, że najwyższe średnie roczne stężenie pyłu zawieszonego PM10 w 2024 roku wystąpiło w największych aglomeracjach – liczących powyżej 500 tys. mieszkańców. W pozostałych miastach z liczbą ludności do 250 tys. stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM10 osiągnęły zbliżone wartości. Miasta o najniższym stężeniu pyłu zawieszonego PM10 to miasta liczące 250-500 tys. mieszkańców. Średnie roczne stężenie pyłu zawieszonego PM10 poza miastami było znacznie niższe od notowanego w miastach (Rys. 6-8).



Rys. 6-8. Średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego PM10 w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

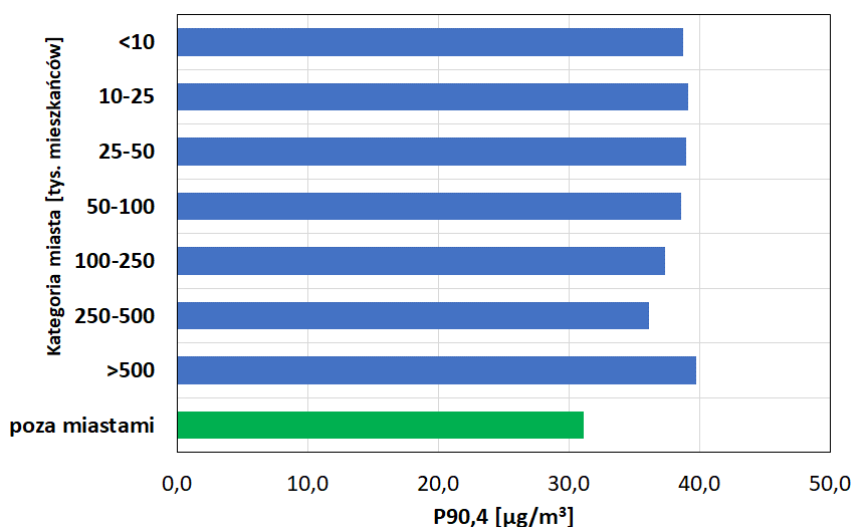
Średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego PM10 dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2024, jak wartości uśrednione dla kraju, z tym, że w latach 2010-2013 najwyższe wartości charakteryzowały miasta z kategorii 25-50 tys. i 100-250 tys. (z zastrzeżeniem dotyczącym mniejszej liczby stacji na początku omawianego wielolecia). Od roku 2014 najwyższe wartości utrzymują się w aglomeracjach liczących ponad 500 tys. mieszkańców. W 2023 roku odnotowano najniższe wartości stężenia pyłu zawieszonego PM10 w miastach należących do wszystkich kategorii oraz na obszarach poza miastami, natomiast w 2024 roku wszędzie stwierdzono wzrost w stosunku do wartości z poprzedniego roku, największy dla miast liczących 100-250 tys. ludności (o ponad 2 µg/m³), a najmniejszy dla aglomeracji liczących ponad 500 tys. – o nieco poniżej 1 µg/m³ (Tab. 6-6).

Tab. 6-6. Zmiany stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM10 w latach 2010-2024 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Kategoria miasta	Stężenie Sa [µg/m³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
>500	42,9	39,1	37,5	31,4	38,8	36,8	35,2	36,8	36,6	29,9	26,7	29,5	26,2	22,8	23,7
250-500	39,9	38,8	37,1	33,2	31,0	28,3	25,9	27,0	30,1	25,1	23,3	25,5	22,5	20,0	21,2
100-250	47,1	46,5	43,5	37,2	34,0	31,2	30,1	30,9	31,8	26,2	23,3	26,4	23,4	20,1	22,4
50-100	38,9	38,6	33,0	32,8	33,7	32,5	30,8	31,6	31,7	26,7	24,9	27,2	24,5	21,4	22,7
25-50	49,4	49,0	45,7	40,1	35,8	33,7	32,4	32,6	33,6	27,0	25,2	27,4	24,5	21,3	23,0
10-25	39,1	37,6	32,1	30,8	34,2	35,1	33,1	34,4	33,2	26,7	24,3	27,1	24,8	21,2	22,6
<10			29,7	31,3	36,4	36,1	28,9	29,3	31,0	25,8	22,2	26,7	24,5	21,4	22,7
obszar poza miastami	36,5	33,3	32,7	28,9	26,7	25,4	24,7	24,2	25,1	21,9	19,3	22,6	19,8	17,3	18,6

Z analizy wartości percentyla 90,4 wynika, że podobnie jak dla wartości średnich rocznych, najwyższe stężenia w 2024 roku zanotowano w największych aglomeracjach. Nieco niższe i na podobnym poziomie stężenia obserwowano w miastach do 100 tys. mieszkańców, zaś najniższe dotyczyły miast zamieszkałych przez 250-500 tys. mieszkańców. Percentyl 90,4 ze stężenia 24-godzinnego pyłu zawieszonego PM10 poza miastami był znacznie mniejszy niż w miastach (Rys. 6-9).



Rys. 6-9. Percentyl 90,4 ze stężeń 24-godz. pyłu zawieszonego PM10 w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Wartości percentyla 90,4 obliczonego ze stężeń dobowych pyłu zawieszonego PM10 dla miast w poszczególnych kategoriach pod względem liczby ludności wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2024, jak wartości uśrednione dla kraju oraz jak wartości średnie roczne stężenia pyłu w poszczególnych kategoriach miast. Także w tym przypadku można zauważyć, że w latach 2010-2013 najwyższe wartości charakteryzowały miasta z kategorii 25-50 tys. i 100-250 tys. (z zastrzeżeniem dotyczącym mniejszej liczby stacji na początku omawianego wielolecia). Od roku 2014 najwyższe wartości występowały na ogół w miastach liczących ponad 500 tys. mieszkańców. Największy spadek percentyla 90,4 w 2024 roku w stosunku do średniej z lat wcześniejszych odnotowano dla miast liczących 25-50 tys. ludności, (o ponad 25 µg/m³), zaś najmniejszy dla najmniejszych miast (poniżej 10 tys. mieszkańców) - Tab. 6-7.

Tab. 6-7. Zmiany percentyla 90,4 ze stężeń 24-godz. pyłu zawieszonego PM10 w latach 2010-2024 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Kategoria miasta	Stężenie percentyla 90,4 [µg/m³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
>500	76,5	69,5	68,0	54,3	72,5	68,5	61,6	66,7	66,2	52,6	46,1	52,6	46,0	36,8	39,8
250-500	72,0	70,2	64,9	58,0	55,0	52,9	45,0	47,9	53,3	43,8	39,7	46,3	39,1	32,6	36,1
100-250	93,0	94,2	87,4	68,0	62,3	58,4	53,6	56,8	58,3	47,9	40,6	47,9	41,3	32,9	37,3
50-100	76,4	73,0	61,3	57,5	64,5	61,3	57,1	58,2	57,7	48,1	43,3	49,5	43,2	34,5	38,6
25-50	100,9	102,3	93,4	76,5	67,3	64,3	59,6	62,0	62,8	49,6	45,2	51,1	43,9	35,1	38,9
10-25	75,6	72,6	63,3	57,8	65,5	66,6	61,3	67,4	61,9	49,1	43,5	50,1	45,1	35,3	39,1
<10			51,9	56,3	70,5	66,3	54,8	57,8	58,2	47,5	39,3	49,6	44,2	35,4	38,8
obszar poza miastami	71,7	68,3	63,5	53,9	49,7	48,2	44,0	44,3	45,8	39,6	33,7	41,7	34,7	28,4	31,1

6.3. Epizody wysokich stężeń

Przebieg stężeń 24-godz. pyłu zawieszonego PM₁₀ na poszczególnych stanowiskach uwzględnionych w analizach przedstawiono na Rys. 6-10 a, b i c. Dla każdego stanowiska każda wartość stężenia 24-godz. oznaczona jest kolorem, który zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Miejsce puste (kolor biały) oznacza, że dla tego dnia brak wyniku pomiaru.

Stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ były wyższe w sezonie chłodnym niż latem. Szczególnie jest to widoczne w styczniu oraz grudniu, gdy na większości stacji odnotowano najwyższe stężenia pyłu. W Polsce głównym źródłem emisji pyłu zawieszonego PM₁₀ jest sektor komunalno-bytowy. Zanieczyszczenia powstające przy indywidualnym ogrzewaniu budynków są wprowadzane do atmosfery głównie z niskich emitorów w obszarach z zabudową mieszkaniową. W rezultacie emisja ta ma na wielu obszarach decydujący wpływ na występowanie tam wysokich stężeń pyłu. Na stacjach komunikacyjnych, zlokalizowanych przy ulicach o dużym natężeniu ruchu samochodów w aglomeracjach, podwyższone stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ notowane były również w sezonie ciepłym. W całej Polsce widoczny jest okres podwyższonych stężeń na przełomie marca i kwietnia, związany z napływem mas powietrza z suchych obszarów Afryki – epizod saharyjski (Rys. 6-10 a, b i c).

Występowanie wysokich stężeń pyłu zawieszonego w sezonie grzewczym, w miesiącach zimowych oraz napływ mas powietrza z suchych obszarów Afryki spowodowały, że przy uwzględnieniu założeń identyfikacji epizodów opisanych w rozdziale 2, wartość graniczna przyjęta dla identyfikacji epizodu wysokiego stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ – 44,5 µg/m³ (próg epizodu) została przekroczona w trzech, 3 dniowych okresach – w styczniu, na przełomie marca i kwietnia oraz w grudniu 2024 roku (Tab. 6-8).

Tab. 6-8. Charakterystyka epizodów wysokich stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀ w 2024 roku

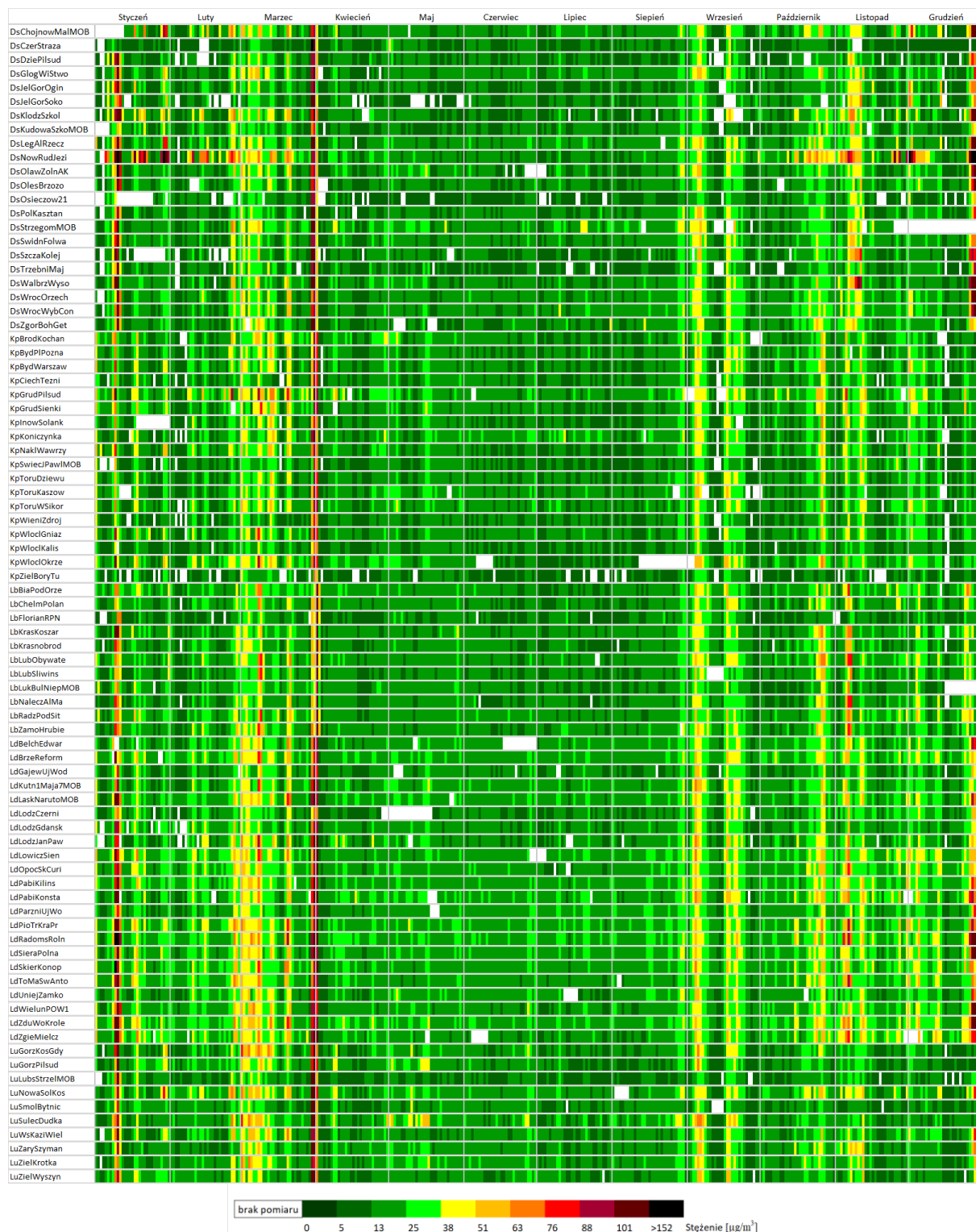
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Epizod			Stężenie S24 podczas epizodu [µg/m ³]			
Nr	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu (44,5 µg/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2024-01-09 do 2024-01-11	3	127	1,8	76,5	308,1
2	od 2024-03-30 do 2024-04-01	3	169	5,3	81,8	178,3
3	od 2024-12-27 do 2024-12-29	3	76	2,2	53,5	237,0

Pierwszy epizod, styczniowy, został odnotowany na 127 stacjach, a stężenie maksymalne przekroczyło 300 µg/m³. Epizod ten swoim zasięgiem praktycznie nie objął północnej części Polski (poza jedną stacją w województwie zachodniopomorskim i jedną w warmińsko-mazurskim), a najwyższe stężenia obserwowano na stacjach województw dolnośląskiego, opolskiego, łódzkiego, świętokrzyskiego, śląskiego, małopolskiego i podkarpackiego (Rys. 6- 11).

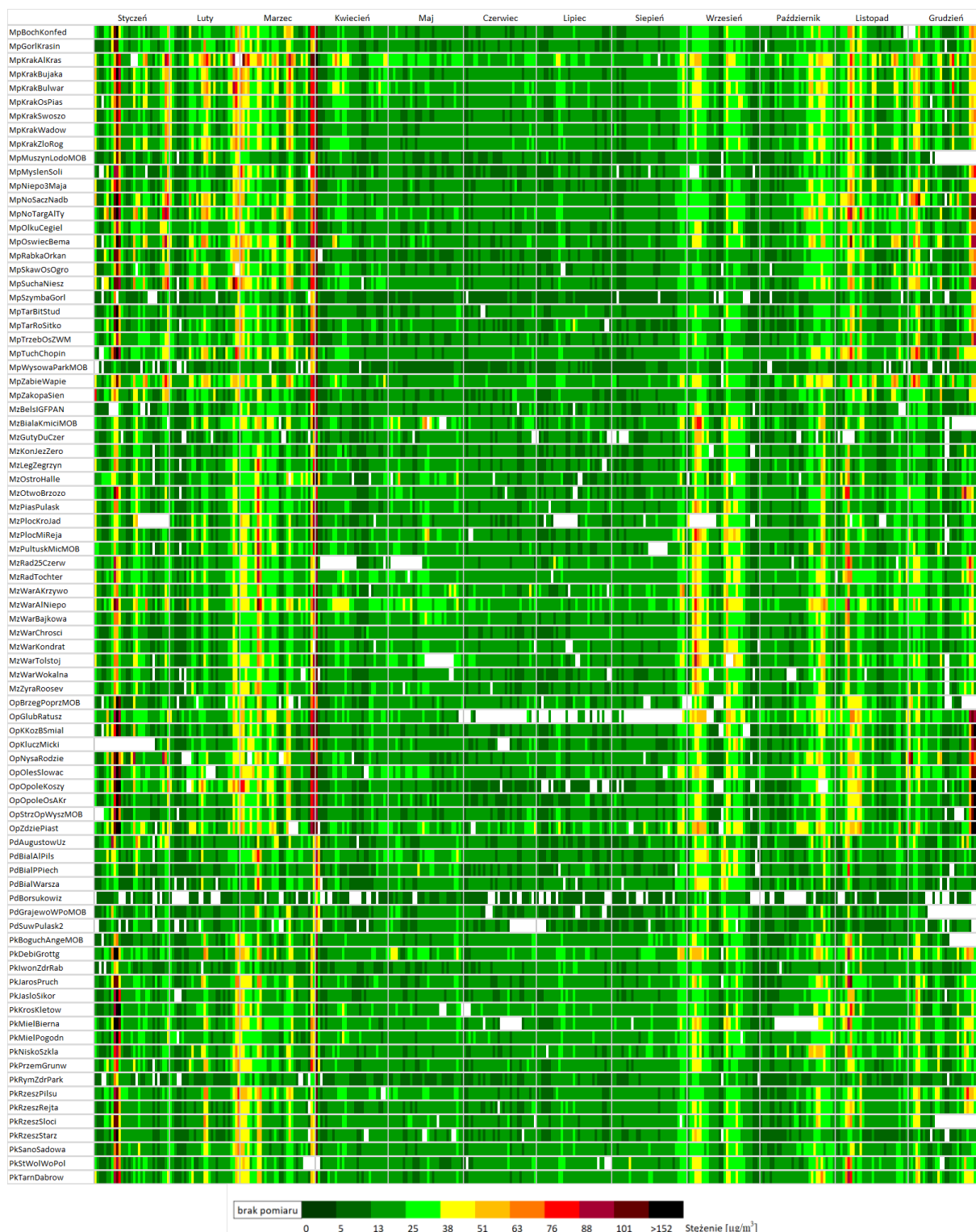
Na przełomie marca i kwietnia w całym kraju wystąpiły podwyższone stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀, a wartość progowa dla epizodu została przekroczona na 169 stacjach, ale wartość maksymalna stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ była najniższa spośród zidentyfikowanych epizodów. Najwyższe wartości, przekraczające wartość progową dla epizodu 2- i 3-krotnie, zmierzono na stacjach zlokalizowanych w województwach dolnośląskim, śląskim, opolskim i lubuskim (Rys. 6-12).

Epizod z końca roku miał znacznie mniejszy zasięg od dwóch poprzednich, widoczny był na 76 stacjach, szczególnie na południu, południowym zachodzie i w centralnej Polsce. W trakcie trwania tego epizodu, najwyższe stężenia obserwowano na stacjach województw dolnośląskiego, opolskiego, śląskiego, łódzkiego i małopolskiego, z maksymalnymi wartościami w opolskim i śląskim (Rys. 6-13).



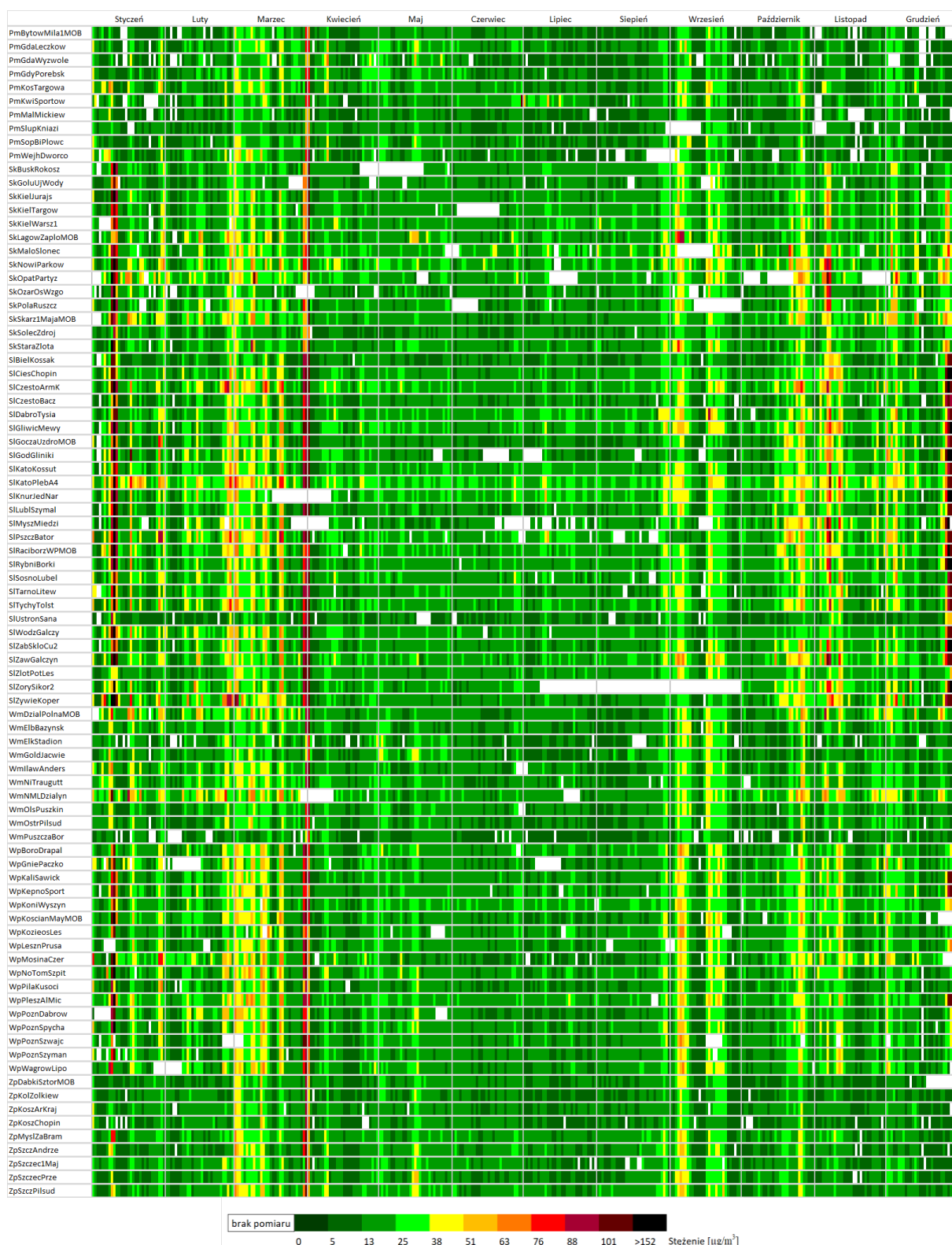
Rys. 6-10a. Zmiany stężeń średnich dobowych na stacjach pomiarowych pyłu zawieszonego PM10 w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



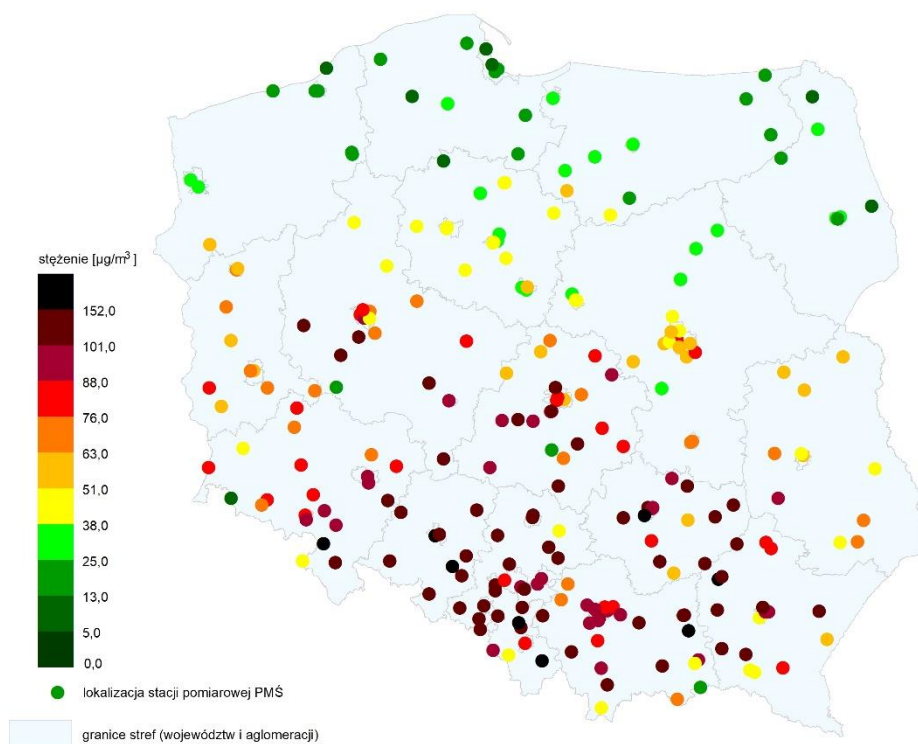
Rys. 6-10b. Zmiany stężeń średnich dobowych na stacjach pomiarowych pyłu zawieszonego PM₁₀ w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



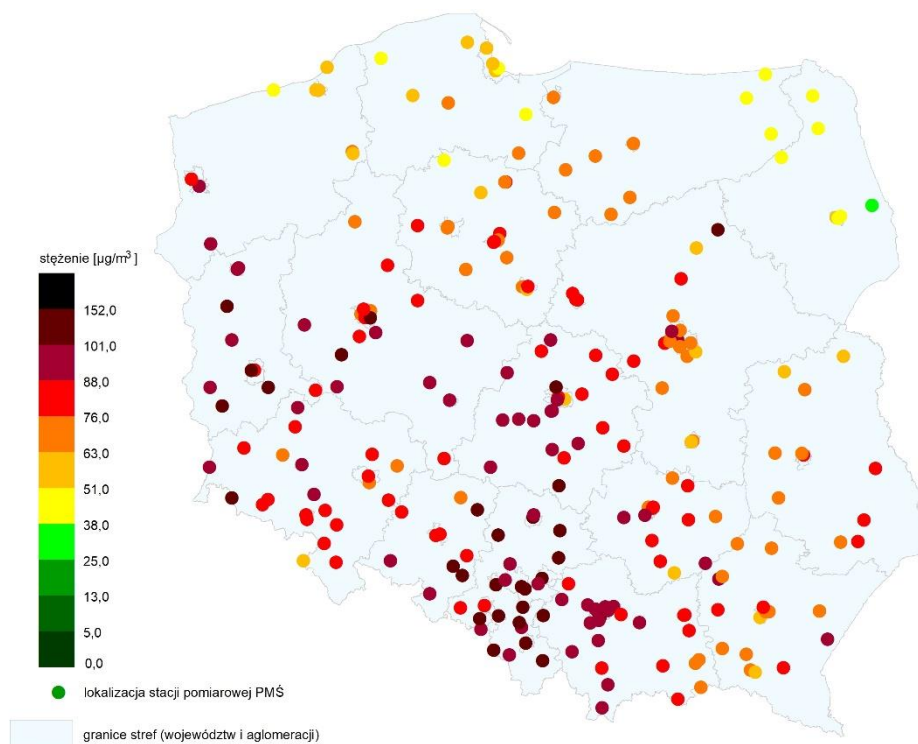
Rys. 6-10c. Zmiany stężeń średnich dobowych na stacjach pomiarowych pyłu zawieszonego PM10 w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



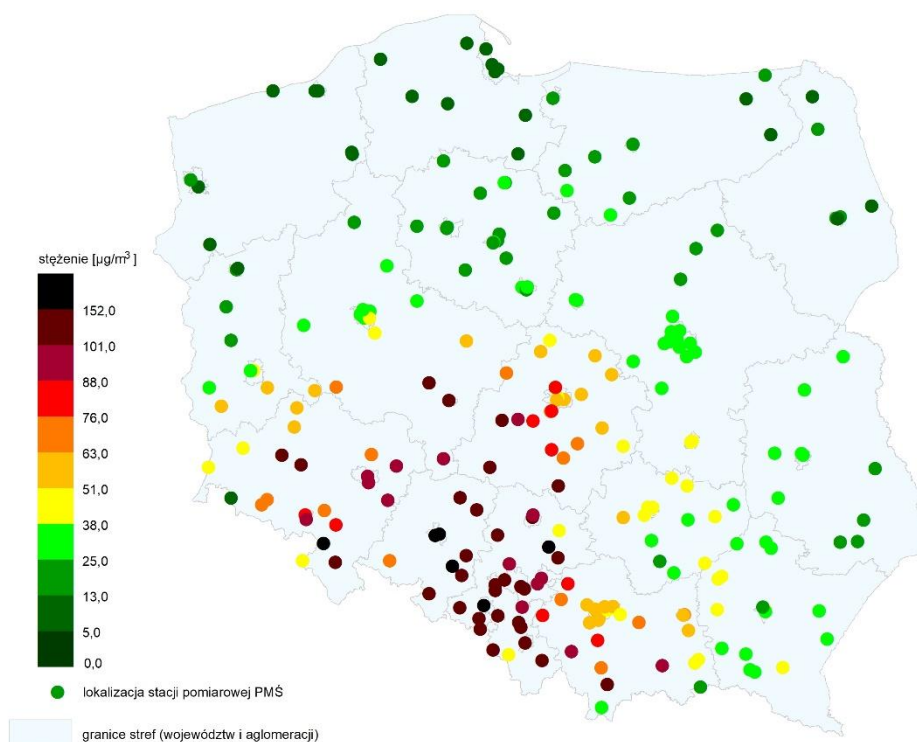
Rys. 6-11. Stężenia średnie pyłu zawieszonego PM₁₀ w okresie epizodu wysokich stężeń (09-11.01.2024)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 6-12. Stężenia średnie pyłu zawieszonego PM₁₀ w okresie epizodu wysokich stężeń (30.03-01.04.2024)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 6-13. Stężenia średnie pyłu zawieszonego PM₁₀ w okresie epizodu wysokich stężeń (27-29.12.2024)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Ze względu na wysokie dobowe stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀, powyżej których istnieje zagrożenie zdrowia ludzkiego wynikające z krótkotrwałego narażenia na działanie zanieczyszczeń wrażliwych grup ludności (poziom informowania wynoszący 100 µg/m³) lub którego nawet krótkotrwałe przekroczenie może powodować zagrożenie dla zdrowia ludzi (poziom alarmowy wynoszący 150 µg/m³), w 2024 roku opublikowano 338 razy informację o przekroczeniu poziomu informowania i 76 razy o przekroczeniu poziomu alarmowego.

Ogłoszenia dotyczące przekroczenia poziomu informowania dotyczyły 41 stref i zostały potwierdzone wynikami pomiarów ze 143 stacji pomiarowych. Poziom informowania najczęściej przekraczany był w strefach małopolskiej (37 razy na 14 stacjach), śląskiej (37 razy na 9 stacjach) i dolnośląskiej (34 razy na 12 stacjach) - Tab. 6-9.

W 2024 roku przekroczenia poziomu alarmowego odnotowano łącznie na 48 stacjach zlokalizowanych na obszarze 18 stref w styczniu i grudniu (Tab. 6-9).

Tab. 6-9. Ogłoszenia o przekroczeniu poziomu informowania oraz poziomu alarmowego dla pyłu zawieszonego PM10 w 2024 roku

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Poziom informowania		Poziom alarmowy	
			Liczba stacji	Ogłoszenia	Liczba stacji	Ogłoszenia
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	1	2		
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1	5		
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1	7		
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	12	34	3	11
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	1	1		
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1	1		
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko – pomorska	1	2		
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1	1		
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	2	2	1	1
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1	2		
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1	1		
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	3	5		
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	3	10		
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	4	14	1	1
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	9	18	2	3
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	2	3	1	1
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	14	37	4	4
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	4	6		
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1	1		
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	8	10		
opolskie	PL1601	miasto Opole	1	1	1	5
opolskie	PL1602	strefa opolska	6	21	7	12
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	4	10	1	1
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	10	18	6	9
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1	1		
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	2	3		
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	7	19	3	3
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	2	5	2	5
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1	4		
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	2	9	2	3
śląskie	PL2405	strefa śląska	9	37	6	8
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	3	5	1	1
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	7	14	3	4
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1	1		
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1	1		
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	2	4		
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	2	3	1	1
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1	4		
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	7	13	3	3
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	2	2		
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1	1		
łącznie w kraju			143	338	48	76

7. Stężenia benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10

W niniejszym rozdziale zaprezentowano wyniki pomiarów stężeń benzo(a)pirenu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 na stacjach w Polsce w 2024 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2023. Ocenę wykonano z odniesieniem do określonych prawnie kryteriów ustanowionych w celu ochrony zdrowia, podanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2021 r. poz. 845).

Tab. 7-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza B(a)P^{*)} w pyłe zawieszonym PM10

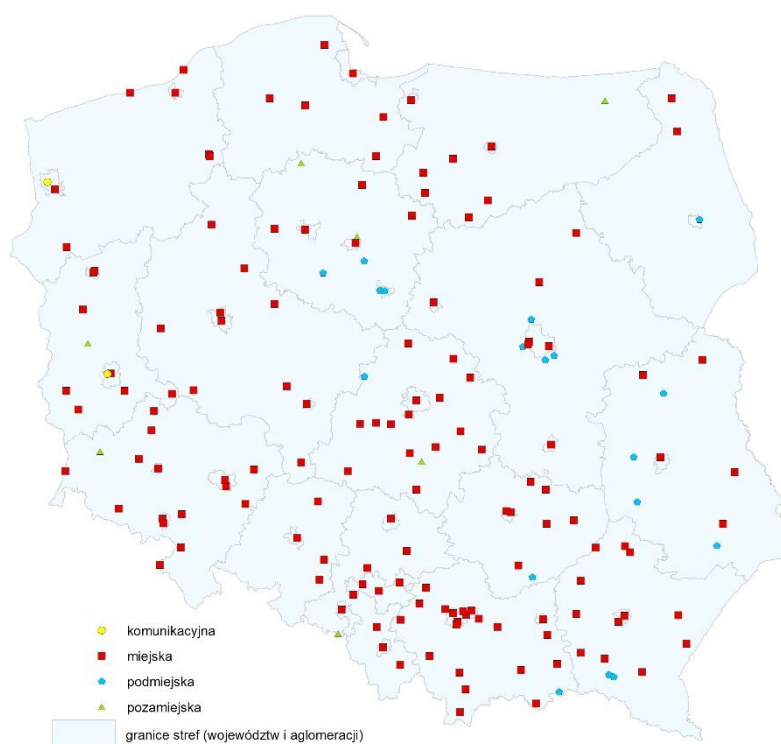
Okres uśredniania stężeń	Poziom docelowy [ng/m ³]	Wartość uwzględniona w ocenie [ng/m ³] ^{**)}	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	1	1,5	Sa

Objaśnienia

^{*)} B(a)P – oznacza całkowitą zawartość benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM10

^{**)} zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu docelowego sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego do całości

Ocenę zanieczyszczenia powietrza benzo(a)pirenem w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 169 stanowisk pomiarowych, w tym 2 komunikacyjnych, 142 stacji tła miejskiego, 18 podmiejskich i 7 pozamiejskich (Rys. 7- 1).

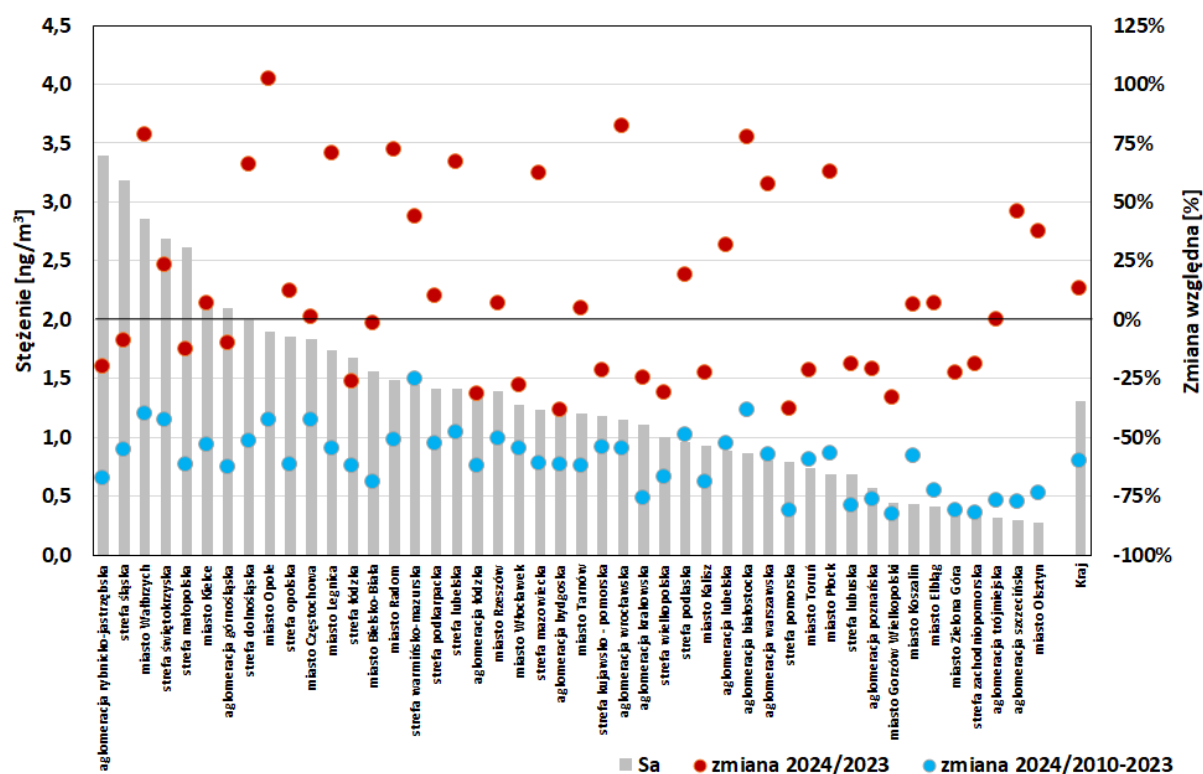


Rys. 7-1. Stacje pomiarowe B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

7.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

Poniżej przedstawiono wyniki analiz dla benzo(a)pirenu zawartego w pył zawieszonym PM₁₀ w roku 2024 dla wartości średnich rocznych w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i w okresie 2010-2023. Przedstawiono również relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji.

Stężenie średnie roczne B(a)P w pył zawieszonym PM₁₀ uśrednione w kraju z obszarów stref wyniosło w 2024 r. 1,3 ng/m³. Najwyższe wartości średnie (powyżej 3 ng/m³) odnotowano dla aglomeracji rybnicko-jastrzębskiej i strefy śląskiej. Wartości średnie poniżej 1,0 ng/m³ zaobserwowano w przypadku 18 stref, najniższą dla aglomeracji szczecińskiej i Olsztyna (poniżej 0,3 ng/m³). Obserwowana różnica pomiędzy strefami (wartością najwyższą a najniższą) wyniosła ponad 3 ng/m³ (Rys. 7-2 i Tab. 7-2). W 14 strefach (30% wszystkich stref) stężenie średnie roczne było wyższe od 1,5 ng/m³, czyli wartości, od której uznawane jest przekroczenie poziomu docelowego. Przekroczenie odnotowano na 70 stacjach w 22 strefach, co stanowiło nieco ponad 40% stanowisk pomiarowych, na których prowadzono w 2024 r. pomiary stężenia B(a)P w pył zawieszonym PM₁₀. Dla ponad połowy (25 z 46) stref stężenia średnie roczne B(a)P w pył zawieszonym PM₁₀ były w roku 2024 wyższe niż rok wcześniej. W dużej mierze zmiany te były znaczące – w 19 strefach zmiany względne przekroczyły 10%, a maksymalny wzrost wyniósł 102% w Opolu. Tam, gdzie wystąpiły spadki zmiany względne wyniosły od -1,5% w Bielsku-Białej do -38,7% w aglomeracji bydgoskiej.



Rys. 7-2. Stężenia średnie roczne benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pył zawieszonym PM₁₀ w 2024 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wieloletnia 2010-2023

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 7-2. Parametry jakości powietrza dla benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 r. (stężenie średnie roczne Sa)

Kolorem czerwonym zaznaczono wzrosty stężeń

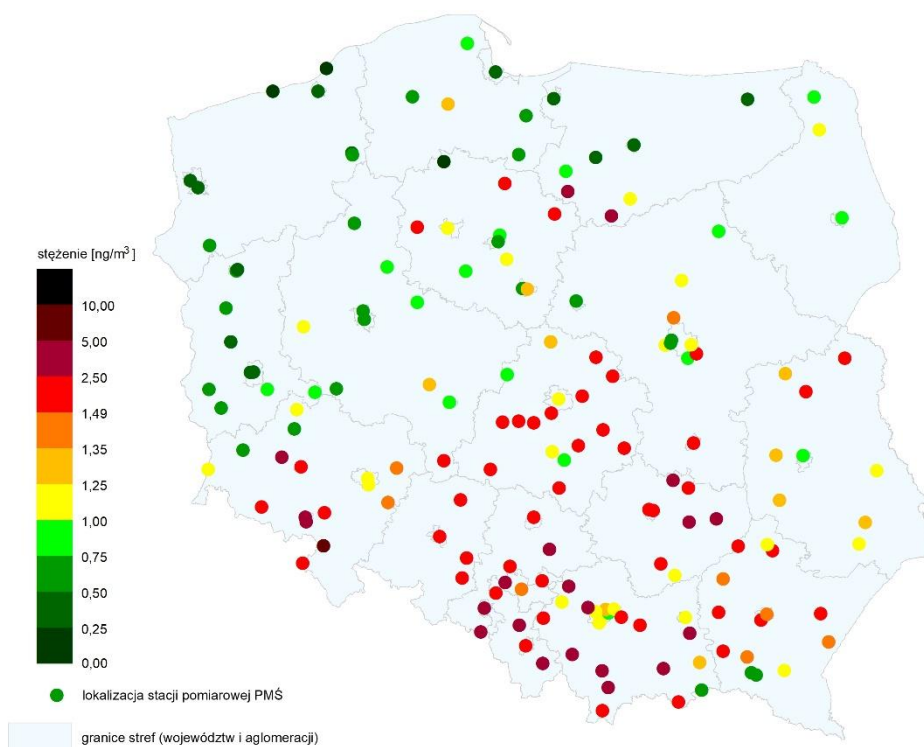
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [ng/m³]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 1 ng/m³	Min.	Śred.	Maks.	2024/ 2023	2024 / 2010-2023
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	2		1,15	1,15	1,15	82,0%	-54,7%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1	1	1,73	1,73	1,73	70,3%	-55,1%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1	1	2,86	2,86	2,86	78,5%	-40,0%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	12	6	0,62	2,00	7,33	65,6%	-51,8%
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	1		1,22	1,22	1,22	-38,7%	-61,6%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		0,73	0,73	0,73	-21,9%	-59,8%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		1,27	1,27	1,27	-27,9%	-54,7%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	8	3	0,24	1,19	1,97	-21,7%	-54,2%
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1		0,89	0,89	0,89	31,4%	-52,6%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	8	2	1,21	1,41	1,81	66,6%	-48,0%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	2		0,39	0,45	0,50	-33,3%	-82,7%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	2		0,38	0,41	0,44	-22,6%	-81,3%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	6		0,28	0,68	0,95	-19,0%	-79,0%
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	2	1	1,24	1,41	1,58	-32,0%	-62,1%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	15	11	0,80	1,67	2,40	-26,4%	-62,2%
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	6		0,90	1,11	1,32	-24,7%	-76,1%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		1,20	1,20	1,20	4,5%	-62,6%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	15	12	0,53	2,61	4,81	-12,9%	-61,6%
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	3		0,64	0,80	1,01	57,5%	-57,6%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		0,69	0,69	0,69	62,5%	-56,9%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1	1	1,49	1,49	1,49	72,1%	-51,4%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6	1	0,88	1,23	2,05	62,2%	-61,2%
opolskie	PL1601	miasto Opole	1	1	1,89	1,89	1,89	102,0%	-42,7%
opolskie	PL1602	strefa opolska	3	3	1,63	1,85	2,13	11,9%	-62,0%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		1,39	1,39	1,39	6,6%	-50,6%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	13	6	0,59	1,41	1,99	10,1%	-52,8%
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	1		0,86	0,86	0,86	77,3%	-38,4%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	2		0,84	0,96	1,09	18,7%	-48,9%
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	1		0,32	0,32	0,32	0,0%	-76,8%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	5		0,50	0,79	1,30	-38,1%	-81,1%
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	3	2	1,45	2,09	3,09	-10,0%	-63,0%
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	1	1	3,39	3,39	3,39	-20,4%	-67,4%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1	1	1,56	1,56	1,56	-1,5%	-69,2%

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [ng/m³]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 1 ng/m³	Min.	Śred.	Maks.	2024/ 2023	2024 / 2010-2023
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1	1	1,83	1,83	1,83	0,8%	-42,7%
śląskie	PL2405	strefa śląska	6	6	1,66	3,19	4,59	-8,9%	-55,2%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	2	2	1,85	2,11	2,37	6,5%	-53,2%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	6	5	1,24	2,68	4,19	22,8%	-43,1%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		0,28	0,28	0,28	37,2%	-74,1%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		0,41	0,41	0,41	6,5%	-73,0%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	6	2	0,30	1,44	3,25	43,8%	-25,5%
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	2		0,53	0,57	0,61	-21,3%	-76,5%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		0,92	0,92	0,92	-22,6%	-69,3%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	7	1	0,61	1,00	1,68	-31,0%	-66,9%
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	2		0,29	0,29	0,29	45,9%	-77,6%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		0,43	0,43	0,43	6,0%	-57,8%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	5		0,15	0,38	0,73	-19,0%	-82,4%
Kraj			169	70	0,15	1,31	7,33	12,9%	-60,4%

Znaczne spadki zaobserwowano natomiast we wszystkich strefach przy porównaniu stężeń średnich rocznych dla 2024 roku oraz średnich z wielolecia 2010-2023. Wśród analizowanych stref, najniższy spadek stężeń, na poziomie -25,5%, dotyczył strefy warmińsko-mazurskiej, zaś najwyższe – przekraczające 80% – obserwuje się w strefach pomorskiej i zachodniopomorskiej oraz w miastach Zielona Góra i Gorzów Wielkopolski. Wartość średnia dla kraju w 2024 roku była o ponad 60% niższa od wartości uśrednionej dla wielolecia 2010-2023 (Tab. 7-2).

Przedstawiony na mapie rozkład przestrzenny stężeń średnich rocznych B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ pokazuje duże zróżnicowanie. Niższe wartości obserwowane są na północy, zachodzie i północnym wschodzie kraju, zaś wyższe w centralnej części kraju. Najwyższe stężenia B(a)P obserwowane były w województwach: kujawsko-pomorskim, łódzkim, świętokrzyskim, śląskim, małopolskim, opolskim, podkarpackim i dolnośląskim. W rozkładzie stężeń wyraźny jest gradient północ-południe (Rys. 7-3).

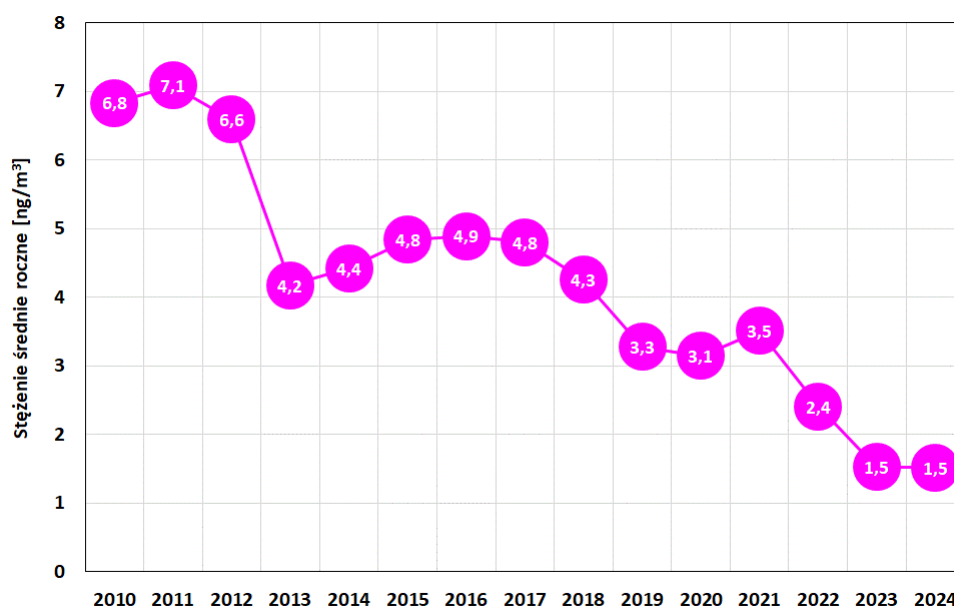


Rys. 7-3. Stężenia średnie roczne benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ na stacjach pomiarowych w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

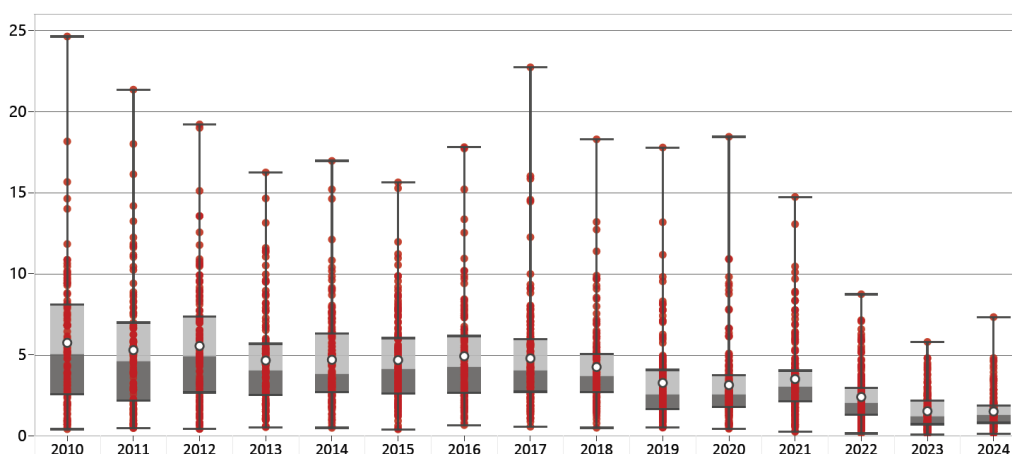
Analiza zmian w wieloleciu 2010-2024 wskazuje, że stężenia średnie roczne benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM₁₀, uśrednione w skali kraju, obliczone na podstawie danych z pojedynczych stacji pomiarowych w latach 2010-2012 utrzymywały się na zbliżonym poziomie. W 2013 r. stężenia wyraźnie zmalały, w kolejnych latach niewiele zmieniały się z roku na rok, z nieznacznym wzrostem w okresie 2015-2017 (różnice w latach 2013-2018 mieściły się w granicach 0,7 ng/m³). Potem nastąpił kolejny spadek w latach 2019 i 2020 oraz wzrost w 2021 roku. W 2023 roku zanotowano istotny spadek w stosunku do wartości uzyskiwanych w poprzednich latach, gdy stężenie osiągnęło najniższą wartość w analizowanym wieloleciu. Na tym poziomie stężenie B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀

utrzymało się w ostatnim roku (Rys. 7-4a). Amplituda stężeń średnich rocznych w okresie 2010-2024 wyniosła 5,57 ng/m³. Warto zaznaczyć, że w latach 2010-2013 pomiary stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ były prowadzone na nielicznych stacjach w kraju (od 24 w 2010 r. do 46 w 2013 r.), a od 2014 roku ich liczba wzrosła (do ponad 100, głównie w miastach) stabilizując się w okresie 2020-2024 na poziomie powyżej 150, co jest nie bez znaczenia dla uzyskanego obrazu. Rozkłady statystyczne stężeń na poszczególnych stacjach pomiarowych w latach 2010-2024 wskazują na znaczną rozpiętość stężeń, a szczególności występowanie lokalnie wartości znacznie wyższych od wartości średnich (Rys. 7-4b).



Rys. 7-4a. Zmiany stężeń średnich rocznych benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w Polsce w okresie 2010-2024

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 7-4b. Zmiany stężeń średnich rocznych (w ng/m³) benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w Polsce w okresie 2010-2024 na stacjach pomiarowych

Wykres pudełkowy przedstawia parametry rozkładu statystycznego stężeń: wartość średnią (biała kropka „w pudełku”), 1 i 3 kwartyl (dolna i górna krawędź „pudełka”), medianę (poziom pomiędzy jasno i ciemno szarym obszarem „pudełka”), minimum i maksimum (wąsy) oraz stężenia na pojedynczych stacjach (czerwone kropki).

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Najwyższe stężenia benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2024 roku były notowane na stacjach miejskich, a najniższe na ogół na stacjach komunikacyjnych i podmiejskich. Wartości stężeń B(a)P malały z upływem lat na wszystkich typach stacji. Najbardziej zbliżone do siebie były wartości ze stacji pozamiejskich i podmiejskich, co widać od roku 2018 (Tab. 7-3). W latach 2013-2021, w których prowadzone były pomiary na stacjach komunikacyjnych, wyniki były zbliżone do uzyskiwanych na stacjach podmiejskich, a nawet pozamiejskich. W dwóch ostatnich latach na takich stacjach stężenia osiągnęły najniższe wartości.

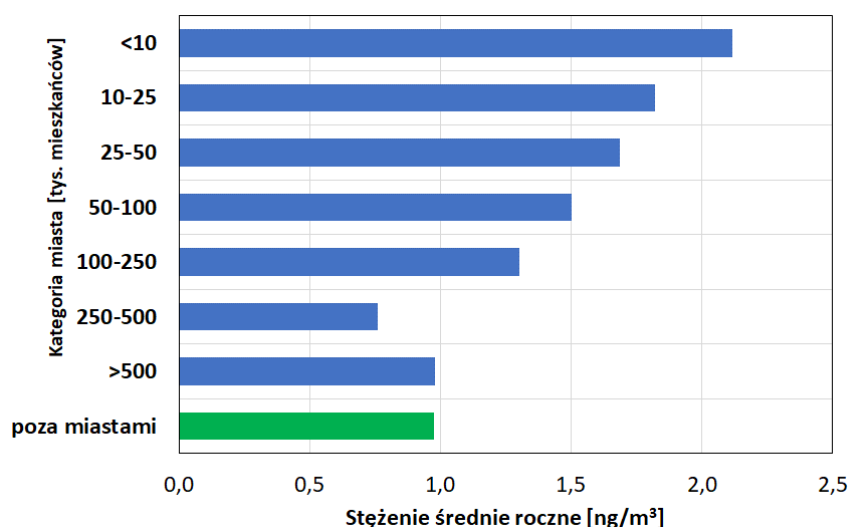
Tab. 7-3. Zmiany stężeń średnich rocznych B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w latach 2010-2024 z uwzględnieniem typów stacji

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Stężenie Sa [ng/m ³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
komunikacyjna				1,96	2,87	3,57	3,18	2,77	1,79	2,25	2,51	2,44		0,34	0,33
miejska	7,04	7,08	6,53	4,48	4,67	5,12	5,25	5,22	4,63	3,53	3,37	3,72	2,55	1,63	1,62
podmiejska	4,74	5,36	5,97	3,31	4,18	4,09	3,37	3,26	2,85	2,04	2,03	2,46	1,41	0,95	1,10
pozamiejska	8,04	14,18	10,54	4,20	2,30	2,21	2,49	2,22	2,55	1,95	1,80	2,36	1,65	1,14	0,96

7.2. Jakość powietrza w miastach

Przeprowadzona analiza dla miast w poszczególnych kategoriach wykazała, że najwyższe średnie roczne stężenie B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2024 roku wystąpiło w miastach najmniejszych tj. o liczbie ludności poniżej 10 tys. mieszkańców. Stężenia średnie roczne spadają sukcesywnie wraz ze wzrostem kategorii miasta, aż do miast 250-500 tys. Co ciekawe, w dużych aglomeracjach (powyżej 500 tys. mieszkańców), stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ były nieznacznie wyższe, niż obserwowane w miastach z liczbą mieszkańców 250-500 tys., co może wynikać z emisji zanieczyszczeń na obszarach podmiejskich (najbliższego otoczenia dużych aglomeracji). Średnie roczne stężenie B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ poza miastami w 2024 roku było niższe niż w miastach, za wyjątkiem miast z liczbą mieszkańców z przedziału 250-500 tys. i niemal równe stężeniu średniemu dla aglomeracji liczących powyżej 500 tys. mieszkańców (Rys. 7-5).



Rys. 7-5. Stężenia średnie roczne benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Średnie roczne stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2024, jak wartości uśrednione dla kraju, z tym samym zastrzeżeniem dotyczącym mniejszej liczby stacji i reprezentacji stacji pozamiejskich na początku omawianego wielolecia (Tab. 7-4).

Tab. 7-4. Zmiany stężeń średnich rocznych benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w latach 2010-2024 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Kategoria miasta	Stężenie Sa [ng/m ³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
>500		3,20	3,13	2,51	4,36	4,33	3,86	3,90	3,79	3,07	2,86	2,98	1,82	1,14	0,98
250-500	4,51	4,80	4,95	2,95	2,71	2,74	2,91	2,85	2,80	1,63	1,74	1,84	1,19	0,83	0,76
100-250	7,88	7,76	7,68	5,14	3,99	3,84	3,91	4,33	3,85	3,25	2,67	2,95	1,89	1,28	1,30
50-100	6,19	5,85	5,72	3,71	3,84	4,53	4,86	4,51	3,74	2,72	3,00	3,63	2,38	1,38	1,50
25-50	6,81	7,08	7,01	4,59	4,87	4,78	5,15	5,26	4,88	3,90	3,67	3,77	2,40	1,71	1,68
10-25	6,09	7,03	5,58	4,35	5,94	7,00	7,15	6,91	5,21	3,77	3,67	3,82	3,05	1,79	1,82
<10					6,62	8,42	6,46	4,91	6,92	4,32	3,41	5,04	3,37	2,02	2,12
obszar poza miastami	8,04	14,18	10,54	4,20	2,30	2,21	2,49	2,47	2,42	2,33	2,23	2,61	1,59	1,25	0,97

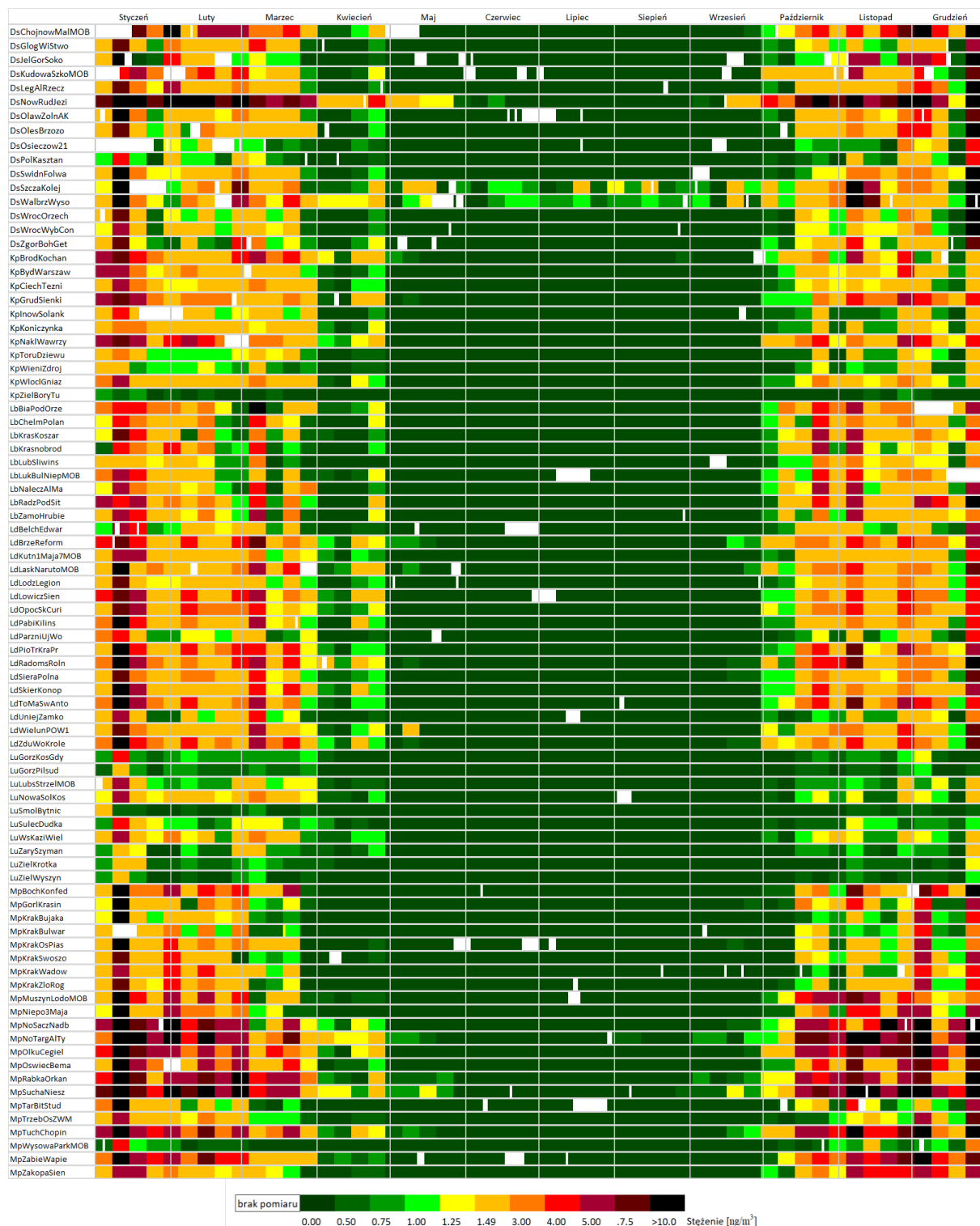
Warto zauważyć, że do 2013 roku pomiary B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 nie były prowadzone w najmniejszych miastach, charakteryzujących się w kolejnych latach najwyższymi stężeniami. Od roku 2013 na ogół największe stężenia B(a)P notowano w miastach trzech kategorii, reprezentujących najmniejsze liczby mieszkańców (<10 tys., 10-25 tys. i 50-100 tys.). W pozostałych kategoriach miast i na obszarach pozamiejskich stężenia B(a)P były niższe i zbliżone do siebie, co widać wyraźnie w ostatnich czterech latach. W 2024 roku dla dużych miast i aglomeracji odnotowano spadki średnich rocznych stężeń benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM10 w stosunku do wartości obserwowanych rok wcześniej, a dla małych i średnich miast nieznaczne wzrosty (Tab. 7-4).

7.3. Epizody wysokich stężeń

Nadal głównym źródłem emisji benzo(a)pirenu do atmosfery w Polsce są inne źródła stacjonarne, czyli procesy spalania paliw poza przemysłem i transportem, tj. emisja z gospodarstw domowych (tzw. „niska emisja”). Jest ona wyższa w chłodnej połowie roku, w sezonie grzewczym, wraz z rosnącym zapotrzebowaniem na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych. Stężenia zanieczyszczeń wzrastają szczególnie w okresie występowania warunków meteorologicznych mających wpływ na kumulację zanieczyszczeń, w tym spadku temperatury przy niskiej prędkości wiatru i występowania zjawiska tzw. inwersji termicznej, często spotykanych w okresie zimowym przy antycyklonalnym typie cyrkulacji atmosferycznej. Warunki takie przekładają się na zwiększoną emisję pyłu zawieszonego i zawartych w nim wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, w tym benzo(a)pirenu, a tym samym na stężenia tych zanieczyszczeń w powietrzu. Widać to wyraźnie w przebiegu dobowych wartości stężeń B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 w ciągu roku (Rys. 7-6 a i b).

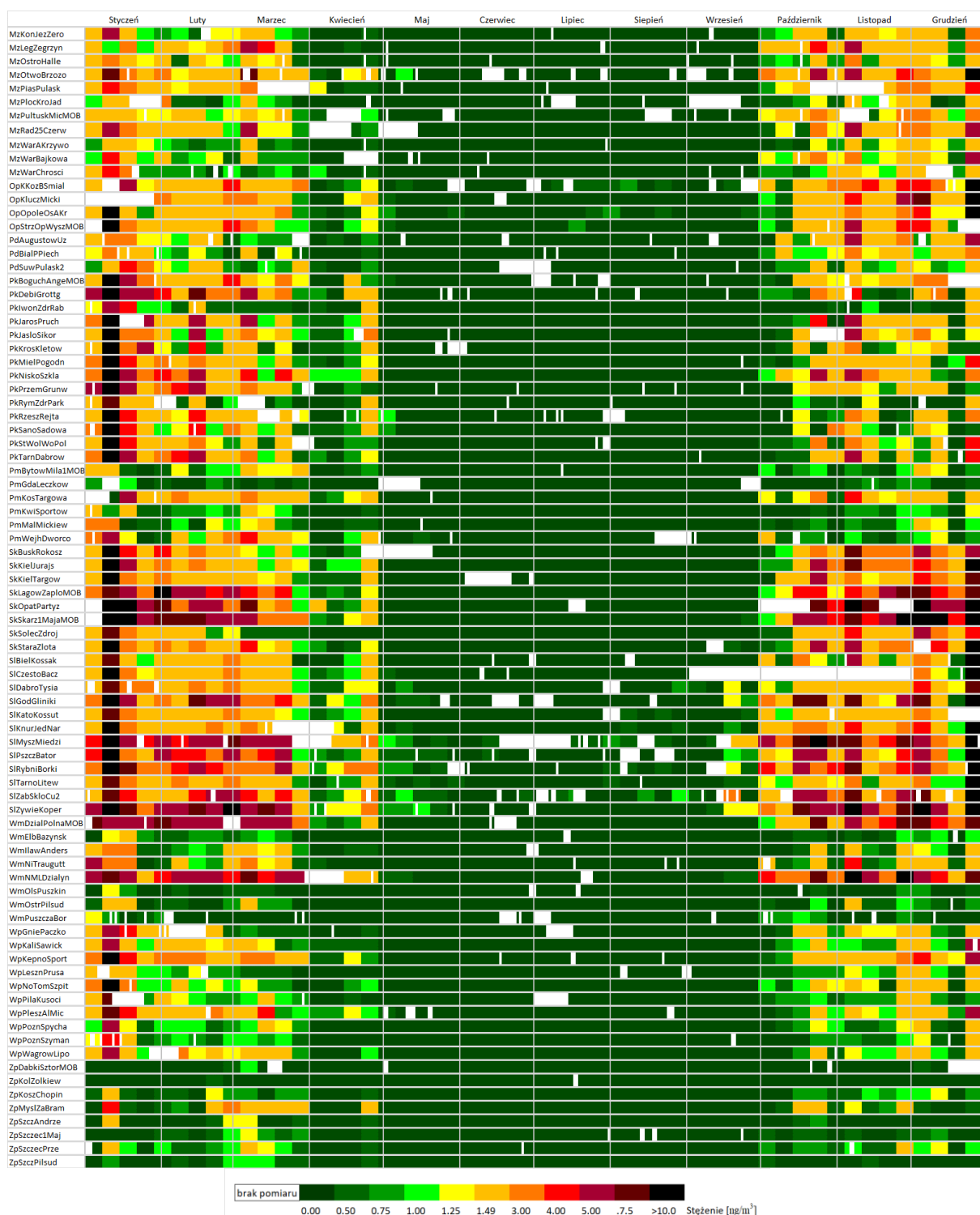
Najwyższe wartości stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 obserwuje się w sezonie grzewczym, szczególnie w miesiącach zimowych, charakteryzujących się najniższymi temperaturami powietrza. Jest to najwyraźniej widoczne na stacjach w tych województwach, w których występują największe wartości stężeń B(a)P w pyłe zawieszonym PM10. W miesiącach letnich: czerwcu, lipcu i sierpniu na wszystkich stacjach notowane były najniższe

stężenia, niemal wszędzie wynoszące poniżej 0,5 ng/m³. Dla żadnego innego zanieczyszczenia badanego w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska nie są widoczne, tak duże różnice pomiędzy stężeniami w chłodnej i ciepłej połowie roku, jak dla benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM10.



Rys. 7-6a. Zmiany stężeń średnich dobowych benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 7-6b. Zmiany stężeń średnich dobowych benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Występowanie bardzo wysokich stężeń B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 w sezonie grzewczym spowodowało, że wartość graniczna przyjęta dla epizodu wysokiego stężenia B(a)P – 3,03 ng/m³ (przy uwzględnieniu założeń identyfikacji epizodów opisanych w rozdziale 2) - była przekroczona w 4 okresach, jednym w pierwszym kwartale roku (trwającym 14 dni) oraz trzech w czwartym kwartale (trwającym odpowiednio 7, 14 i 9 dni) (Tab. 7-5).

Tab. 7-5. Charakterystyka epizodów wysokich stężeń benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 roku

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

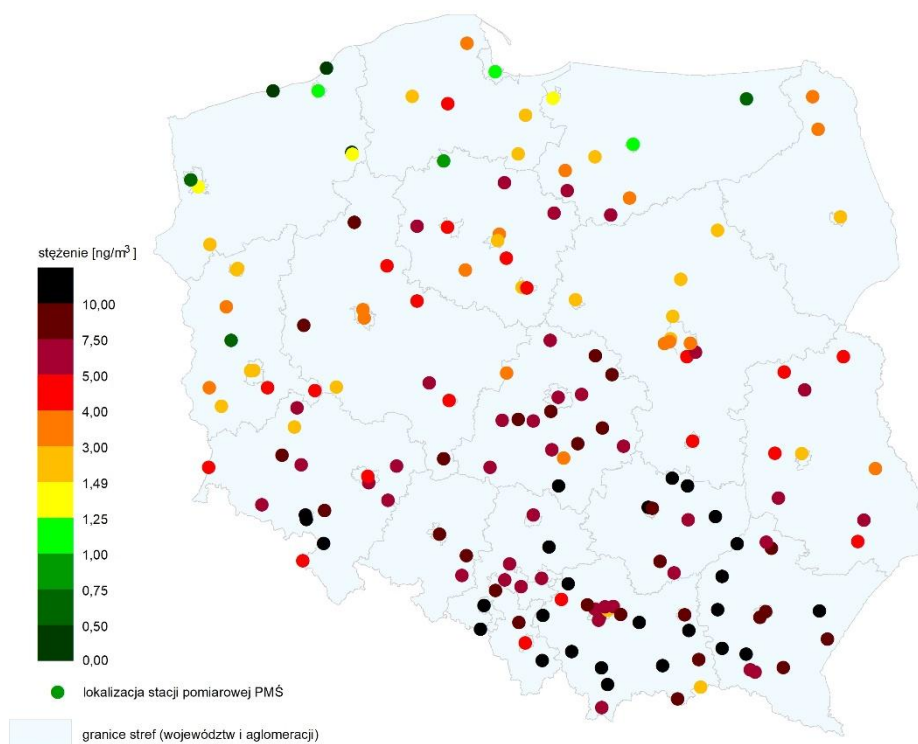
Epizod			Stężenie S24 podczas epizodu [ng/m ³]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu (3,03 ng/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2024-01-08 do 2024-01-21	14	131	0,05	6,43	30,39
2	od 2024-11-04 do 2024-11-10	7	87	0,22	4,12	21,30
3	od 2024-11-25 do 2024-12-07	14	77	0,23	3,47	31,01
4	od 2024-12-23 do 2024-12-31	9	102	0,11	6,28	45,70

Epizod z pierwszego kwartału, ze stycznia był epizodem trwającym 14 dni, obejmującym aż 131 stacji i charakteryzował się najwyższą wartością stężenia średniego. Próg epizodu przekroczony był na 131 stacjach, zlokalizowanych przede wszystkim w Polsce centralnej i południowej. Swoim zasięgiem nie objął wąskiego pasa na północy kraju, szczególnie w województwie zachodniopomorskim. W trakcie jego trwania, najwyższe stężenia przekraczające 8- i 9-krotnie próg epizodu, obserwowano na stacjach województw świętokrzyskiego i podkarpackiego (Rys. 7-7).

Drugi epizod, z początku listopada, miał nieco węższy zasięg od tego z początku roku, obejmował Polskę środkową i południową, przy niższym stężeniu średnim i jednocześnie najniższym stężeniu maksymalnym. Próg epizodu przekroczony był na 87 stacjach pomiarowych. W trakcie jego trwania, najwyższe stężenia przekraczające 3- i 4-krotnie próg epizodu, obserwowano na stacjach województw: dolnośląskiego, małopolskiego, świętokrzyskiego i śląskiego, a także na jednej stacji na południu warmińsko-mazurskiego (Rys. 7-8).

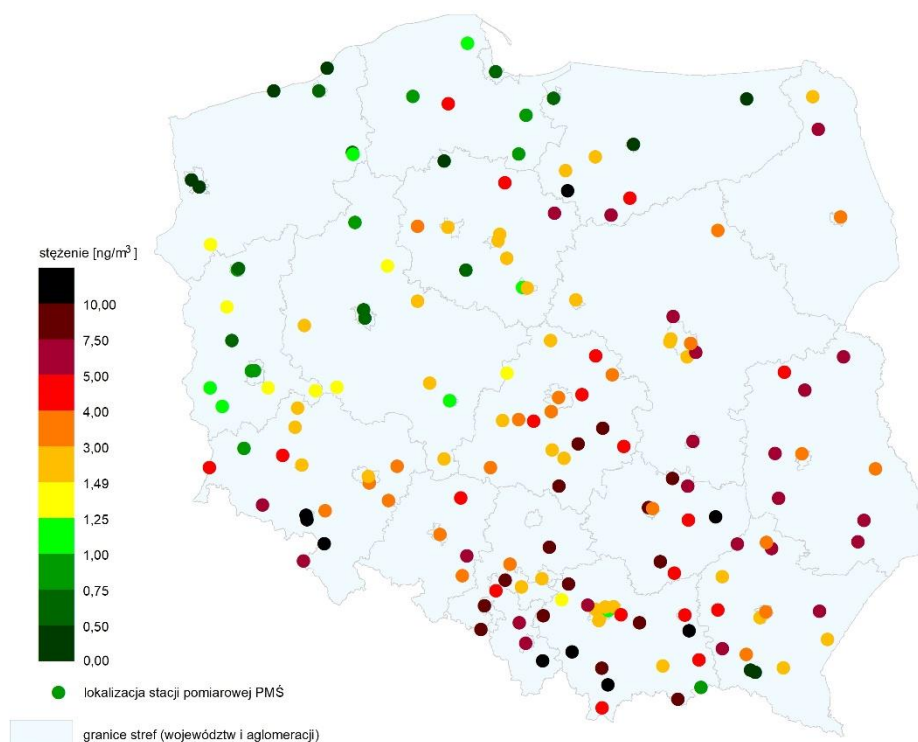
Kolejny epizod wysokich stężeń B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 wystąpił na przełomie listopada i grudnia i był on odczuwalny przez 14 dni, ale na najmniejszej liczbie stacji, położonych przede wszystkim na południu kraju. Próg epizodu przekroczony był na 77 stacjach pomiarowych. Najwyższe stężenia, przekraczające 3-krotnie wartość progu wystąpiły przede wszystkim na stacjach zlokalizowanych w województwach świętokrzyskim i małopolskim oraz na południu warmińsko-mazurskiego, a absolutne maksimum odnotowano na stacji w województwie dolnośląskim (10-krotne przekroczenie progu epizodu) (Rys. 7-9).

Ostatni epizod wysokich stężeń B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 wystąpił w ostatnich dniach roku i trwał 9 dni. Objął on swoim zasięgiem szczególnie Polskę południową, z mniejszymi wartościami w województwie podkarpackim. Nie obserwowano go w województwach północnych, za wyjątkiem pojedynczych stacji w województwach pomorskim, warmińsko-mazurskim i podlaskim. Próg epizodu przekroczony był na 102 stacjach pomiarowych, a stężenia uśrednione w ciągu jego trwania przekraczały próg epizodu ponad 2-krotnie. Najwyższe stężenia przekraczające 8-krotność progu wystąpiły na stacjach pomiarowych w województwach małopolskim, śląskim, świętokrzyskim i dolnośląskim (Rys. 7-10).



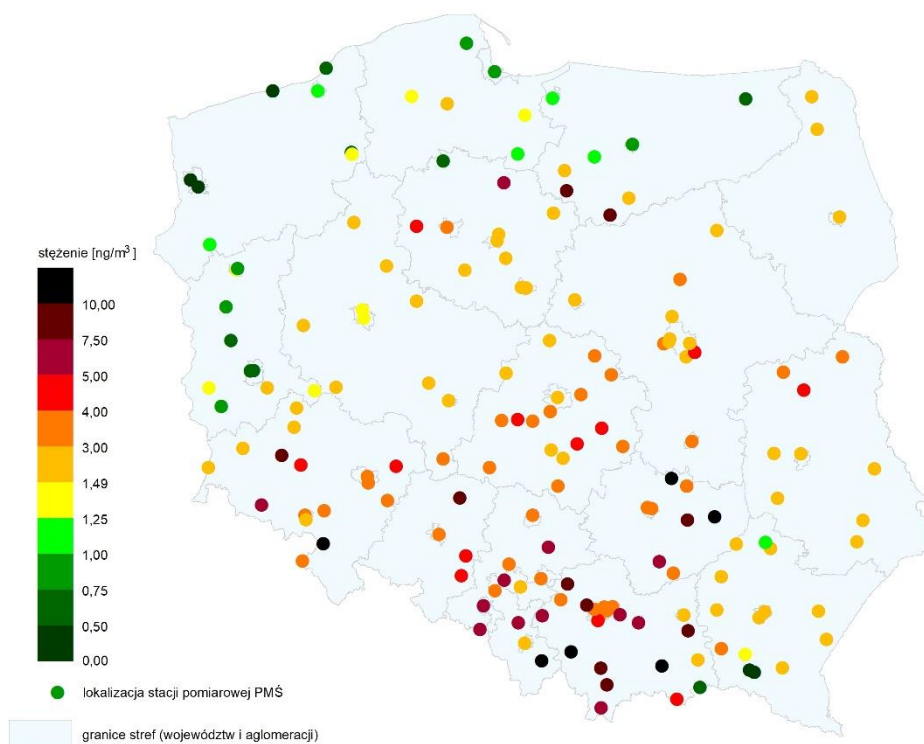
Rys. 7-7. Stężenia średnie benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w okresie epizodu wysokich stężeń (8-21.01.2024)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



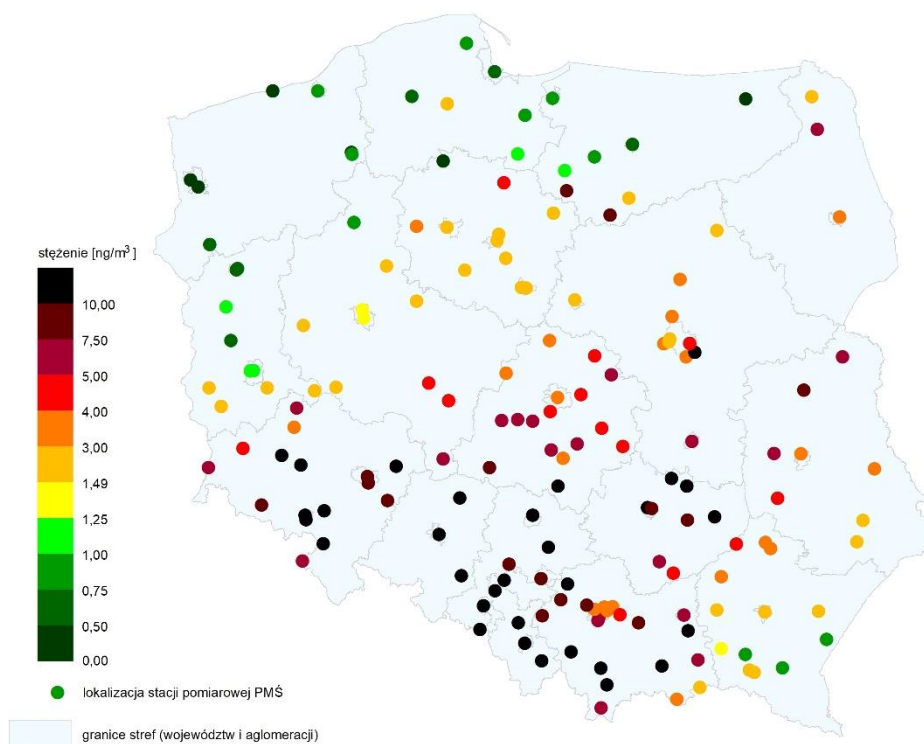
Rys. 7-8. Stężenia średnie benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w okresie epizodu wysokich stężeń (4-10.11.2024)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 7-9. Stężenia średnie benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w okresie epizodu wysokich stężeń (25.11-07.12.2024)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 7-10. Stężenia średnie benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w okresie epizodu wysokich stężeń (23-31.12.2024)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

8. Stężenia arsenu As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10

W niniejszym rozdziale zaprezentowano wyniki pomiarów stężeń arsenu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 na stacjach w Polsce w 2024 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2023. Ocenę wykonano z odniesieniem do określonych prawnie kryteriów ustanowionych w celu ochrony zdrowia, podanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2021 r. poz. 845).

Tab. 8-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza As^{*)} w pyłe zawieszonym PM10

Okres uśredniania stężeń	Poziom docelowy [ng/m ³]	Wartość uwzględniona w ocenie [ng/m ³] ^{**)}	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	6	6,5	Sa

Objaśnienia

^{*)} Arsen – oznacza całkowitą zawartość pierwiastka w pyłe zawieszonym PM10

^{**)} zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu docelowego sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego do całości

Ocenę zanieczyszczenia powietrza arsenem w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 57 stanowisk pomiarowych, w tym 50 stacji tła miejskiego, 3 podmiejskich i 4 pozamiejskich (Rys. 8-1).

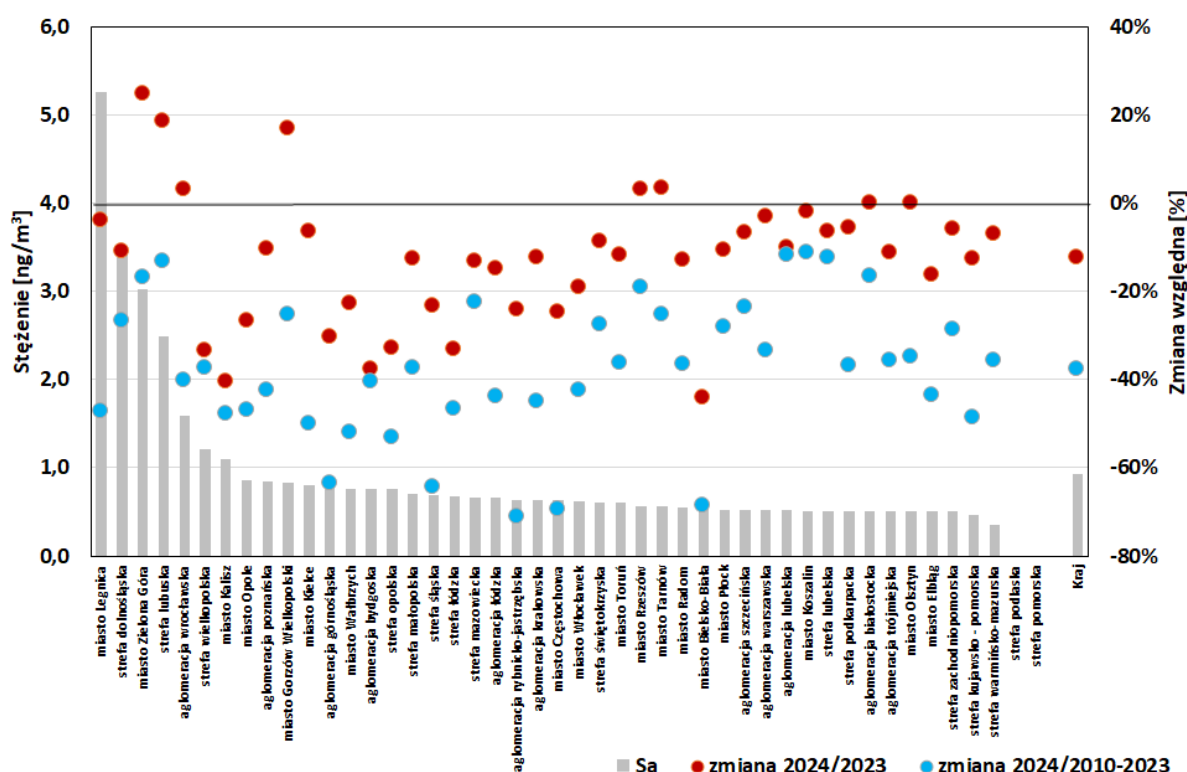


Rys. 8-1. Stacje pomiarowe arsenu As w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

8.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W poniższym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla arsenu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w roku 2024 dla wartości średnich rocznych w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i w okresie 2010-2023. Przedstawiono również relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji.

Stężenie średnie roczne As w pyłe zawieszonym PM₁₀ uśrednione na obszarze kraju z wartości średnich dla stref, wyniosło w 2024 roku 0,93 ng/m³. Największe wartości średnie odnotowano w mieście Legnica (5,26 ng/m³) i strefie dolnośląskiej (3,51 ng/m³). Poziom docelowy dla arsenu nie został przekroczony na żadnej stacji w kraju. Najmniejszą wartość średnią zaobserwowano w strefie warmińsko-mazurskiej (0,35 ng/m³), a więc różnica pomiędzy wartością największą a najmniejszą wyniosła 4,91 ng/m³ (Rys. 8-2 i Tab. 8-2). Dla 6 spośród 44 analizowanych stref (brak pomiarów w strefach podlaskiej i pomorskiej) średnia roczna stężeń arsenu w pyłe zawieszonym PM₁₀ w roku 2024 była wyższa niż rok wcześniej. Największe wzrosty zanotowano dla Zielonej Góry (o 24,6%), strefy lubuskiej (o 18,5%) i Gorzowa Wielkopolskiego (o 16,8%), a mniejsze – na poziomie ok. 3% – dla Rzeszowa, Tarnowa i aglomeracji wrocławskiej, przy różnicy dla wartości średniej w kraju na poziomie -12,3%. W dwóch strefach (aglomeracji białostockiej i Olsztynie) nie stwierdzono zmiany z roku na rok, a w pozostałych 36 strefach odnotowano spadek stężeń średnich rocznych As; różnice względne wyniosły od -2,0% w Koszalinie do -44,1% w Bielsku-Białej (Rys. 8-2).



Rys. 8-2. Stężenia średnie roczne arsenu As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2024 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2023

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 8-2. Parametry jakości powietrza dla arsenu As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 r. (stężenie średnie roczne Sa).

Kolorem czerwonym zaznaczono wzrosty stężeń.

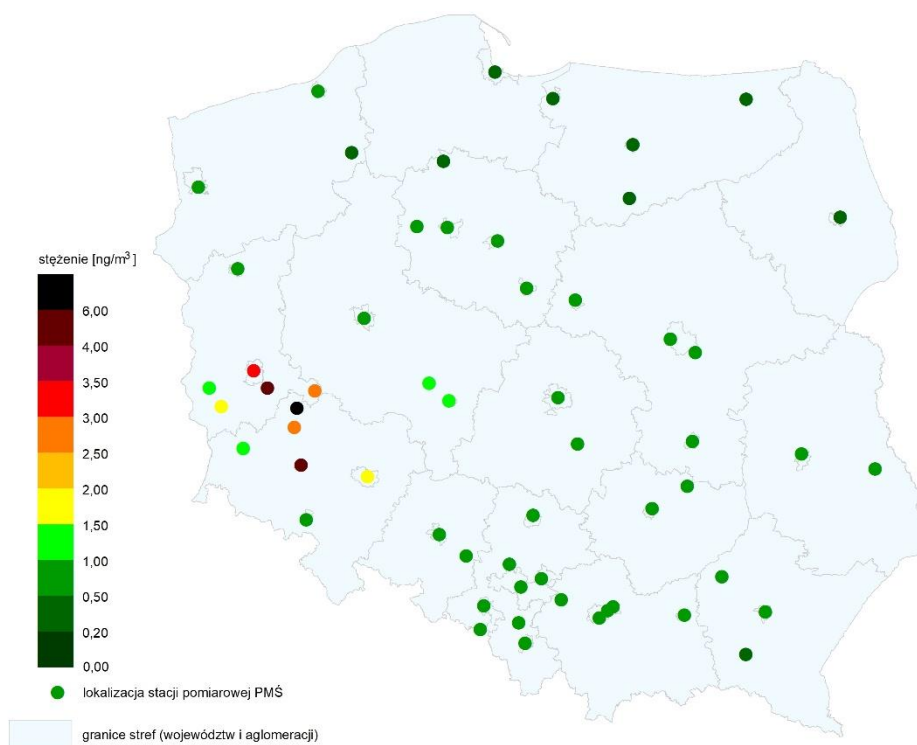
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [ng/m³]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 6 ng/m³	Min.	Śred.	Maks.	2024/ 2023	2024 / 2010-2023
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	1		1,59	1,59	1,59	3,1%	-40,3%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		5,26	5,26	5,26	-4,1%	-47,2%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		0,76	0,76	0,76	-22,8%	-52,1%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	3		1,47	3,51	6,15	-11,0%	-26,8%
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	1		0,76	0,76	0,76	-37,7%	-40,5%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		0,60	0,60	0,60	-11,8%	-36,3%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		0,62	0,62	0,62	-19,2%	-42,6%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	2		0,23	0,46	0,69	-12,6%	-48,7%
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1		0,52	0,52	0,52	-10,1%	-11,7%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	1		0,51	0,51	0,51	-6,5%	-12,3%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		0,82	0,82	0,82	16,8%	-25,4%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		3,03	3,03	3,03	24,6%	-16,9%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4		1,06	2,48	4,47	18,5%	-13,4%
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	1		0,65	0,65	0,65	-15,0%	-43,9%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1		0,67	0,67	0,67	-33,1%	-46,6%
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	3		0,56	0,63	0,71	-12,3%	-45,0%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		0,56	0,56	0,56	3,4%	-25,2%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	1		0,70	0,70	0,70	-12,8%	-37,3%
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	1		0,52	0,52	0,52	-3,2%	-33,4%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		0,53	0,53	0,53	-10,6%	-28,2%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		0,54	0,54	0,54	-12,9%	-36,7%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	1		0,66	0,66	0,66	-13,2%	-22,6%
opolskie	PL1601	miasto Opole	1		0,86	0,86	0,86	-26,8%	-46,9%
opolskie	PL1602	strefa opolska	1		0,75	0,75	0,75	-32,8%	-53,2%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		0,56	0,56	0,56	3,1%	-19,1%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	2		0,50	0,51	0,52	-5,7%	-36,8%
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	1		0,50	0,50	0,50	0,0%	-16,7%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	niewystarczająca kompletności danych dla 2024 roku, dane nieuwzględniane w analizach						
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	1		0,50	0,50	0,50	-11,4%	-35,6%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	niewystarczająca kompletności danych dla 2024 roku, dane nieuwzględniane w analizach						
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	2		0,74	0,77	0,80	-30,3%	-63,6%
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	1		0,64	0,64	0,64	-24,3%	-71,2%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		0,54	0,54	0,54	-44,1%	-68,5%

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [ng/m³]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 6 ng/m³	Min.	Śred.	Maks.	2024/ 2023	2024 / 2010-2023
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1		0,63	0,63	0,63	-24,7%	-69,5%
śląskie	PL2405	strefa śląska	3		0,68	0,69	0,70	-23,2%	-64,3%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1		0,80	0,80	0,80	-6,6%	-50,2%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1		0,61	0,61	0,61	-8,7%	-27,6%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		0,50	0,50	0,50	0,0%	-35,0%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		0,50	0,50	0,50	-16,4%	-43,6%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	2		0,21	0,35	0,50	-7,0%	-35,7%
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	1		0,84	0,84	0,84	-10,5%	-42,5%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		1,10	1,10	1,10	-40,6%	-47,9%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	1		1,21	1,21	1,21	-33,6%	-37,5%
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	1		0,52	0,52	0,52	-6,7%	-23,7%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		0,51	0,51	0,51	-2,0%	-11,3%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		0,50	0,50	0,50	-5,9%	-28,6%
Kraj			57	0	0,21	0,93	6,15	-12,3%	-37,8%

W przypadku porównania stężeń średnich rocznych arsenu w pyłe zawieszonym PM₁₀ z roku 2024 ze średnią z wielolecia 2010-2023, we wszystkich strefach zaobserwowano niższe stężenia As w pyłe zawieszonym PM₁₀, a zmiany wyniosły od -11,3% w Koszalinie i -11,7% w aglomeracji lubelskiej do -71,2% w aglomeracji rybnicko-jastrzębskiej. Średnio w kraju stężenie arsenu w pyłe zawieszonym PM₁₀ spadło w 2024 roku w stosunku do wielolecia o ponad 35% (Tab. 8-2).

Średnie roczne stężenia arsenu w pyłe zawieszonym PM₁₀ osiągnęły największe wartości, znacznie odbiegające od pozostałych regionów w kraju w strefie miasta Legnicy i w strefie dolnośląskiej. Wyższe stężenia obserwowano również w strefie lubuskiej i mieście Zielona Góra. Najmniejszą wartość (poniżej 0,5 ng/m³) odnotowano w strefie warmińsko-mazurskiej (Tab. 8-2, Rys. 8-3).



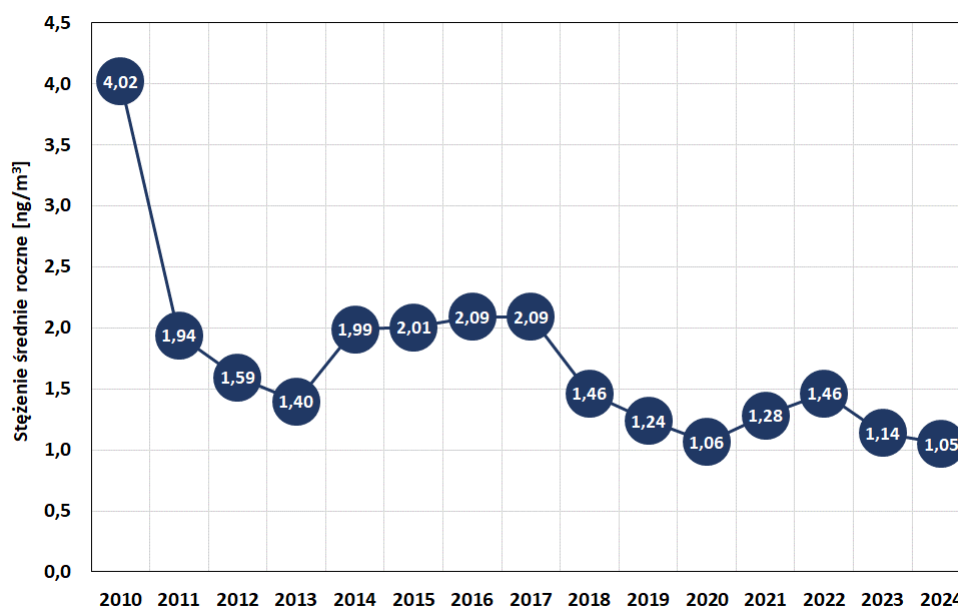
Rys. 8-3. Stężenia średnie roczne arsenu As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ na stacjach pomiarowych w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Zmiany stężeń średnich rocznych arsenu w pyłe zawieszonym PM₁₀, uśrednionych w skali kraju na podstawie wartości uzyskanych ze wszystkich stacji pomiarowych w danym roku, wykazują istotny statystycznie niewielki trend malejący przy nieregularnej tendencji zmian z roku na rok. W latach 2010-2013 stężenia wyraźnie malały z każdym kolejnym rokiem, potem nastąpił okres stabilizacji na poziomie zbliżonym do obserwowanego w 2011 roku i w ciągu 4 lat zmieniały się nieznacznie (różnice w tym okresie mieściły się w granicach 0,1 ng/m³), a w latach 2018-2024 spadły poniżej 1,5 ng/m³. Należy zaznaczyć, że w okresie 2020-2022 obserwowano wzrost stężeń średnich rocznych As w pyłe zawieszonym PM₁₀, po czym nastąpił znaczący spadek w 2023 roku, kontynuowany w 2024 r. Najwyższą wartość stężenia średniego rocznego As odnotowano w 2010 roku, a najniższą w 2024 (Rys. 8-4a). Amplituda stężeń średnich rocznych w okresie 2010-2024 wyniosła 2,97 ng/m³. Warto zaznaczyć, że w latach

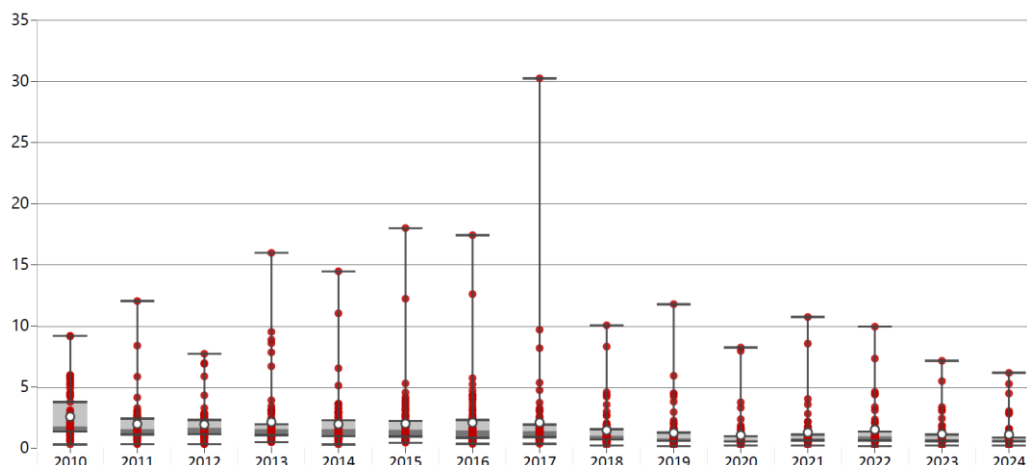
2010-2013 pomiary stężenia metali ciężkich w pyłe zawieszonym PM₁₀ (w tym As) były prowadzone na nielicznych stacjach w kraju, a od 2014 roku ich liczba wzrosła, co jest nie bez znaczenia dla uzyskanego obrazu.

Rozkłady statystyczne stężeń na poszczególnych stacjach pomiarowych w latach 2010-2024 wskazują na znaczną rozpiętość stężeń, a szczególności występowanie lokalnie wartości znacznie wyższych od wartości średnich bardzo widoczne w latach 2013-2014 (Rys. 8-4b).



Rys. 8-4a. Zmiany stężeń średnich rocznych arsenu As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w Polsce w okresie 2010-2024

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 8-4b. Zmiany stężeń średnich rocznych (w ng/m³) arsenu As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w Polsce w okresie 2010-2024 na stacjach pomiarowych

Wykres pudełkowy przedstawia parametry rozkładu statystycznego stężeń: wartość średnią (biała kropka „w pudełku”), 1 i 3 kwartyl (dolna i górna krawędź „pudełka”), medianę (poziom pomiędzy jasno i ciemno szarym obszarem „pudełka”), minimum i maksimum (wąsy) oraz stężenia na pojedynczych stacjach (czerwone kropki).

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Najwyższe stężenia arsenu w pyłe zawieszonym PM10 w okresie 2010-2024 były notowane na stacjach miejskich, a najniższe na ogół na stacjach pozamiejskich, przy niewielkich różnicach ze stacjami podmiejskimi. W roku 2024 najniższe stężenia zanotowano na stacjach podmiejskich (Tab. 8-3). W latach, w których prowadzone były pomiary na stacjach komunikacyjnych wyniki były zbliżone do uzyskiwanych na stacjach podmiejskich, co może świadczyć o niewielkiej emisji arsenu z sektora transportowego.

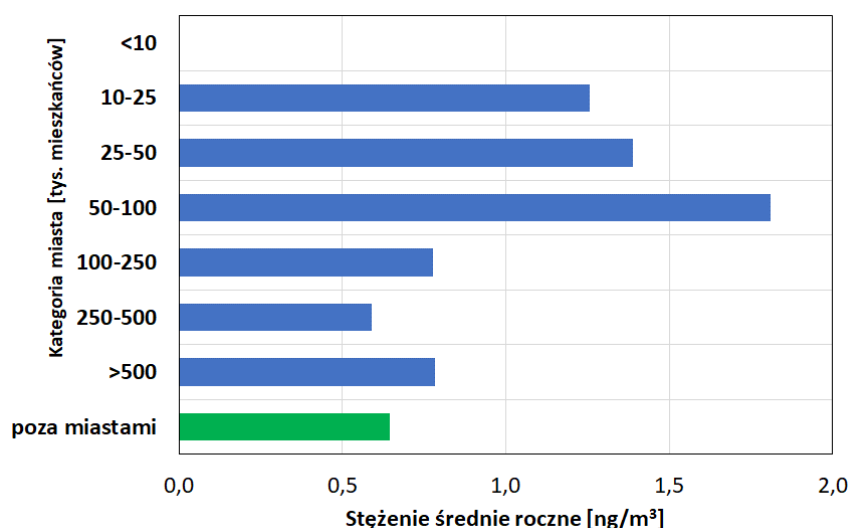
Tab. 8-3. Zmiany stężeń średnich rocznych As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w latach 2010-2024 z uwzględnieniem typów stacji

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Stężenie Sa [ng/m ³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
komunikacyjna				1,15	0,83	1,86	1,28	1,40	0,66	0,62					
miejska	4,20	1,98	1,57	1,52	2,13	2,11	2,24	2,31	1,59	1,35	1,13	1,33	1,51	1,20	1,11
podmiejska				0,70	0,71	1,67	1,23	1,10	0,91	0,65	0,65	1,02	0,85	0,67	0,59
pozamiejska	2,05	1,34	1,97	1,36	1,34	1,22	1,38	1,08	1,01	0,70	0,78	0,80	1,15	0,69	0,65

8.2. Jakość powietrza w miastach

Przeprowadzona analiza dla miast w poszczególnych kategoriach wielkości populacji wykazała, że najwyższe średnie roczne stężenie As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 roku wystąpiło w miastach o liczbie ludności 50-100 tys., a nieco mniejsze w miastach małych z kategoriach 25-50 tys. i 10-25 tys. Miasta o najniższym stężeniu As to miasta duże, liczące 250-500 tys. mieszkańców przy stosunkowo niewielkich różnicach obserwowanych pomiędzy miastami z liczbą mieszkańców przekraczającą 500 tys. i w granicach 100-250 tys. Średnie roczne stężenie As w pyłe zawieszonym PM10 poza miastami nie było najniższe – nieznacznie przekroczyło to, które zaobserwowano w miastach o liczbie ludności 250-500 tys. (Rys. 8-5). W najmniejszych miastach, liczących poniżej 10 tys. mieszkańców, od 2021 r. nie były prowadzone pomiary metali ciężkich w pyłe zawieszonym PM10.



Rys. 8-5. Stężenia średnie roczne arsenu As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Średnie roczne stężenia dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2024, jak wartości uśrednione dla kraju, z tym samym zastrzeżeniem dotyczącym mniejszej liczby stacji na początku omawianego wielolecia. Najwyższe stężenia arsenu notowano na ogół w miastach z kategorii 50-100 tys. i 10-25 tys. mieszkańców, co było szczególnie widoczne od roku 2014. W pozostałych kategoriach miast i na obszarach pozamiejskich stężenia arsenu były niższe i zbliżone do siebie, co widać wyraźnie w ostatnich czterech latach. W 2024 roku dla wszystkich kategorii miast odnotowano spadki średnich rocznych stężeń arsenu w pyłe zawieszonym PM₁₀ w stosunku do wartości obserwowanych rok wcześniej, największy dla miast z kategorii 50-100 tys. mieszkańców (Tab. 8-4).

Tab. 8-4. Zmiany stężeń średnich rocznych arsenu As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w latach 2010-2024 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

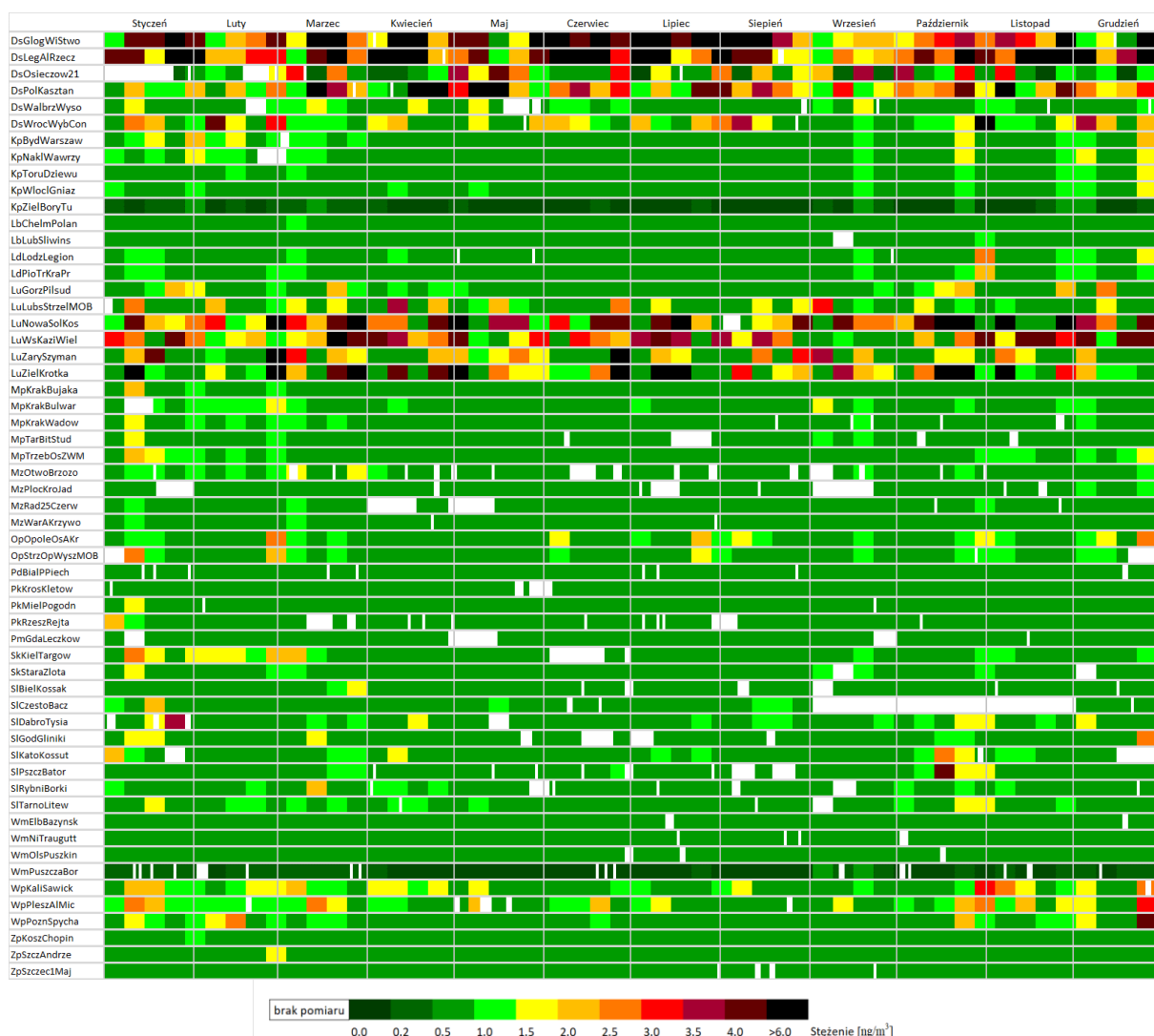
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Kategoria miasta	Stężenie Sa [ng/m ³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
>500		0,93	1,03	1,45	1,72	1,95	1,58	1,76	1,18	0,96	0,87	1,02	1,01	0,85	0,78
250-500	5,18	2,38	1,94	1,52	1,03	1,38	1,58	1,15	0,96	0,73	0,70	0,69	0,76	0,77	0,59
100-250	4,22	2,11	1,84	1,32	1,82	1,79	1,70	1,45	1,25	1,00	0,79	0,83	0,98	0,84	0,78
50-100	5,69	2,01	1,13	1,18	2,88	2,94	3,23	3,81	2,15	1,84	1,87	2,36	2,63	2,14	1,81
25-50	3,17	2,03	1,50	1,39	1,77	1,57	1,81	1,69	1,23	1,12	0,73	1,19	1,39	1,04	1,39
10-25	5,80	1,70	1,53	1,77	2,54	2,75	2,46	2,58	1,94	1,89	1,51	1,83	2,31	1,60	1,26
<10					1,61	1,33	1,74	2,05	1,80	1,15	0,91				
obszar poza miastami	2,05	1,34	1,97	1,36	1,34	1,22	1,38	1,04	0,96	0,66	0,73	0,80	1,15	0,69	0,65

8.3. Epizody wysokich stężeń

Na rysunku 8-6 przedstawiono przebieg dobowych stężeń arsenu w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2024 r. na analizowanych stacjach pomiarowych. Dla poszczególnych stanowisk każda wartość stężenia dobowego oznaczona jest kolorem, który zależy od wysokości stężenia - zgodnie ze skalą kolorów pokazaną w legendzie na dole rysunku. Ponieważ wyniki pochodzą z tygodniowych próbek łączonych, to taka sama wartość stężenia dobowego przypisana jest do każdego z dni objętych pomiarami w danym tygodniu. Miejsce puste (kolor biały) oznacza, że dla tego dnia brak wyników pomiaru.

W przebiegu dobowych wartości stężeń arsenu na większości stacji zaznaczyła się przewaga wartości obserwowanych w sezonie chłodnym nad wartościami z ciepłego półrocza, co więcej nieznacznie wyższe wartości notowano w pierwszym kwartale niż w czwartym (Rys. 8-6).



Rys. 8-6. Zmiany stężeń średnich dobowych arsenu As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

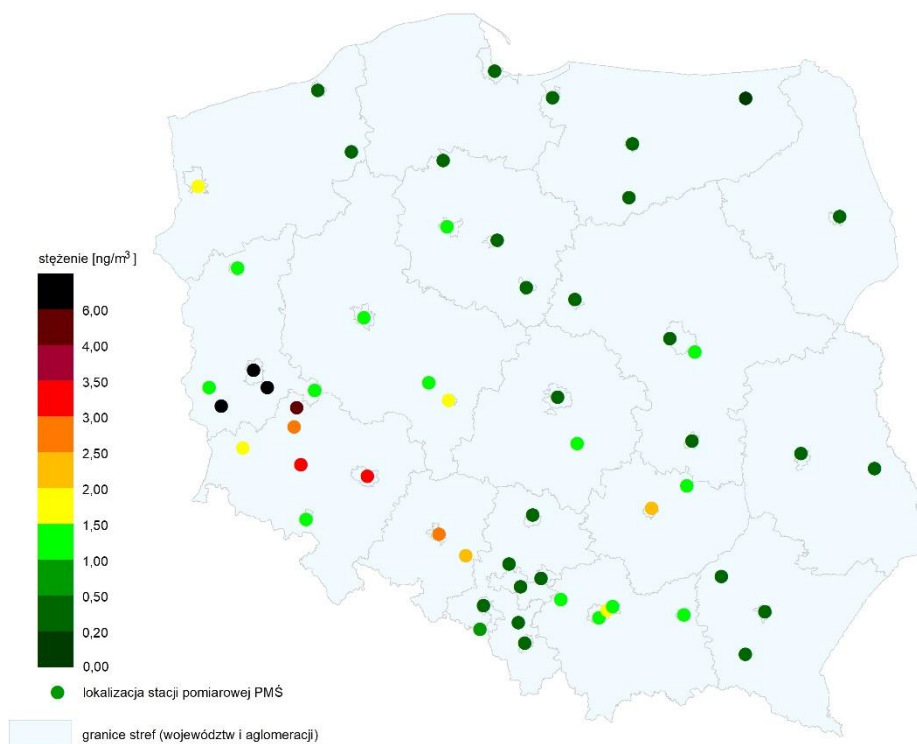
Występowanie wysokich stężeń As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w pierwszym kwartale spowodowało, że wartość graniczna $2,12 \text{ ng/m}^3$, przyjęta dla identyfikacji epizodu wysokiego stężenia jako próg epizodu (przy uwzględnieniu założeń identyfikacji epizodów opisanych w rozdziale 2), została przekroczona w dwóch okresach, trwających 7 i 3 dni (Tab. 8- 5).

Tab. 8-5. Charakterystyka epizodów wysokich stężeń As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 roku

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Epizod			Stężenie średnie dobowe podczas epizodu [$\mu\text{g/m}^3$]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu ($2,12 \text{ ng/m}^3$) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2024-02-26 do 2024-03-03	7	10	0,20	1,65	16,65
2	od 2024-03-18 do 2024-03-20	3	9	0,20	1,61	12,65

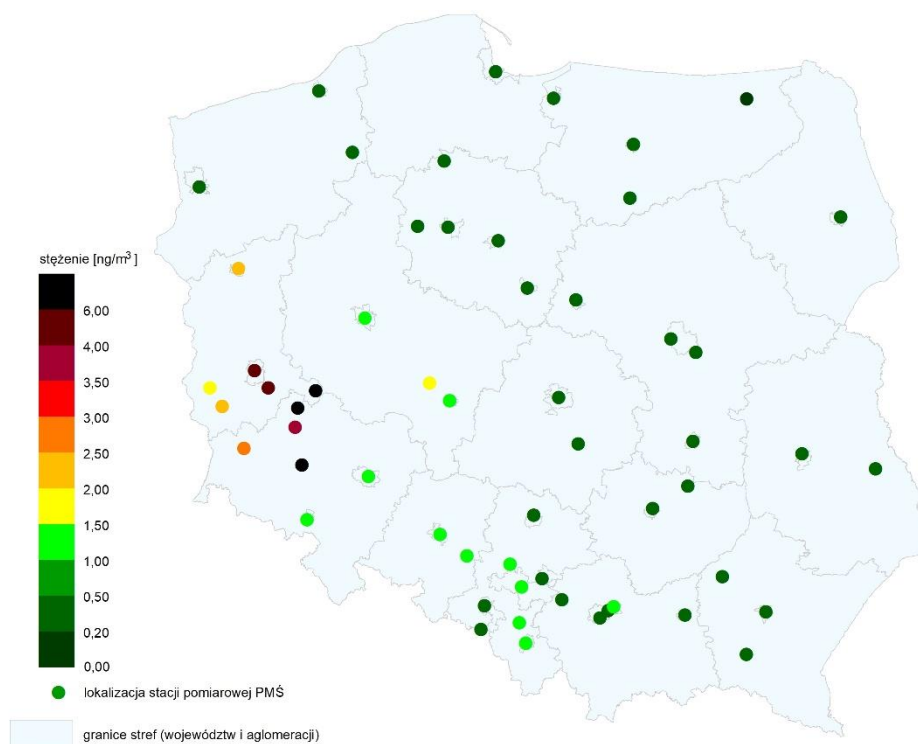
Epizod pierwszy miał miejsce na przełomie lutego i marca. W tym okresie stężenia As w pyle zawieszonym PM10 były najwyższe w Polsce, a epizod był wyraźnie widoczny na 10 stacjach pomiarowych, zlokalizowanych głównie w Polsce zachodniej, centralnej i południowej (za wyjątkiem województwa śląskiego). W trakcie trwania epizodu, najwyższe stężenia przekraczające 2-krotnie próg epizodu, obserwowano na stacjach zlokalizowanych w województwach lubuskim i dolnośląskim (Rys. 8-7). Maksimum wystąpiło na stacji w województwie lubuskim i było 8-krotnie wyższe od progu epizodu.



Rys. 8-7. Stężenia średnie arsenu oznaczanego w pyle zawieszonym PM10 w okresie epizodu wysokich stężeń (26.02-03.03.2024)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Drugi epizod trwał tylko 3 dni w marcu i objął swym zasięgiem 9 stacji, zlokalizowanych w województwach lubuskim i dolnośląskim (Rys. 8-8). Maksimum stężenia As w pyle zawieszonym PM10, odnotowane na stacji w województwie dolnośląskim było 6-krotnie wyższe od progu epizodu.



Rys. 8-8. Stężenia średnie arsenu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w okresie epizodu wysokich stężeń (18 -20.03.2024)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

9. Stężenia niklu Ni oznaczanego w pyle zawieszonym PM10

W niniejszym rozdziale zaprezentowano wyniki pomiarów stężeń niklu oznaczanego w pyle zawieszonym PM10 na stacjach w Polsce w 2024 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2023. Ocenę wykonano z odniesieniem do określonych prawnie kryteriów ustanowionych w celu ochrony zdrowia, podanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2021 r. poz. 845).

Tab. 9-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza niklem Ni^{*)} w pyle zawieszonym PM10

Okres uśredniania stężeń	Poziom docelowy [ng/m ³]	Wartość uwzględniona w ocenie [ng/m ³] ^{**)}	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	20	20,5	Sa

Objaśnienia

^{*)} Nikiel – oznacza całkowitą zawartość pierwiastka w pyle zawieszonym PM10

^{**)} zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu docelowego sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego do całości

Ocenę zanieczyszczenia powietrza niklem w pyle zawieszonym PM10 w 2024 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 57 stanowisk pomiarowych, w tym 50 stacji tła miejskiego, 3 podmiejskich i 4 pozamiejskich (Rys. 9-1).



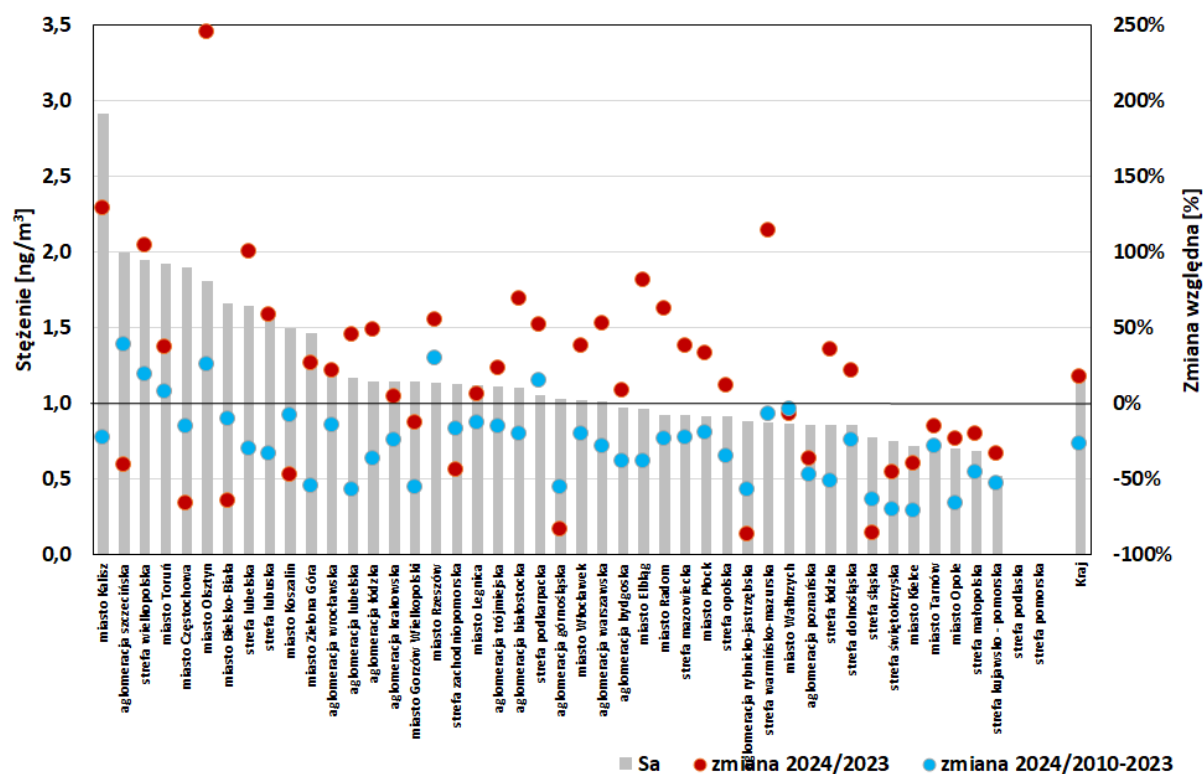
Rys. 9-1. Stacje pomiarowe niklu Ni w pyle zawieszonym PM10 w 2024 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

9.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla niklu w pyle zawieszonym PM₁₀ w roku 2024 dla wartości średnich rocznych w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i w okresie 2010-2023. Przedstawiono również relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji.

Stężenie średnie roczne Ni w pyle zawieszonym PM₁₀ uśrednione na obszarze kraju wyniosło w 2024 roku 1,17 ng/m³. Najwyższe wartości średnie roczne odnotowano w Kaliszu (blisko 3 ng/m³), aglomeracji szczecińskiej, strefie wielkopolskiej, Toruniu i Częstochowie (blisko 2 ng/m³). Na żadnej z 57 stacji, prowadzących pomiary stężenia metali ciężkich w pyle zawieszonym PM₁₀ w 2024 r., nie został przekroczony poziom docelowy dla Ni. Najniższe wartości średnie – na poziomie 0,52-0,71 ng/m³ – odnotowano w strefach kujawsko-pomorskiej, małopolskiej, Opolu, Tarnowie, Kielcach. Rozpiętość stężeń średnich rocznych Ni w pyle zawieszonym PM₁₀ pomiędzy strefami wyniosła 2,40 ng/m³. Na żadnej stacji pomiarowej w Polsce w roku 2024 nie został przekroczony poziom docelowy dla niklu (Rys. 9-2, Tab. 9-2).

W ponad połowie stref (27) średnie roczne stężenie niklu w pyle zawieszonym PM₁₀ było wyższe w roku 2024 niż rok wcześniej. Najwyższy wzrost (o ponad 240 %) dotyczył Olsztyna. W przypadku stref, gdzie zaobserwowano spadek stężeń Ni w pyle zawieszonym PM₁₀ z roku na rok, największe zmiany (ponad 80%) dotyczyły aglomeracji górnośląskiej, rybnicko-jastrzębskiej i strefy śląskiej (Rys. 9-2). Średnio w kraju stężenie Ni w pyle zawieszonym wzrosło w 2024 roku o 16,9% w stosunku do roku poprzedniego.



Rys. 9-2. Stężenia średnie roczne Ni oznaczanego w pyle zawieszonym PM₁₀ w 2024 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2023

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 9-2. Parametry jakości powietrza dla Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 r. (stężenie średnie roczne Sa)

Kolorem czerwonym zaznaczono wzrosty stężeń

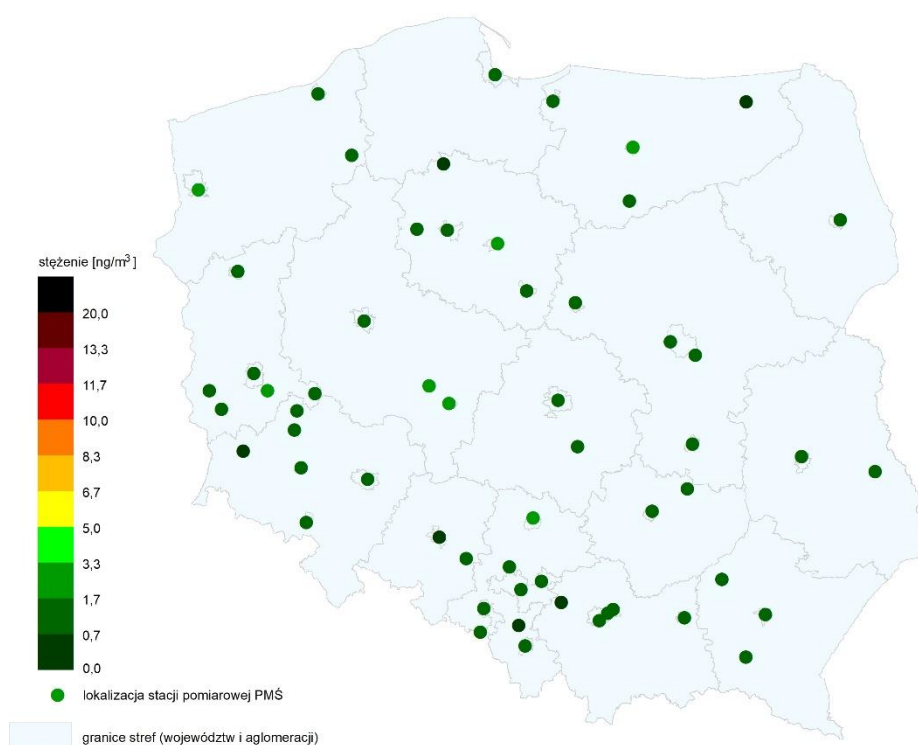
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [ng/m³]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 20 ng/m³	Min.	Śred.	Maks.	2024/ 2023	2024 / 2010-2023
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	1		1,23	1,23	1,23	21,1%	-15,3%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		1,12	1,12	1,12	5,7%	-13,8%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		0,86	0,86	0,86	-8,0%	-4,3%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	3		0,50	0,85	1,17	21,2%	-25,2%
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	1		0,96	0,96	0,96	7,9%	-38,7%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		1,92	1,92	1,92	36,6%	6,6%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		1,02	1,02	1,02	37,3%	-20,9%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	2		0,28	0,52	0,76	-34,3%	-53,6%
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1		1,16	1,16	1,16	44,8%	-58,0%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	1		1,64	1,64	1,64	99,2%	-30,4%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		1,14	1,14	1,14	-13,3%	-55,9%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		1,46	1,46	1,46	25,5%	-55,0%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4		1,19	1,56	1,89	58,0%	-34,0%
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	1		1,14	1,14	1,14	47,9%	-37,3%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1		0,85	0,85	0,85	34,4%	-52,1%
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	3		0,93	1,14	1,43	3,4%	-24,9%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		0,71	0,71	0,71	-16,1%	-29,5%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	1		0,68	0,68	0,68	-21,1%	-46,3%
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	1		1,01	1,01	1,01	52,3%	-28,9%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		0,91	0,91	0,91	32,4%	-20,2%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		0,92	0,92	0,92	61,9%	-24,4%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	1		0,92	0,92	0,92	37,5%	-23,3%
opolskie	PL1601	miasto Opole	1		0,69	0,69	0,69	-23,8%	-67,1%
opolskie	PL1602	strefa opolska	1		0,91	0,91	0,91	10,9%	-36,0%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		1,13	1,13	1,13	54,1%	29,2%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	2		0,99	1,05	1,11	51,1%	14,0%
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	1		1,09	1,09	1,09	68,7%	-20,6%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	niewystarczająca kompletności danych dla 2024 roku, dane nieuwzględniane w analizach						
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	1		1,11	1,11	1,11	22,5%	-15,7%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	niewystarczająca kompletności danych dla 2024 roku, dane nieuwzględniane w analizach						
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	2		0,83	1,02	1,21	-83,8%	-56,4%
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	1		0,88	0,88	0,88	-87,0%	-57,9%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		1,65	1,65	1,65	-65,0%	-11,0%

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [ng/m³]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 20 ng/m³	Min.	Śred.	Maks.	2024/ 2023	2024 / 2010-2023
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1		1,90	1,90	1,90	-66,7%	-16,3%
śląskie	PL2405	strefa śląska	3		0,50	0,77	1,04	-86,2%	-64,7%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1		0,71	0,71	0,71	-40,5%	-71,9%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1		0,74	0,74	0,74	-46,3%	-71,1%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		1,81	1,81	1,81	244,7%	25,1%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		0,96	0,96	0,96	80,9%	-38,9%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	2		0,50	0,87	1,23	113,6%	-8,0%
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	1		0,86	0,86	0,86	-37,5%	-48,1%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		2,91	2,91	2,91	128,0%	-23,4%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	1		1,94	1,94	1,94	103,7%	18,8%
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	1		1,99	1,99	1,99	-41,6%	38,4%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		1,49	1,49	1,49	-47,7%	-8,6%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		1,13	1,13	1,13	-44,3%	-17,3%
Kraj			57	0	0,28	1,17	2,91	16,9%	-27,1%

W przypadku 6 stref (13,6% wszystkich) zaobserwowano wzrost średnich stężeń niklu w pyłe zawieszonym PM₁₀ w roku 2024 w stosunku do wartości średnich z okresu 2010-2023, przy maksymalnym wzroście, na poziomie blisko 40%, w aglomeracji szczecińskiej i minimalnym, na poziomie blisko 7%, w Toruniu. W pozostałych 38 strefach z 44, w których w 2024 roku prowadzono pomiary stężenia metali ciężkich w pyłe zawieszonym PM₁₀, wartości stężeń Ni z roku 2024 były niższe od średnich w wieloleciu, a zmiany wyniosły od -4,3% w Wałbrzychu do -71,9% w Kielcach. Średnio w kraju stężenie niklu w pyłe zawieszonym PM₁₀ spadło w 2024 roku o 27,1% w stosunku do wartości uśrednionej w wieloleciu.

Średnie roczne stężenia Ni w pyłe zawieszonym PM₁₀ na stacjach zlokalizowanych w poszczególnych strefach w kraju nie różniły się od siebie znacząco (Rys. 9-3).

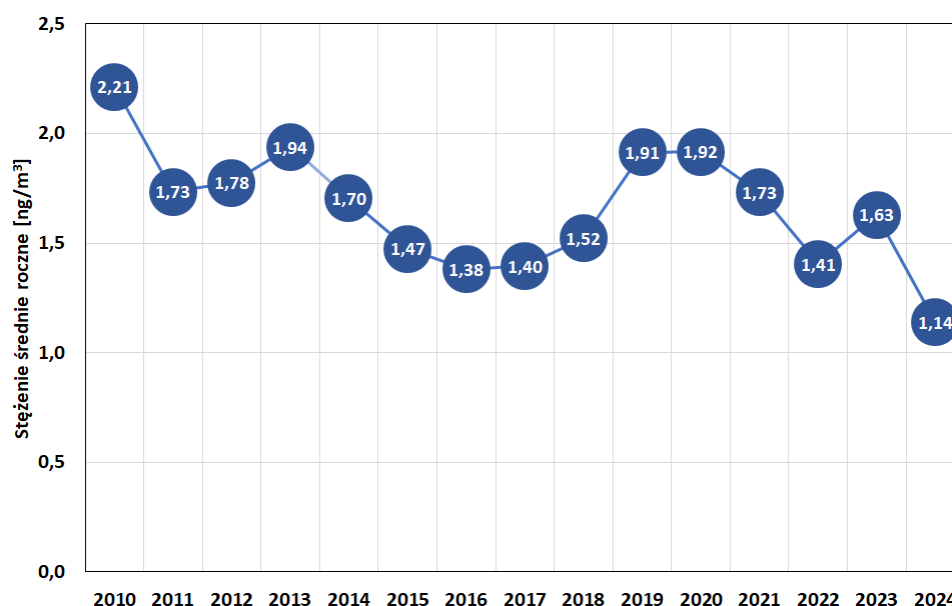


Rys. 9-3. Stężenia średnie roczne Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ na stacjach pomiarowych w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

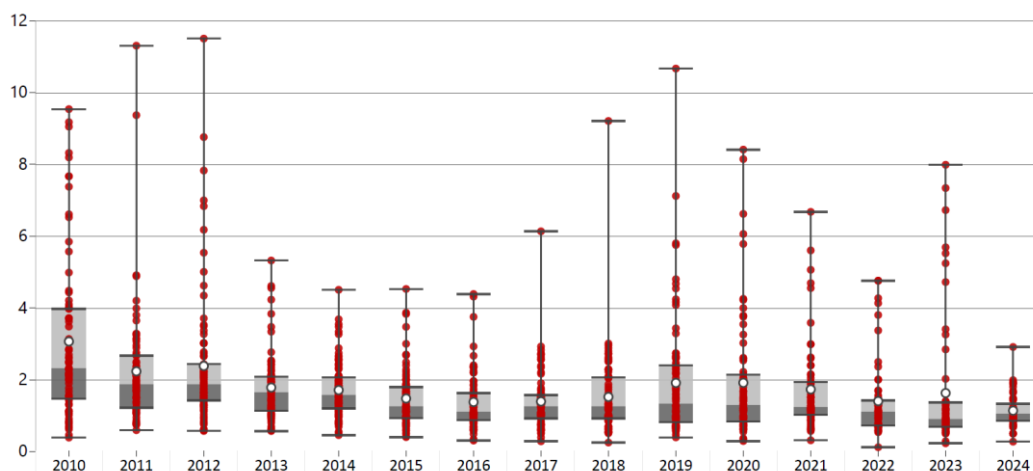
Zmienność stężeń średnich rocznych niklu w pyłe zawieszonym PM₁₀ uśrednione w skali kraju na podstawie wartości uzyskanych ze stacji pomiarowych w okresie 2010-2024 wykazuje mało istotne statystycznie zmiany malejące. W latach 2011-2013 stężenia były niższe od zanotowanych w pierwszym analizowanym roku – 2010, ale wykazywały niewielką tendencję wzrostową. W kolejnych latach, aż do roku 2017, wyraźnie malały z roku na rok, potem nastąpił okres kolejnego wzrostu do poziomu zbliżonego do obserwowanego w 2013 roku na kolejne dwa lata, spadek w 2022 roku, kolejny wzrost w 2023 i spadek do najniższej wartości w 2024 roku. Najwyższą wartość stężenia średniego rocznego Ni odnotowano w 2010 roku, a najniższą w 2024 (Rys. 9-4a). Amplituda stężeń średnich rocznych w okresie 2010-2024 wyniosła 1,07 ng/m³. Warto zaznaczyć, że w latach 2010-2013 pomiary stężenia metali ciężkich w pyłe zawieszonym PM₁₀ (w tym Ni) były prowadzone na nielicznych stacjach w kraju, a od 2014 roku ich liczba wzrosła, co jest nie bez znaczenia dla uzyskanego obrazu.

Rozkłady statystyczne stężeń na poszczególnych stacjach pomiarowych w latach 2010-2024 wskazują na znaczną rozpiętość stężeń, a szczególności występowanie lokalnie wartości znacznie wyższych od wartości średnich w okresach 2010-2012 oraz 2018-2023 (Rys. 9-4b).



Rys. 9-4a. Zmiany stężeń średnich rocznych niklu Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce w okresie 2010-2024

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 9-4b. Zmiany stężeń średnich rocznych (w ng/m³) niklu Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce w okresie 2010-2024 na stacjach pomiarowych

Wykres pudełkowy przedstawia parametry rozkładu statystycznego stężeń: wartość średnią (biała kropka „w pudełku”), 1 i 3 kwartył (dolna i górna krawędź „pudełka”), medianę (poziom pomiędzy jasno i ciemno szarym obszarem „pudełka”), minimum i maksimum (wąsy) oraz stężenia na pojedynczych stacjach (czerwone kropki).

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Najwyższe stężenia w analizowanym wieloleciu niklu w pyłe zawieszonym PM10 były notowane na stacjach komunikacyjnych (okres 2013-2019) i miejskich, zaś najniższe na ogół na stacjach pozamiejskich (np. w roku 2021 i 2024) lub podmiejskich (np. w latach 2020, 2022 i 2023). Najbardziej zbliżone do siebie były na ogół wartości ze stacji pozamiejskich

i podmiejskich, zwłaszcza w latach 2016-2019 (Tab. 9-3). W 2023 roku na stacjach miejskich stężenia były znacząco wyższe niż na stacjach podmiejskich, a w 2024 dużą różnicę zaobserwowano między wynikami ze stacji miejskich i pozamiejskich. W przebiegach wieloletnich stężeń niklu w pyłe zawieszonym PM₁₀ można wyróżnić stacje komunikacyjne i miejskie, charakteryzujące się wyższymi wartościami stężeń Ni, zbliżonymi do siebie oraz stacje podmiejskie i pozamiejskie o podobnych wartościach na niższym poziomie od stacji pierwszej grupy.

Tab. 9-3. Zmiany stężeń średnich rocznych niklu Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w latach 2010- 2024 z uwzględnieniem typów stacji

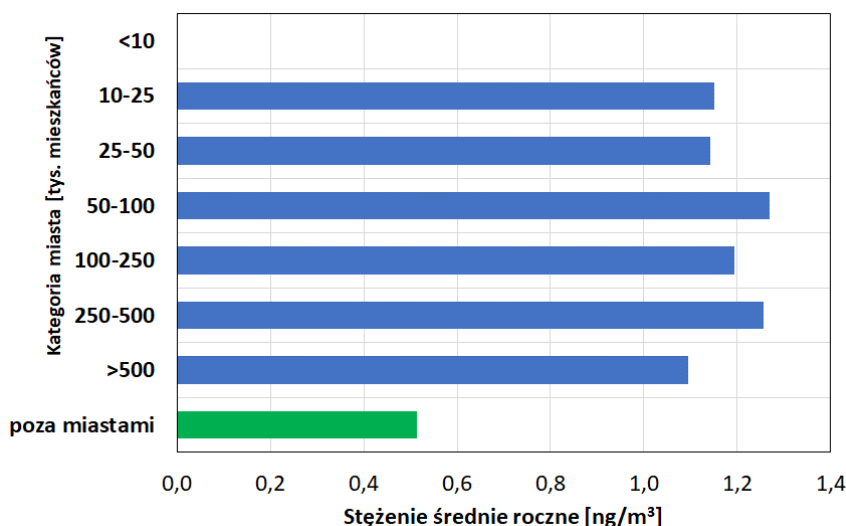
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Stężenie Sa [ng/m ³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
komunikacyjna				1,88	1,24	2,00	1,62	1,93	2,07	2,30					
miejska	2,23	1,78	1,78	2,04	1,80	1,52	1,45	1,48	1,69	2,11	2,07	1,82	1,46	1,73	1,20
podmiejska				1,04	0,91	1,78	0,89	0,85	0,78	0,89	0,84	1,54	0,85	0,69	1,01
pozamiejska	1,99	1,13	1,74	2,14	1,18	0,96	0,84	0,82	0,68	0,68	1,46	0,67	0,93	1,07	0,51

9.2. Jakość powietrza w miastach

Przeprowadzona analiza dla miast w poszczególnych kategoriach wykazała, że najwyższe średnie roczne stężenie Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2024 roku wystąpiło w miastach o liczbie ludności od 250 tys. do 500 tys. oraz od 50 tys. do 100 tys. Miasta o najniższym stężeniu Ni, to aglomeracje o liczbie ludności przekraczającej 500 tys. mieszkańców. Średnie roczne stężenie Ni w pyłe zawieszonym PM₁₀ poza miastami było znacząco mniejsze niż w aglomeracjach i miastach (Rys. 9-5).

W najmniejszych miastach, liczących poniżej 10 tys. mieszkańców, w 2024 r. nie były prowadzone pomiary metali ciężkich w pyłe zawieszonym PM₁₀.



Rys. 9-5. Stężenia średnie roczne niklu Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Średnie roczne stężenia dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2024, jak wartości uśrednione dla kraju, z tym samym zastrzeżeniem dotyczącym mniejszej liczby stacji na początku omawianego wielolecia. Najwyższe stężenia niklu notowano w poszczególnych latach w miastach różnych kategorii i zmieniały się one miejscami. W latach 2014, 2017, 2018, 2019, 2021, 2022 i 2024 wyraźnie najmniejsze wartości stężenia niklu charakteryzowały obszary pozamiejskie. W 2024 roku na tle wielolecia spadek średnich rocznych stężeń niklu w pyle zawieszonym PM10 zanotowano w przypadku aglomeracji liczących 250-500 tys. mieszkańców, miast o liczbie ludności 100-250 tys. oraz miast z liczbą mieszkańców 10-25 tys. Największe wzrosty stężeń w 2024 roku dotyczyły miast średnich (25-50 tys. ludności) - Tab. 9-4.

Tab. 9-4. Zmiany stężeń średnich rocznych niklu Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w latach 2010-2024 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Kategoria miasta	Stężenie Sa [ng/m ³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
>500		1,16	1,63	1,83	1,70	1,89	1,61	1,73	1,95	1,61	1,28	1,42	1,37	1,02	1,09
250-500	1,84	1,52	2,38	1,97	1,81	1,83	1,90	2,17	1,51	2,13	1,68	1,46	1,69	2,33	1,26
100-250	2,18	1,79	1,96	1,97	2,03	1,69	1,46	1,38	1,46	2,17	2,76	1,96	1,77	2,19	1,19
50-100	2,16	1,60	1,44	1,94	1,62	1,63	1,46	1,65	1,88	1,77	1,30	1,49	1,18	1,27	1,27
25-50	1,71	2,08	1,39	1,00	1,72	1,07	1,40	1,22	1,49	2,05	2,14	2,03	0,85	1,01	1,14
10-25	3,30	2,13	1,53	1,98	1,62	1,43	1,13	1,16	1,33	2,64	2,46	2,49	1,60	1,83	1,15
<10					1,81	0,82	0,87	1,25	2,08	2,74	4,00				
obszar poza miastami	1,99	1,13	1,74	2,14	1,18	0,96	0,84	0,79	0,71	0,66	1,29	0,67	0,93	1,07	0,51

9.3. Epizody wysokich stężeń

Na rysunku 9-6 przedstawiono przebieg dobowych stężeń niklu w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 roku na analizowanych stacjach pomiarowych. Dla poszczególnych stanowisk każda wartość stężenia dobowego oznaczona jest kolorem, który zależy od wysokości stężenia - zgodnie ze skalą kolorów pokazaną w legendzie na dole rysunku. Ponieważ wyniki pochodzą z próbek łączonych tygodniowych, to taka sama wartość stężenia dobowego przypisana jest do każdego z dni objętych pomiarami w danym tygodniu. Miejsce puste (kolor biały) oznacza, że dla tego dnia brak wyniku pomiarów. W przebiegu dobowych wartości stężeń niklu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 na większości stacji trudno jest zauważyć zmienność sezonową (Rys. 9-6).

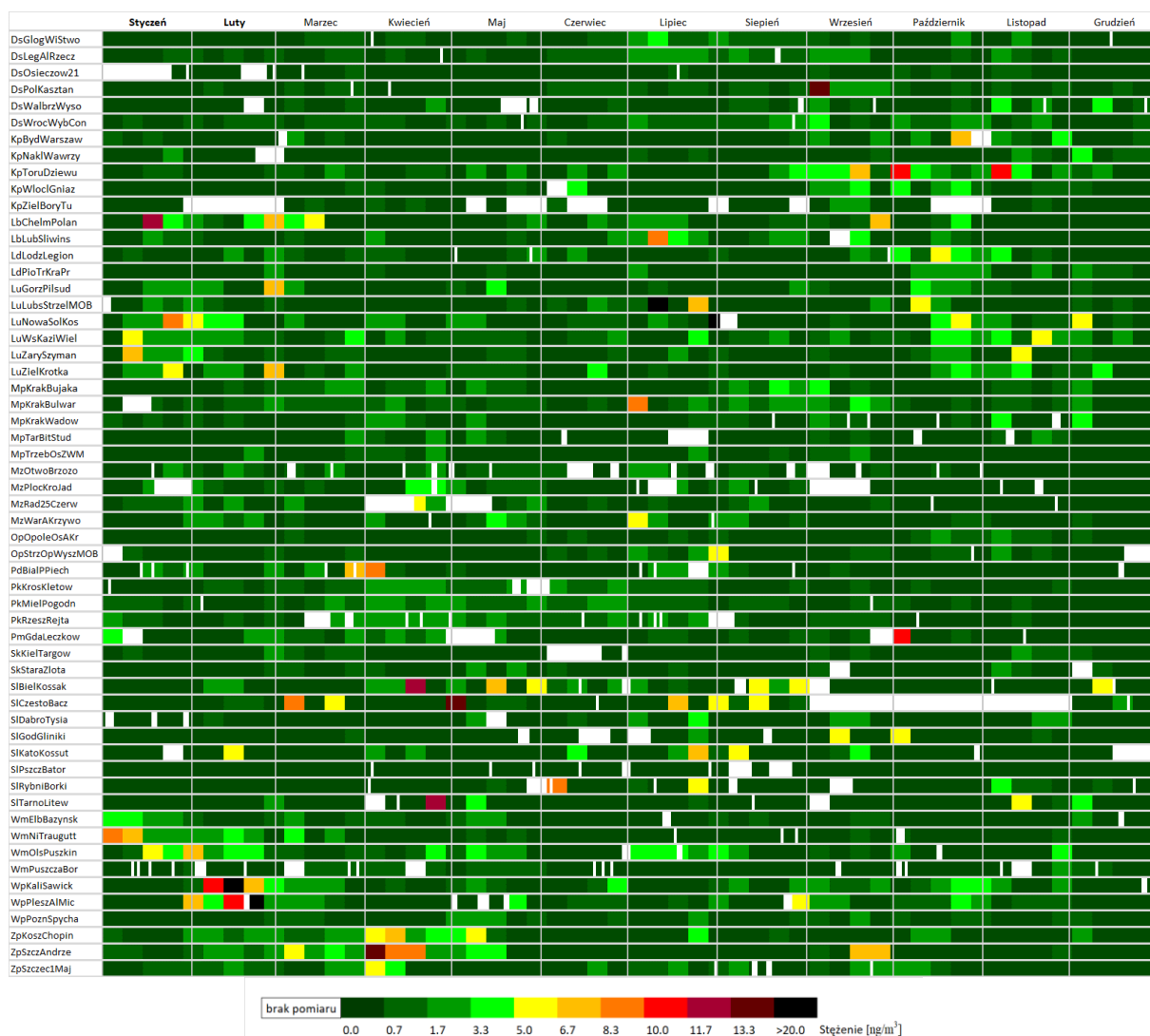
Przeprowadzona analiza występowania wysokich stężeń Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 (przy uwzględnieniu założeń identyfikacji epizodów opisanych w rozdziale 2) pokazała, że obliczona wartość graniczna 2,05 ng/m³, przyjęta dla identyfikacji epizodu wysokiego stężenia (próg epizodu), została przekroczona w lutym (Tab. 9-5).

Tab. 9-5. Charakterystyka epizodu wysokich stężeń Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 roku

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

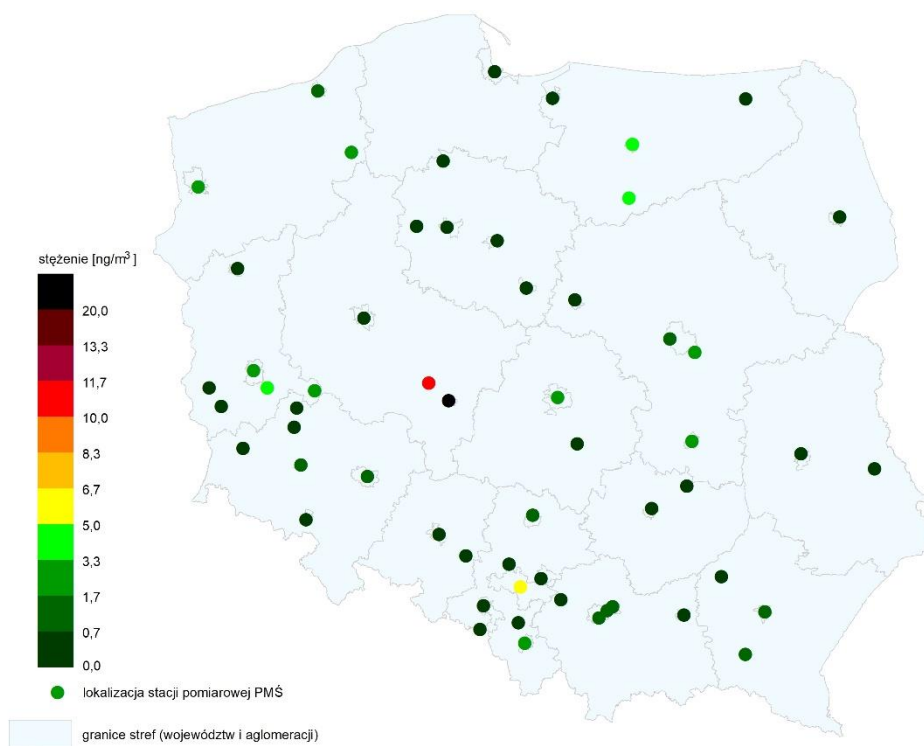
Epizod			Stężenie średnie dobowe podczas epizodu [µg/m ³]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu (2,05 ng/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2024-02-12 do 2024-02-18	7	11	0,00	2,50	65,15

Epizod wystąpił w lutym i trwał 7 dni. W tym okresie stężenia Ni w pyłe zawieszonym PM10 przekroczyły wartość progową na 11 stacjach pomiarowych zlokalizowanych w województwach warmińsko-mazurskim, zachodniopomorskim, lubuskim, wielkopolskim, łódzkim, mazowieckim i śląskim (Rys. 9-7). Wartość maksymalna stężenia, zanotowana na stacji w województwie wielkopolskim, była ponad 32 razy wyższa od wartości progowej dla epizodu (przekroczyła maksimum na skali przyjętej na mapie). Na większości stacji przekroczenie progu epizodu było niewielkie.



Rys. 9-6. Zmiany stężeń średnich dobowych niklu Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 9-7. Stężenia średnie niklu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w okresie epizodu wysokich stężeń (12-18.02.2024)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

10. Stężenia kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10

W niniejszym rozdziale zaprezentowano wyniki pomiarów stężeń kadmu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 na stacjach w Polsce w 2024 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2023. Ocenę wykonano z odniesieniem do określonych prawnie kryteriów ustanowionych w celu ochrony zdrowia, podanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2021 r. poz. 845).

Tab. 10-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza kadmem Cd w pyłe zawieszonym PM10

Okres uśredniania stężeń	Poziom docelowy [ng/m ³]	Wartość uwzględniona w ocenie [ng/m ³] ^{*)}	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	5	5,5	Sa

Objaśnienia

^{*)} Kadm – oznacza całkowitą zawartość pierwiastka w pyłe zawieszonym PM10

^{**)} zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu docelowego sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego do całości

Ocenę zanieczyszczenia powietrza kadmem w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 57 stanowisk pomiarowych, w tym 50 stacji tła miejskiego, 3 podmiejskich i 4 pozamiejskich (Rys. 10-1).



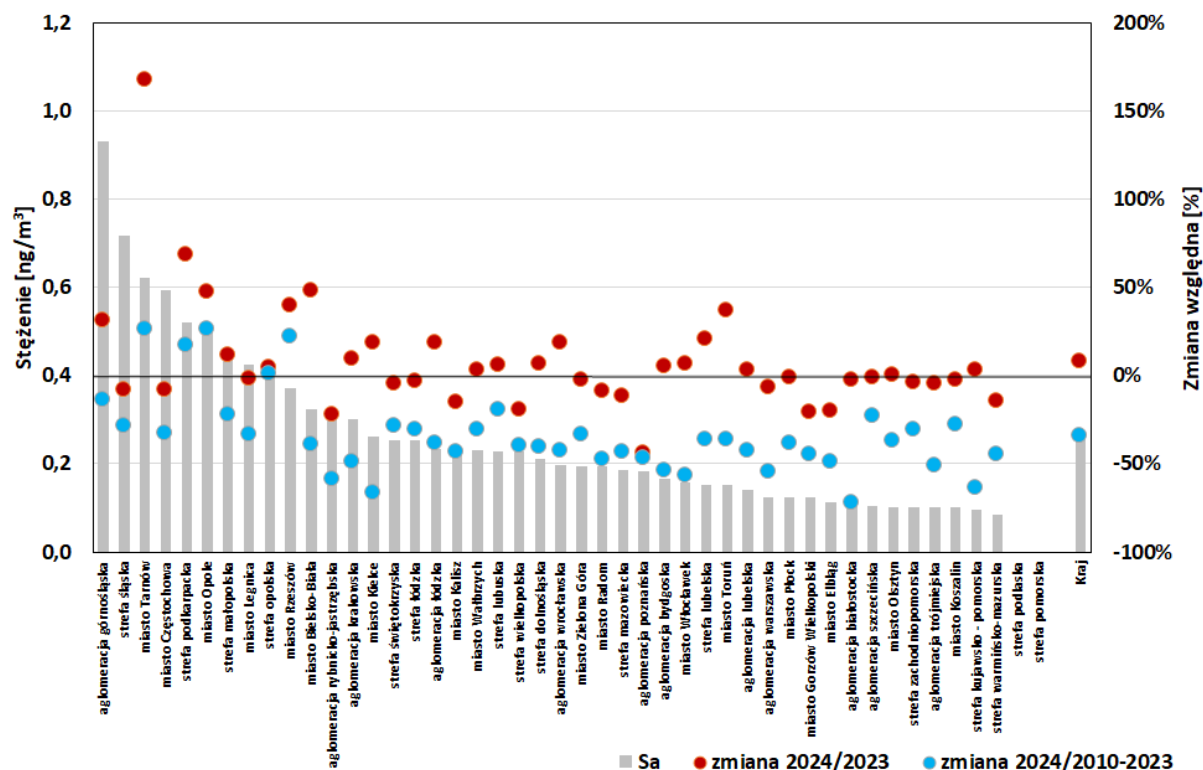
Rys. 10-1. Stacje pomiarowe kadmu Cd w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

10.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla kadmu w pyle zawieszonym PM₁₀ w roku 2024 dla wartości średnich rocznych w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i w okresie 2010-2023. Przedstawiono również relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji.

Stężenie średnie roczne Cd w pyle zawieszonym PM₁₀ uśrednione na obszarze kraju wyniosło w 2024 r. 0,26 ng/m³. Najwyższe wartości średnie odnotowano dla strefy śląskiej (0,72 ng/m³) i aglomeracji górnośląskiej (0,93 ng/m³). Na żadnej z 57 stacji prowadzących pomiary stężenia metali ciężkich w pyle zawieszonym PM₁₀ w 2024 roku nie został przekroczony poziom docelowy dla Cd, przy wartości maksymalnej uzyskanej na jednej ze stacji województwa śląskiego na poziomie ok. 20% poziomu docelowego. Najniższą wartość średnią, na poziomie poniżej 0,1 ng/m³, uzyskano dla strefy warmińsko-mazurskiej. Różnica pomiędzy wartością największą, a najmniejszą wyniosła 0,84 ng/m³ (Rys. 10-2 i Tab. 10-2).

Dla połowy stref (z 44, w których prowadzono pomiary Cd), średnie roczne stężenie kadmu w pyle zawieszonym PM₁₀ było w 2024 roku wyższe niż rok wcześniej, przy czym największy, blisko 170%, wzrost zanotowano dla miasta Tarnów, a najmniejszy, 3%, dla aglomeracji lubelskiej, strefy kujawsko-pomorskiej i miasta Wałbrzych. W Olsztynie nie stwierdzono zmian. W pozostałych 22 strefach odnotowano spadek stężeń Cd z roku na rok, a różnice względne wyniosły od -0,9% w Płocku do -44,1% w aglomeracji poznańskiej (Rys. 10-2 i Tab. 10-2).



Rys. 10-2. Stężenia średnie roczne kadmu Cd oznaczanego w pyle zawieszonym PM₁₀ w 2024 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2023

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 10-1. Parametry jakości powietrza dla kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 r. (stężenie średnie roczne Sa)

Kolorem czerwonym zaznaczono wzrosty stężeń

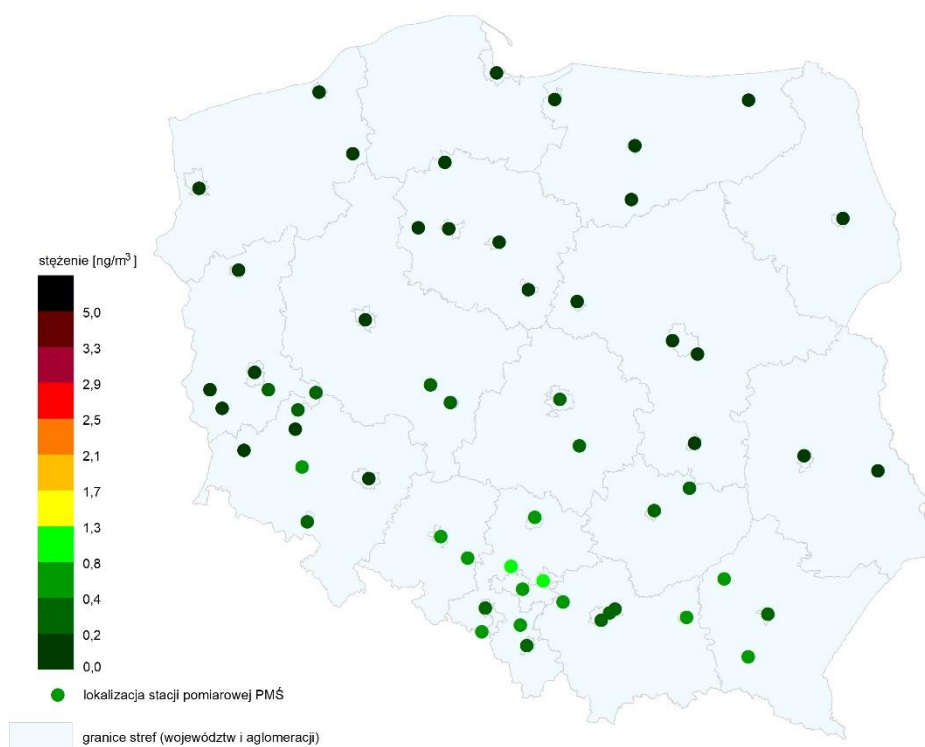
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [ng/m³]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 5 ng/m³	Min.	Śred.	Maks.	2024/ 2023	2024 / 2010-2023
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	1		0,20	0,20	0,20	18,6%	-43,1%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		0,43	0,43	0,43	-1,9%	-33,3%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		0,23	0,23	0,23	3,0%	-31,0%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	3		0,14	0,21	0,31	6,6%	-40,6%
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	1		0,17	0,17	0,17	4,8%	-53,7%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		0,15	0,15	0,15	36,4%	-36,7%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		0,16	0,16	0,16	6,8%	-57,0%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	2		0,05	0,10	0,14	3,0%	-64,1%
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1		0,14	0,14	0,14	3,0%	-42,5%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	1		0,15	0,15	0,15	20,4%	-36,2%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		0,12	0,12	0,12	-20,9%	-44,9%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		0,19	0,19	0,19	-2,4%	-33,3%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4		0,16	0,23	0,31	6,1%	-19,8%
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	1		0,23	0,23	0,23	18,5%	-38,7%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1		0,25	0,25	0,25	-3,2%	-30,8%
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	3		0,29	0,30	0,32	9,6%	-48,9%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		0,62	0,62	0,62	167,4%	26,1%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	1		0,44	0,44	0,44	11,4%	-22,6%
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	1		0,12	0,12	0,12	-6,7%	-54,8%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		0,12	0,12	0,12	-0,9%	-38,9%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		0,19	0,19	0,19	-8,9%	-47,4%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	1		0,19	0,19	0,19	-11,7%	-43,3%
opolskie	PL1601	miasto Opole	1		0,50	0,50	0,50	47,5%	25,9%
opolskie	PL1602	strefa opolska	1		0,41	0,41	0,41	4,2%	0,8%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		0,37	0,37	0,37	39,1%	21,9%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	2		0,43	0,52	0,61	68,2%	16,7%
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	1		0,11	0,11	0,11	-2,8%	-72,0%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	niewystarczająca kompletności danych dla 2024 roku, dane nieuwzględniane w analizach						
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	1		0,10	0,10	0,10	-4,5%	-51,1%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	niewystarczająca kompletności danych dla 2024 roku, dane nieuwzględniane w analizach						
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	2		0,76	0,93	1,10	31,3%	-14,1%
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	1		0,31	0,31	0,31	-22,6%	-58,7%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		0,32	0,32	0,32	47,9%	-39,1%

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [ng/m³]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 5 ng/m³	Min.	Śred.	Maks.	2024/ 2023	2024 / 2010-2023
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1		0,59	0,59	0,59	-8,1%	-33,0%
śląskie	PL2405	strefa śląska	3		0,57	0,72	1,01	-8,5%	-28,5%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1		0,26	0,26	0,26	18,4%	-66,8%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1		0,25	0,25	0,25	-4,7%	-28,5%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		0,10	0,10	0,10	0,0%	-37,4%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		0,11	0,11	0,11	-20,2%	-49,1%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	2		0,06	0,08	0,11	-14,9%	-44,6%
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	1		0,18	0,18	0,18	-44,1%	-47,1%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		0,23	0,23	0,23	-15,5%	-43,6%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	1		0,23	0,23	0,23	-19,6%	-39,9%
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	1		0,10	0,10	0,10	-1,1%	-22,8%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		0,10	0,10	0,10	-2,6%	-27,6%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		0,10	0,10	0,10	-3,8%	-30,6%
Kraj			57	0	0,05	0,26	1,10	7,8%	-34,2%

Analiza zmian średnich stężeń kadmu w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2024 roku w stosunku do wartości średnich z okresu 2010-2023 wykazała spadek stężeń w 39 strefach z wyjątkiem stref: opolskiej, podkarpackiej, miast Rzeszów, Opole i Tarnów. Różnice pomiędzy strefami były znaczne i wynosiły od -72,0% w aglomeracji białostockiej do 26,1% w Tarnowie. Warto podkreślić, że spadki przekraczające 50% obserwowano dla 8 stref. Wartość średnia obliczona dla kraju w roku 2024 była niższa od krajowej średniej z wielolecia o ponad 34%.

Średnie roczne stężenia kadmu w pyłe zawieszonym PM₁₀ osiągnęły najwyższe wartości na południu kraju – w województwie śląskim, małopolskim, opolskim. W pozostałych strefach różnice stężeń pomiędzy stacjami były nieznaczne (Rys. 10-3).



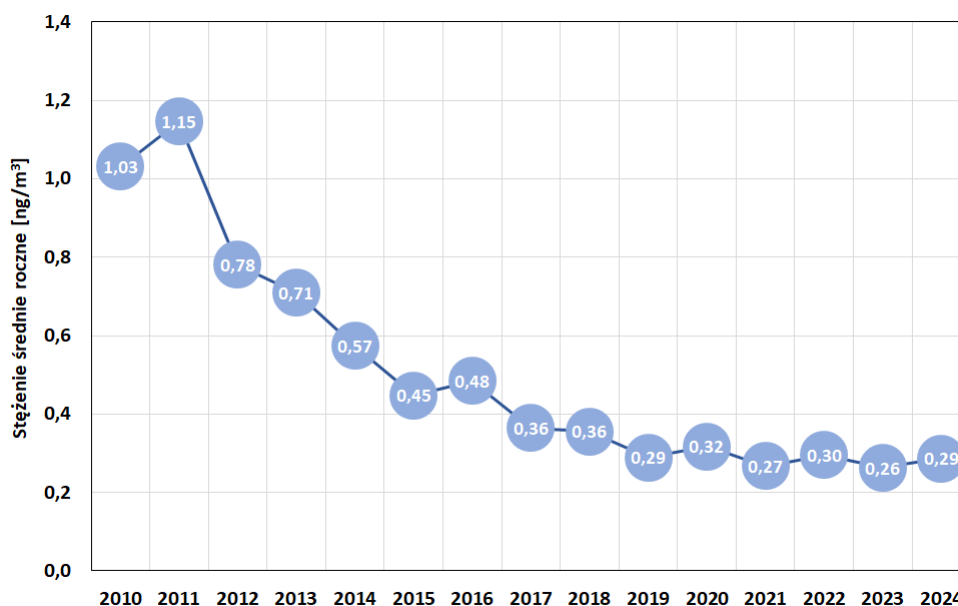
Rys. 10-3. Stężenia średnie roczne kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ na stacjach pomiarowych w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Analiza zmian stężeń średnich rocznych kadmu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ wskazuje, że w okresie 2010-2024 uśrednionych w skali kraju na podstawie wartości uzyskanych ze wszystkich stacji pomiarowych w danym roku wykonujących te pomiary wykazały, że po osiągnięciu wartości maksymalnej w 2011 roku obserwuje się systematyczny, istotny statystycznie trend malejący, przy czym zmiany były bardziej znaczące w okresie 2011-2016 niż w późniejszych latach. Najwyższą wartość stężenia średniego rocznego Cd odnotowano w 2011 roku, a najniższą w 2023. W roku 2024 stężenie średnie roczne dla Polski było trzecim najniższym stężeniem w analizowanym okresie (Rys. 10-4a). Amplituda stężeń średnich rocznych w okresie 2010-2024 wyniosła 0,88 ng/m³. Warto zaznaczyć, że w latach 2010-2013 pomiary stężenia metali ciężkich w pyłe zawieszonym PM₁₀ (w tym Cd) były

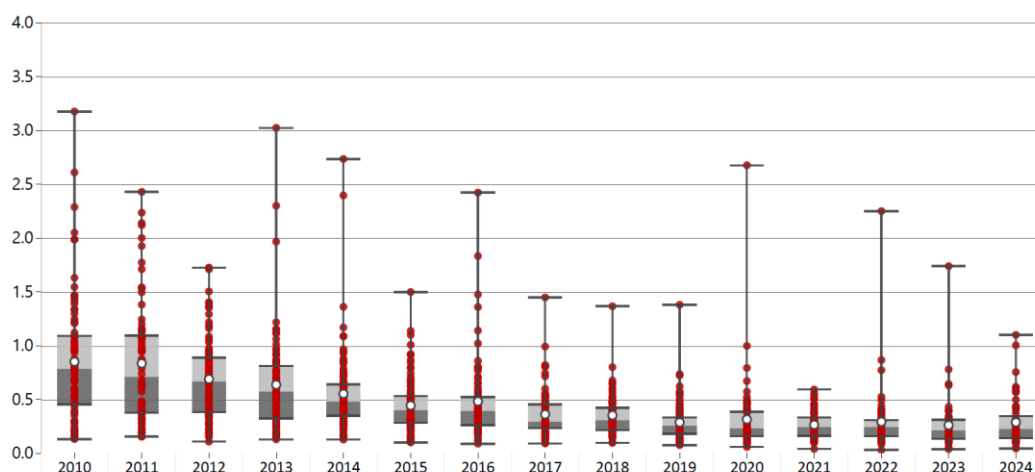
prowadzone na nielicznych stacjach w kraju, a od 2014 roku ich liczba wzrosła, co jest nie bez znaczenia dla uzyskanego obrazu.

Rozkłady statystyczne stężeń na poszczególnych stacjach pomiarowych w latach 2010-2024 wskazują na znaczną rozpiętość stężeń, a w szczególności występowanie lokalnie wartości znacznie wyższych, od wartości średnich w całym analizowanym okresie (Rys. 10-4b).



Rys. 10-4a. Zmiany stężeń średnich rocznych kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce w okresie 2010-2024

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 10-4b. Zmiany stężeń średnich rocznych (w ng/m³) kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce w okresie 2010-2024 na stacjach pomiarowych

Wykres pudełkowy przedstawia parametry rozkładu statystycznego stężeń: wartość średnią (biała kropka „w pudełku”), 1 i 3 kwartył (dolna i górna krawędź „pudełka”), medianę (poziom pomiędzy jasno i ciemno szarym obszarem „pudełka”), minimum i maksimum (wąsy) oraz stężenia na pojedynczych stacjach (czerwone kropki).

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Najwyższe stężenia kadmu w pyłe zawieszonym PM10 były notowane na stacjach miejskich, zaś najniższe, na ogół na stacjach pozamiejskich (poza latami 2012 i 2013). Pomiedzy wynikami z tych dwóch typów stacji plasowały się zarówno wyniki ze stacji komunikacyjnych,

jak i podmiejskich. Na stacjach miejskich i pozamiejskich widać wyraźny spadek stężeń kadmu z biegiem lat, podczas gdy na stacjach podmiejskich i komunikacyjnych zmiany w analizowanym okresie były mniejsze. W 2024 roku w stosunku do wartości notowanych rok wcześniej zanotowano wzrost uśrednionych stężeń na stacjach miejskich i pozamiejskich, a minimalny spadek dla stacji podmiejskich (Tab. 10-3).

Tab. 10-3. Zmiany stężeń średnich rocznych kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w latach 2010-2024 z uwzględnieniem typów stacji

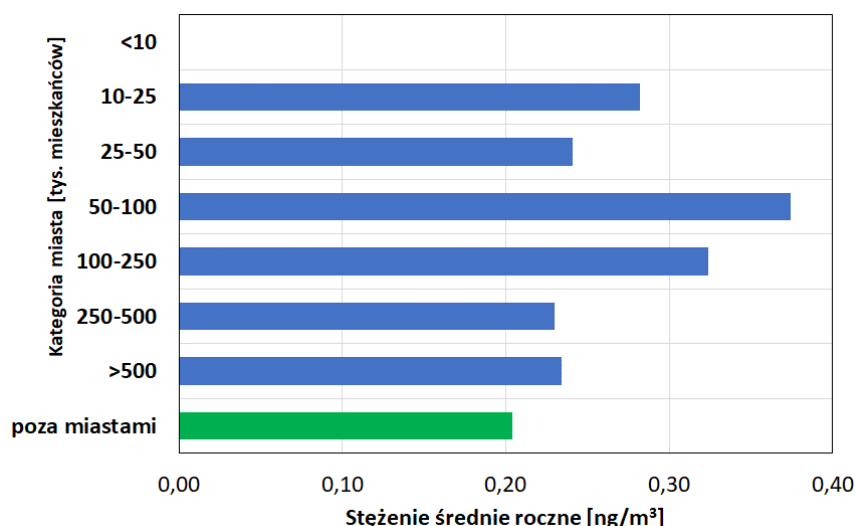
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Stężenie Sa [ng/m ³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
komunikacyjna				0,51	0,43	0,49	0,44	0,36	0,22	0,17					
miejska	1,07	1,18	0,78	0,78	0,62	0,48	0,53	0,39	0,38	0,31	0,35	0,27	0,31	0,28	0,30
podmiejska				0,22	0,29	0,43	0,29	0,31	0,32	0,22	0,20	0,35	0,23	0,16	0,15
pozamiejska	0,61	0,64	0,81	0,82	0,30	0,21	0,20	0,15	0,17	0,14	0,15	0,15	0,16	0,12	0,20

10.2. Jakość powietrza w miastach

Analiza dla miast w poszczególnych kategoriach populacyjnych wykazała, że najwyższe średnie roczne stężenie Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 roku zanotowano dla miast o liczbie ludności w przedziale 50-100 tys. Niższe stężenia obserwowano w miastach o liczbie mieszkańców 10-25 tys. oraz 100-250 tys. mieszkańców. W trzeciej grupie – o najniższych i zbliżonych do siebie wartościach stężeń – są miasta z kategorii: 25-50 tys., 250-500 tys. i powyżej 500 tys. mieszkańców. Średnie roczne stężenie Cd w pyłe zawieszonym PM10 poza miastami było znacznie niższe niż w miastach (Rys. 10-5).

W najmniejszych miastach, liczących poniżej 10 tys. mieszkańców, w 2024 r. nie były prowadzone pomiary metali ciężkich w pyłe zawieszonym PM10.



Rys. 10-5. Stężenia średnie roczne kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Średnie roczne stężenia dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2024, jak wartości uśrednione dla kraju, z tym samym zastrzeżeniem dotyczącym mniejszej liczby stacji na początku omawianego wielolecia. Największe stężenia kadmu notowano od roku 2016 w miastach w kategorii 50-100 tys. mieszkańców. Dopiero od tego roku utrzymywały się zbliżone relacje pomiędzy stężeniami Cd w poszczególnych kategoriach miast – wcześniej obserwowano duże rozbieżności wyników i różne kategorie miast wykazywały największe wartości stężenia Cd. Od 2014 r. najmniejsze wartości stężenia kadmu charakteryzowały obszary pozamiejskie. W 2024 roku średnie roczne stężenia Cd pyłu zawieszonym PM₁₀ były bardzo zbliżone do wartości z roku poprzedniego dla wszystkich kategorii miast, nieco wyższe dla miast w przedziałach 100-250 tys. i 10-25 tys. mieszkańców (Tab. 10-4).

Tab. 10-4. Zmiany stężeń średnich rocznych kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w latach 2010-2024 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

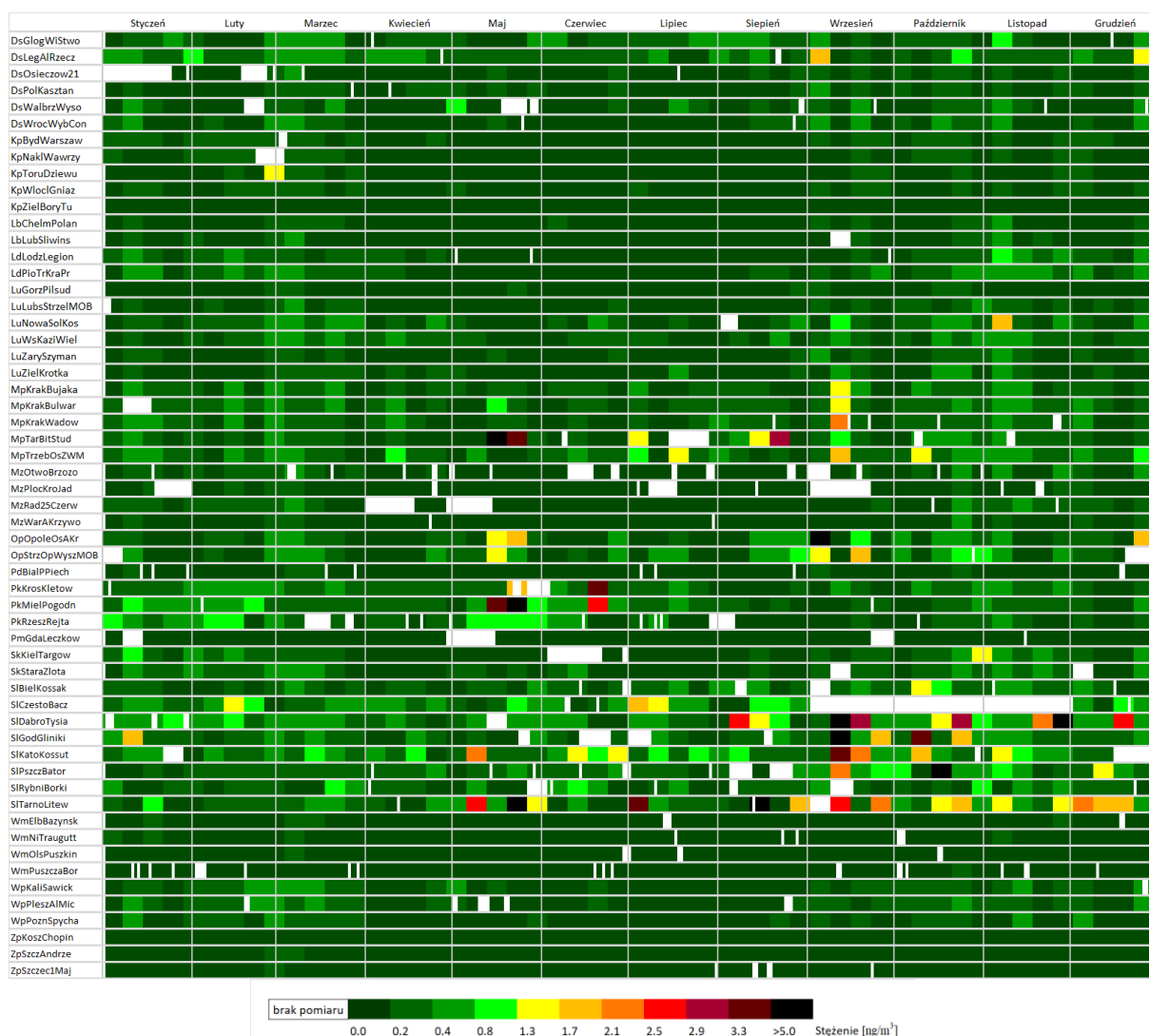
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Kategoria miasta	Stężenie Sa [ng/m ³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
>500		0,39	0,38	0,44	0,71	0,66	0,50	0,43	0,40	0,31	0,31	0,30	0,27	0,24	0,23
250-500	0,85	1,45	1,18	0,74	0,54	0,40	0,61	0,41	0,40	0,28	0,32	0,23	0,25	0,21	0,23
100-250	1,04	1,14	0,81	0,90	0,54	0,43	0,51	0,35	0,30	0,25	0,27	0,26	0,27	0,27	0,32
50-100	1,99	1,71	0,78	0,73	0,64	0,50	0,55	0,45	0,44	0,37	0,46	0,32	0,44	0,40	0,37
25-50	0,63	0,72	0,39	0,25	0,53	0,46	0,43	0,34	0,35	0,28	0,29	0,25	0,24	0,23	0,24
10-25	1,54	1,64	0,89	0,56	0,74	0,52	0,52	0,38	0,38	0,32	0,36	0,27	0,30	0,24	0,28
<10					0,54	0,28	0,35	0,21	0,20	0,16	0,12				
obszar poza miastami	0,61	0,64	0,81	0,82	0,30	0,21	0,20	0,17	0,20	0,16	0,16	0,15	0,16	0,12	0,20

10.3. Epizody wysokich stężeń

Na rysunku 10-6 przedstawiono przebieg dobowych stężeń kadmu w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2024 roku na analizowanych stacjach pomiarowych. Dla poszczególnych stanowisk każda wartość stężenia dobowego oznaczona jest kolorem, który zależy od wysokości stężenia - zgodnie ze skalą kolorów pokazaną w legendzie na dole rysunku. Ponieważ wyniki pochodzą z łączonych próbek tygodniowych, to taka sama wartość stężenia dobowego przypisana jest do każdego z dni objętych pomiarami w danym tygodniu. Miejsce puste (kolor biały) oznacza, że dla tego dnia brak wyniku pomiaru.

W przebiegu dobowych wartości stężeń kadmu w pyłe zawieszonym PM₁₀ na wielu stacjach można zauważyć niewielką zmienność sezonową, charakteryzującą się występowaniem wyższych wartości stężeń w chłodnej połowie roku niż w cieplej. Jednak różnice pomiędzy sezonami nie są wielkie, a zmienność dobowych stężeń zależy w znacznym stopniu od lokalizacji stacji i rozkładu źródeł emisji w jej najbliższym otoczeniu. Zaznacza się obszar podwyższonych stężeń, zwłaszcza w drugiej połowie roku, w województwie śląskim (Rys. 10- 6).



Rys. 10-6. Zmiany stężeń średnich dobowych kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

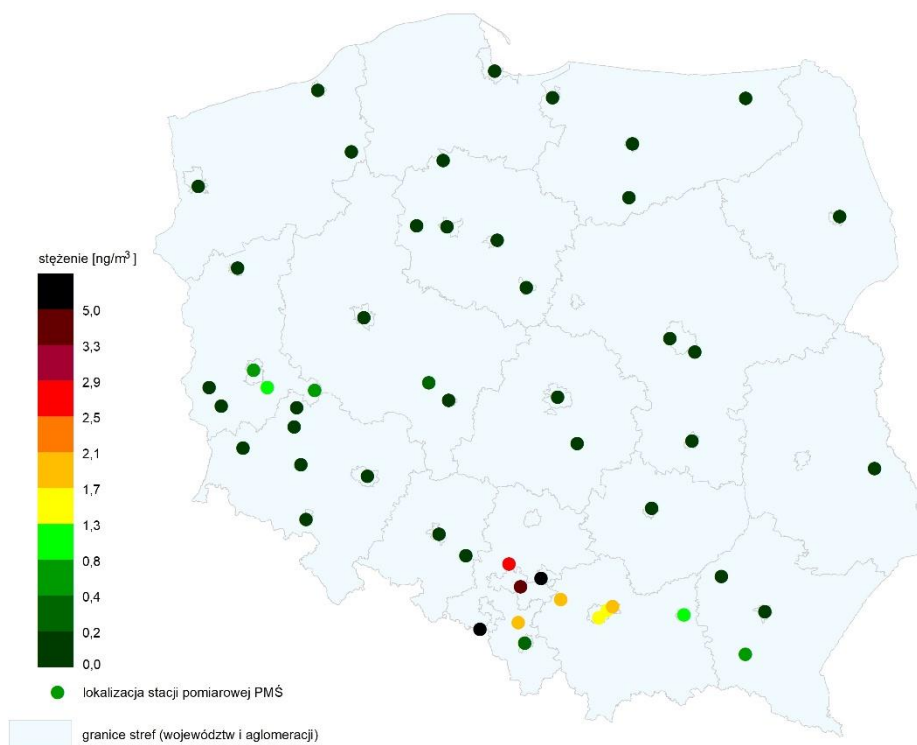
Obliczona (przy uwzględnieniu założeń identyfikacji epizodów opisanych w rozdziale 2) dla Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 wartość progowa występowania epizodu, wynosząca 0,57 ng/m³, pokazała, że w 2024 r. wystąpił jeden okres podwyższonych stężeń, który miał miejsce we wrześniu (Tab. 10-5).

Epizod trwał 7 dni, a próg epizodu był przekroczony na 13 stacjach, zlokalizowanych w przede wszystkim w województwach śląskim i małopolskim oraz na pojedynczych stacjach w województwach lubuskim i podkarpackim (Rys. 10-7). Na stacjach w województwie śląskim stężenia Cd w pyłe zawieszonym PM10 przekraczały wartość progową ponad 4-krotnie, a maksimum było 15 razy wyższe od progu epizodu. W województwie małopolskim wartość progowa została przekroczona 2- i 3-krotnie.

Tab. 10-5. Charakterystyka epizodu wysokich stężeń kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 roku

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Epizod			Stężenie S24 podczas epizodu [ng/m ³]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu (0,57 ng/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2024-09-09 do 2024-09-15	7	13	0,03	0,74	8,69



Rys. 10-7. Stężenia średnie kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w okresie epizodu wysokich stężeń (09-15.09.2024)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

11. Stężenia ołowiu Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10

W niniejszym rozdziale zaprezentowano wyniki pomiarów stężeń ołowiu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 na stacjach w Polsce w 2024 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2023. Ocenę wykonano z odniesieniem do określonych prawnie kryteriów ustanowionych w celu ochrony zdrowia, podanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2021 r. poz. 845).

Tab. 11-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza ołowiem (Pb)^{*)} w pyłe zawieszonym PM10

Okres uśredniania stężeń	Poziom dopuszczalny ^{**)} [µg/m ³]	Wartość uwzględniona w ocenie [µg/m ³] ^{***)}	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	0,5	0,55	Sa

Objaśnienia

^{*)} Ołów – oznacza całkowitą zawartość pierwiastka w pyłe zawieszonym PM10

^{**)} standard jakości powietrza

^{***)} zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu dopuszczalnego sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego do całości

Ocenę zanieczyszczenia powietrza ołowiem w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 56 stanowisk pomiarowych, w tym 49 stacji tła miejskiego, 3 podmiejskich i 4 pozamiejskich (Rys. 11-1).



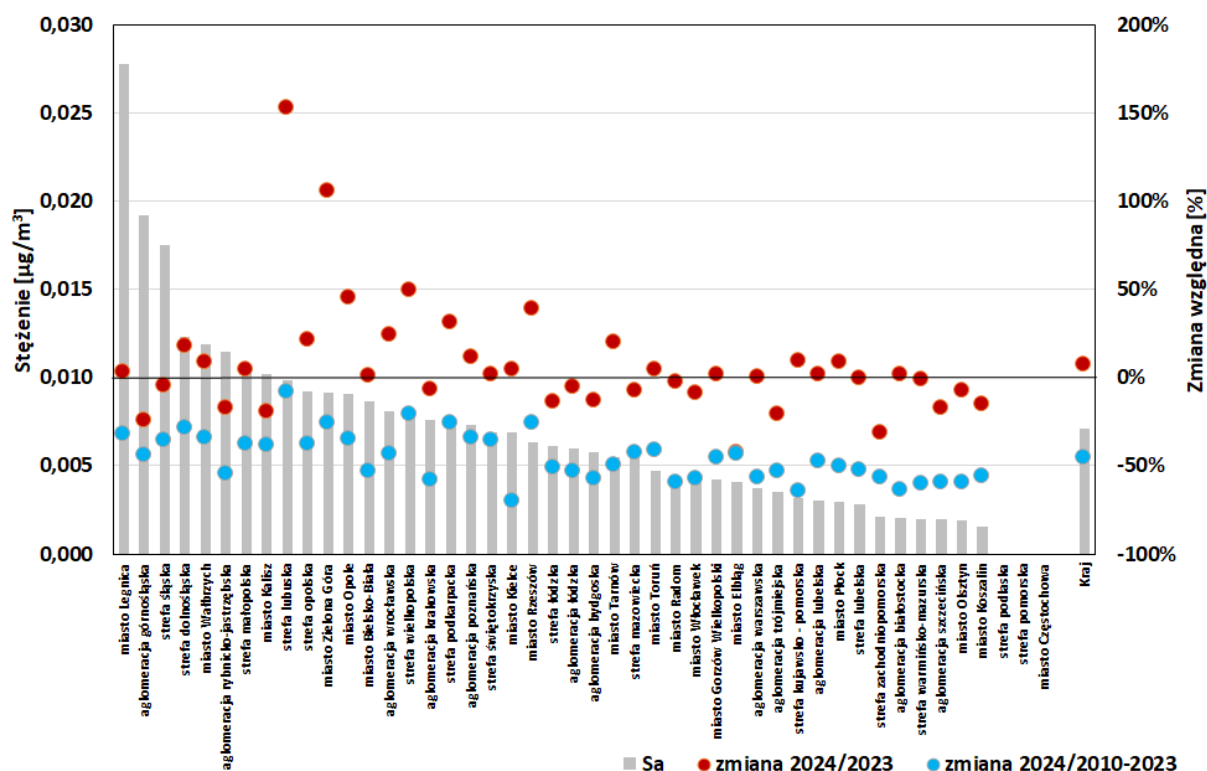
Rys. 11-1. Stacje pomiarowe ołowiu Pb w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

11.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla ołowiu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2024 roku dla wartości średnich rocznych w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i w okresie 2010-2023. Przedstawiono również relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji.

Stężenie średnie roczne Pb w pyłe zawieszonym PM₁₀ uśrednione na obszarze kraju wyniosło w 2024 roku 0,007 µg/m³. Największą wartość średnią roczną wynoszącą 0,028 µg/m³ odnotowano dla strefy miasto Legnica. Wysokie na tle innych stref wartości przekraczające 0,015 µg/m³ uzyskano ponadto dla aglomeracji górnośląskiej oraz strefy śląskiej. W 2024 roku na żadnej z 56 stacji prowadzących pomiary stężenia Pb w pyłe zawieszonym PM₁₀, nie został przekroczony standard jakości powietrza, a wartości maksymalne były niższe o rząd poziomu dopuszczalnego ustalonego dla ołowiu. Najmniejsze wartości średnie roczne Pb w pyłe zawieszonym PM₁₀ (poniżej 0,002 µg/m³) uzyskano dla Koszalina i Olsztyna, strefy warmińsko-mazurskiej oraz aglomeracji szczecińskiej (Rys. 11-2 i Tab. 11-2). Różnica pomiędzy wartością największą, a najmniejszą wyniosła 0,026 µg/m³.

Strefy podlaskiej, pomorskiej i miasta Częstochowa nie uwzględniono w analizach ze względu na niewytracającą kompletności danych dla roku 2024.



Rys. 11-2. Stężenia średnie roczne ołowiu Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2024 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wieloletnia 2010-2023

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 11-2. Parametry jakości powietrza dla ołowiu Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 r. (stężenie średnie roczne Sa)

Kolorem czerwonym zaznaczono wzrosty stężeń

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR

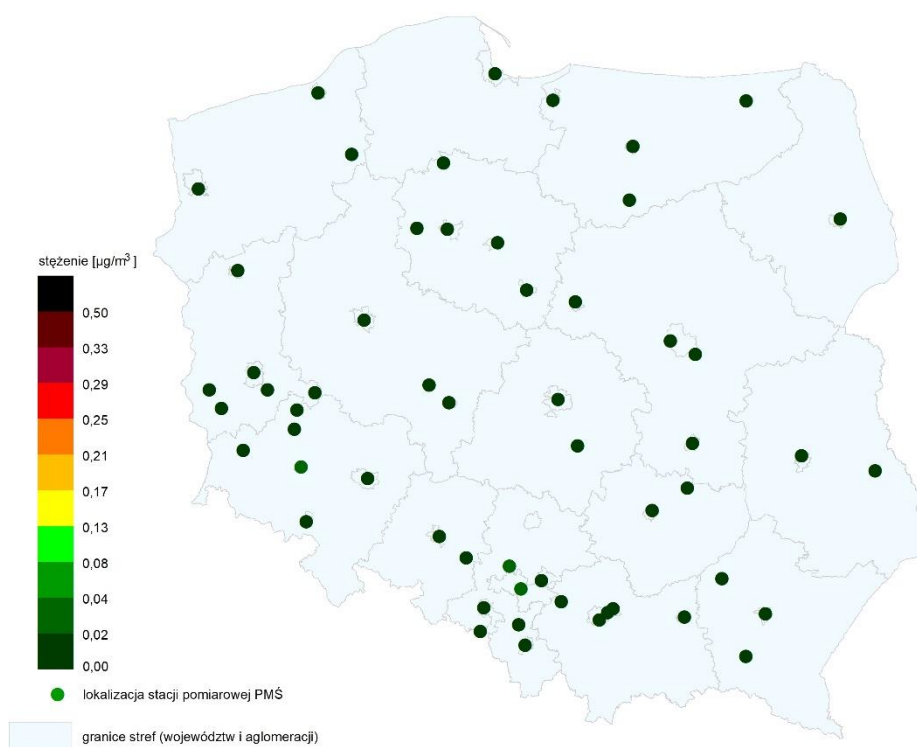
Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [µg/m³]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 0,5 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2024/ 2023	2024 / 2010-2023
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	1		0,008	0,008	0,008	23,8%	-43,1%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		0,028	0,028	0,028	3,0%	-32,0%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		0,012	0,012	0,012	8,4%	-34,2%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	3		0,006	0,012	0,017	17,9%	-28,7%
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	1		0,006	0,006	0,006	-13,2%	-57,7%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		0,005	0,005	0,005	4,5%	-41,3%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		0,004	0,004	0,004	-8,9%	-57,7%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	2		0,001	0,003	0,005	9,0%	-64,6%
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1		0,003	0,003	0,003	1,7%	-47,3%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	1		0,003	0,003	0,003	-0,3%	-52,9%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		0,004	0,004	0,004	1,7%	-45,3%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		0,009	0,009	0,009	105,4%	-25,8%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4		0,006	0,010	0,014	152,3%	-8,1%
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	1		0,006	0,006	0,006	-5,3%	-53,3%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1		0,006	0,006	0,006	-13,8%	-51,3%
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	3		0,006	0,008	0,009	-7,0%	-58,5%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		0,005	0,005	0,005	19,6%	-49,5%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	1		0,011	0,011	0,011	4,5%	-37,9%
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	1		0,004	0,004	0,004	0,1%	-56,8%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		0,003	0,003	0,003	8,7%	-50,1%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		0,004	0,004	0,004	-2,4%	-59,7%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	1		0,005	0,005	0,005	-7,3%	-42,6%
opolskie	PL1601	miasto Opole	1		0,009	0,009	0,009	44,8%	-34,9%
opolskie	PL1602	strefa opolska	1		0,009	0,009	0,009	21,4%	-37,7%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		0,006	0,006	0,006	38,5%	-25,9%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	2		0,007	0,007	0,008	31,4%	-26,2%
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	1		0,002	0,002	0,002	1,9%	-63,7%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	niewystarczająca kompletność danych dla 2024 roku, dane nieuwzględniane w analizach						
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	1		0,004	0,004	0,004	-21,1%	-53,1%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	niewystarczająca kompletność danych dla 2024 roku, dane nieuwzględniane w analizach						
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	2		0,018	0,019	0,021	-24,6%	-44,4%
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	1		0,011	0,011	0,011	-17,8%	-54,9%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		0,009	0,009	0,009	1,0%	-53,1%

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Min.	Śred.	Maks.	2024/ 2023	2024 / 2010-2023
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	niewystarczająca kompletności danych dla 2024 roku, dane nieuwzględniane w analizach						
śląskie	PL2405	strefa śląska	3		0,011	0,018	0,027	-4,9%	-35,4%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1		0,007	0,007	0,007	4,1%	-70,1%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1		0,007	0,007	0,007	1,8%	-35,9%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		0,002	0,002	0,002	-7,5%	-59,3%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		0,004	0,004	0,004	-42,9%	-43,4%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	2		0,002	0,002	0,002	-1,0%	-60,3%
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	1		0,007	0,007	0,007	11,6%	-34,6%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		0,010	0,010	0,010	-19,3%	-38,2%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	1		0,008	0,008	0,008	49,5%	-20,8%
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	1		0,002	0,002	0,002	-17,5%	-59,3%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		0,002	0,002	0,002	-15,4%	-56,0%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		0,002	0,002	0,002	-31,8%	-56,9%
Kraj			56	0	0,001	0,007	0,028	7,1%	-45,6%

W przypadku 24 stref na 43 poddanych analizie w 2024 roku, średnie roczne stężenie ołowiu w pyłe zawieszonym PM₁₀ było wyższe niż rok wcześniej. Największe wzrosty dotyczyły strefy lubuskiej (ponad 150%) oraz miasta Zielona Góra (ponad 105%). W strefach, w których odnotowano spadek stężeń Pb w pyłe zawieszonym PM₁₀ różnice względne wyniosły od -0,3% w strefie lubelskiej do -42,9% w strefie miasto Elbląg. Tak duże zróżnicowanie spowodowało, że średnie zmiany w skali kraju z roku na rok były słabo zaznaczone na poziomie nieco ponad 7% (Rys. 11-2 i Tab. 11-2).

Porównanie średnich rocznych stężeń Pb w pyłe zawieszonym PM₁₀ z 2024 roku oraz z okresu 2010-2023 pokazuje spadki we wszystkich strefach. Znaczne spadki stężeń (ponad 60%) dotyczą 4 stref: miasta Kielce, strefy kujawsko-pomorskiej, aglomeracji białostockiej i strefy warmińsko-mazurskiej (Rys. 11-2 i Tab. 11-2). Wartość średnia dla kraju była w roku 2024 niższa od średniej wieloletniej o ponad 45%.

W 2024 roku średnie roczne stężenia Pb w pyłe zawieszonym PM₁₀ osiągnęły najwyższe wartości na stacjach w województwach dolnośląskim i śląskim. Na pozostałym obszarze stężenia były niskie i pomiędzy stacjami niewiele się różniły (Rys. 11-3).



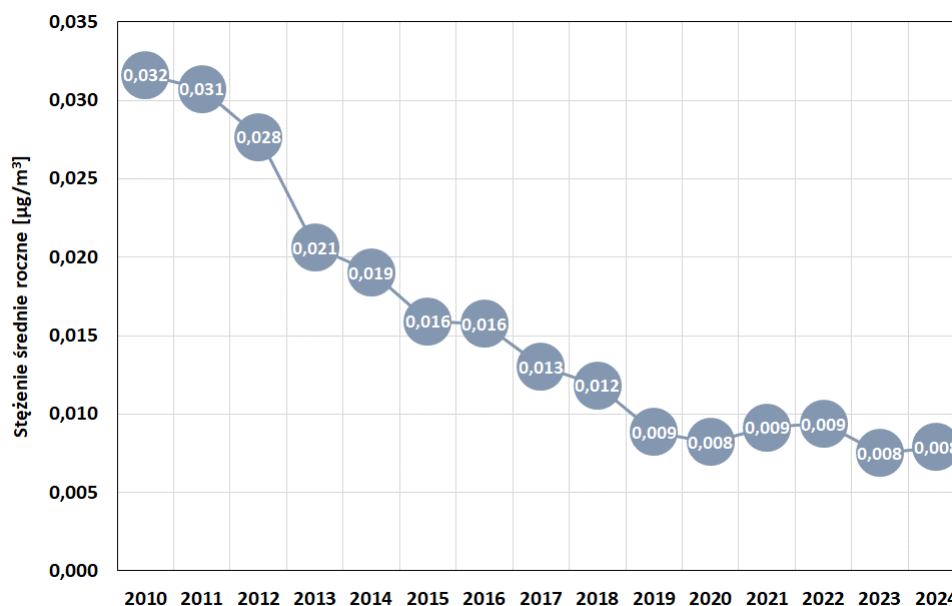
Rys. 11-3. Stężenia średnie roczne ołowiu Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ na stacjach pomiarowych w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Stężenia średnie roczne ołowiu w pyłe zawieszonym PM₁₀ uśrednione w skali kraju na podstawie wartości uzyskanych ze wszystkich stacji pomiarowych funkcjonujących w danym roku wykazują w okresie 2010-2024 istotny statystycznie trend malejący. Wartość maksymalna wystąpiła w 2010 roku i od tego czasu stężenia systematycznie malały z roku

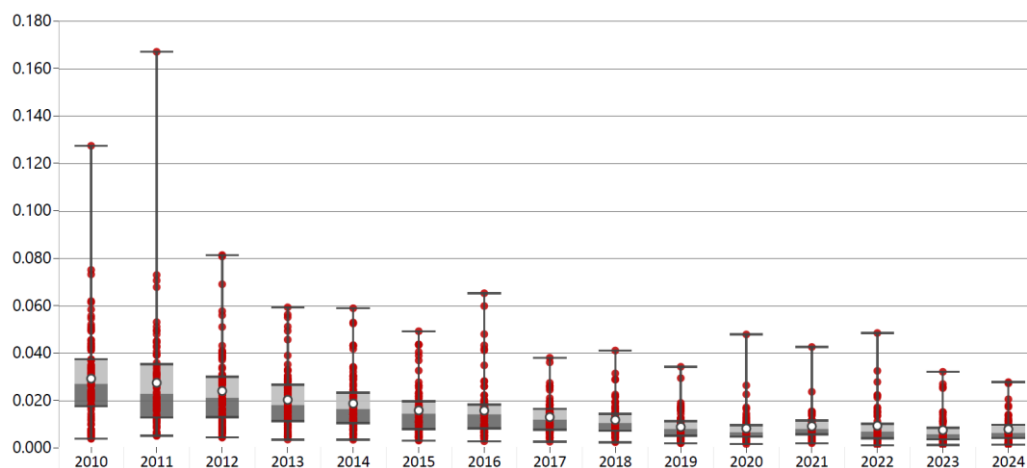
na rok, aż do 2020 r., przy czym zmiany były bardziej znaczące w okresie 2011- 2015 niż w późniejszych latach. W okresie 2019-2024 krajowe stężenia średnich rocznych były zbliżone do siebie (Rys. 11-4a). Amplituda stężeń średnich rocznych w okresie 2010-2024 wyniosła $0,024 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Warto zaznaczyć, że w latach 2010-2013 pomiary stężenia metali ciężkich w pyłe zawieszonym PM₁₀ (w tym Pb) były prowadzone na nielicznych stacjach w kraju, a od 2014 roku ich liczba wzrosła, co jest nie bez znaczenia dla uzyskanego obrazu.

Rozkłady statystyczne stężeń na poszczególnych stacjach pomiarowych w latach 2010-2024 wskazują na znaczną rozpiętość stężeń, a szczególności występowanie lokalnie wartości znacznie wyższych od wartości średnich w latach 2010-2011 (Rys. 11-4b).



Rys. 11-4a. Zmiany stężeń średnich rocznych Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w Polsce w okresie 2010-2024

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 11-4b. Zmiany stężeń średnich rocznych (w $\mu\text{g}/\text{m}^3$) Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w Polsce w okresie 2010-2024 na stacjach pomiarowych

Wykres pudełkowy przedstawia parametry rozkładu statystycznego stężeń: wartość średnią (biała kropka „w pudełku”), 1 i 3 kwartyl (dolna i górna krawędź „pudełka”), medianę (poziom pomiędzy jasno i ciemno szarym obszarem „pudełka”), minimum i maksimum (wąsy) oraz stężenia na pojedynczych stacjach (czerwone kropki).

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Najwyższe stężenia ołowiu w pyłe zawieszonym PM₁₀ były notowane na stacjach miejskich, a najniższe w przeważającej mierze na stacjach pozamiejskich (poza latami 2011, 2012, 2023 i 2024). Pomiedzy wynikami z tych dwóch typów stacji plasowała się większość wyników zarówno ze stacji komunikacyjnych (z krótszego okresu pomiarowego), jak i podmiejskich. Na stacjach wszystkich typów w 2024 roku zanotowano niewielki spadek stężeń Pb w pyłe zawieszonym PM₁₀ (Tab. 11-3).

Tab. 11-3. Zmiany stężeń średnich rocznych ołowiu Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w latach 2010-2024 z uwzględnieniem typów stacji

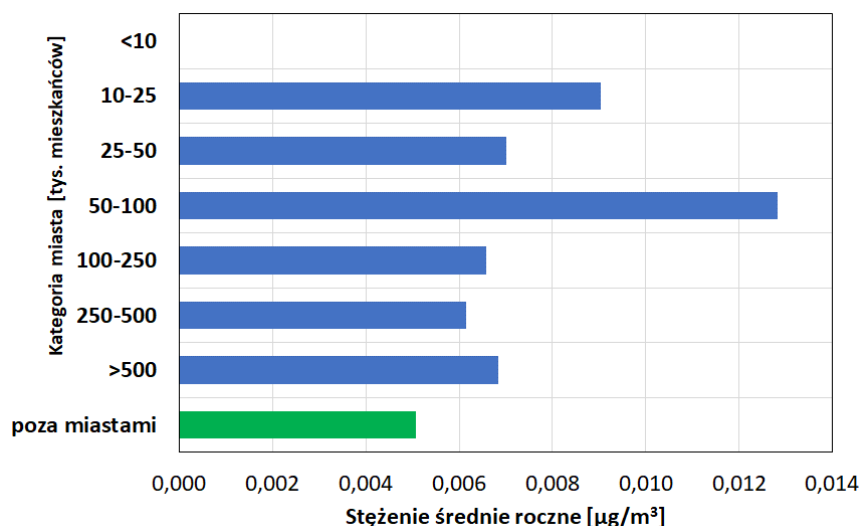
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Stężenie Sa [µg/m ³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
komunikacyjna				0,017	0,014	0,015	0,012	0,013	0,008	0,006					
miejska	0,035	0,030	0,027	0,023	0,021	0,017	0,017	0,014	0,013	0,010	0,009	0,009	0,010	0,008	0,008
podmiejska	0,010			0,009	0,010	0,014	0,011	0,011	0,010	0,006	0,005	0,010	0,007	0,004	0,004
pozamiejska	0,018	0,044	0,034	0,023	0,010	0,008	0,007	0,006	0,005	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005

11.2. Jakość powietrza w miastach

Analiza średnich rocznych stężeń Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2024 roku dla miast w poszczególnych kategoriach wykazała, że najwyższe wartości dotyczyły miast o liczbie ludności w przedziale 50-100 tys. Znacząco niższe wartości uzyskano dla miast z liczbą mieszkańców w przedziale 10-25 tys. mieszkańców i nieco niższe dla miast w pozostałych kategoriach. Miasta o najniższym stężeniu ołowiu w pyłe zawieszonym PM₁₀ to miasta liczące 250-500 tys. mieszkańców. Średnie roczne stężenie Pb w pyłe zawieszonym PM₁₀ poza miastami było znacznie mniejsze niż w miastach (Rys. 11-5).

W najmniejszych miastach, liczących poniżej 10 tys. mieszkańców, w 2024 r. nie były prowadzone pomiary metali ciężkich w pyłe zawieszonym PM₁₀.



Rys. 11-5. Stężenia średnie roczne ołowiu Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Średnie roczne stężenia Pb w pyłe zawieszonym PM₁₀ dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2024, jak wartości uśrednione dla kraju, z tym samym zastrzeżeniem dotyczącym mniejszej liczby stacji na początku omawianego

wielolecia. Najwyższe stężenia ołowiu w pyłe zawieszonym PM10 notowano od roku 2016 w miastach liczących pomiędzy 50 a 100 tys. mieszkańców. Dopiero od tego roku utrzymywały się zbliżone relacje pomiędzy stężeniami Pb w poszczególnych kategoriach miast, bo wcześniej były duże rozbieżności wyników i różne kategorie miast wykazywały największe wartości stężenia ołowiu. Od 2014 roku najmniejsze wartości stężenia ołowiu charakteryzowały obszary pozamiejskie, a w latach 2018-2020, także miasta liczące poniżej 10 tys. mieszkańców. Analiza zmian wykazała wzrost stężeń w 2024 roku w stosunku do roku poprzedniego dla małych i średnich miast (do 100 ty. mieszkańców) i praktycznie brak zmian lub nieznaczny spadek dla miast w pozostałych kategoriach (Tab. 11-4).

Tab. 11-4. Zmiany stężeń średnich rocznych Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w latach 2010-2024 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Kategoria miasta	Stężenie Sa [ng/m ³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
>500		0,013	0,012	0,016	0,024	0,022	0,016	0,015	0,013	0,009	0,009	0,010	0,009	0,007	0,007
250-500	0,024	0,031	0,032	0,026	0,016	0,015	0,019	0,012	0,012	0,008	0,008	0,008	0,009	0,007	0,006
100-250	0,039	0,031	0,031	0,020	0,018	0,015	0,016	0,012	0,010	0,008	0,007	0,007	0,008	0,007	0,007
50-100	0,052	0,043	0,022	0,023	0,021	0,019	0,018	0,016	0,015	0,011	0,012	0,012	0,015	0,012	0,013
25-50	0,020	0,021	0,016	0,010	0,017	0,014	0,014	0,012	0,010	0,008	0,007	0,009	0,005	0,005	0,007
10-25	0,036	0,035	0,034	0,020	0,025	0,019	0,019	0,015	0,015	0,011	0,009	0,010	0,009	0,007	0,009
<10					0,020	0,012	0,011	0,010	0,007	0,005	0,005				
obszar poza miastami	0,018	0,044	0,034	0,020	0,010	0,008	0,008	0,008	0,007	0,005	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005

11.3. Epizody wysokich stężeń

Na rysunku 11-6 przedstawiono przebieg dobowych stężeń ołowiu w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 roku na analizowanych stacjach pomiarowych. Dla poszczególnych stanowisk każda wartość stężenia dobowego oznaczona jest kolorem, którego wysokości zależy od stężenia - zgodnie ze skalą kolorów pokazaną w legendzie na dole rysunku. Ponieważ wyniki pochodzą z tygodniowych próbek łączonych, to taka sama wartość stężenia dobowego przypisana jest do każdego z dni objętych pomiarami w danym tygodniu. Miejsce puste (kolor biały) oznacza, że dla tego dnia brak wyników pomiaru.

W przebiegu dobowych wartości stężeń ołowiu w pyłe zawieszonym PM10 na większości stacji trudno zauważyć zmienność sezonową, a wyniki pomiarów przyjmują bardzo niskie wartości. Jedynie w województwie śląskim zauważyć można okresy nieco podwyższonych wartości (Rys. 11-6).

Przeprowadzona analiza występowania wysokich stężeń Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 (przy uwzględnieniu założeń identyfikacji epizodów opisanych w rozdziale 2) pokazała, że obliczona wartość graniczna 0,016 µg/m³ przyjęta dla identyfikacji epizodu wysokiego stężenia (próg epizodu) została przekroczona w trzech okresach (Tab. 11-5).

Tab. 11-5. Charakterystyka epizodów wysokich stężeń Pb oznaczanego w pyle zawieszonym PM10 w 2024 roku

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

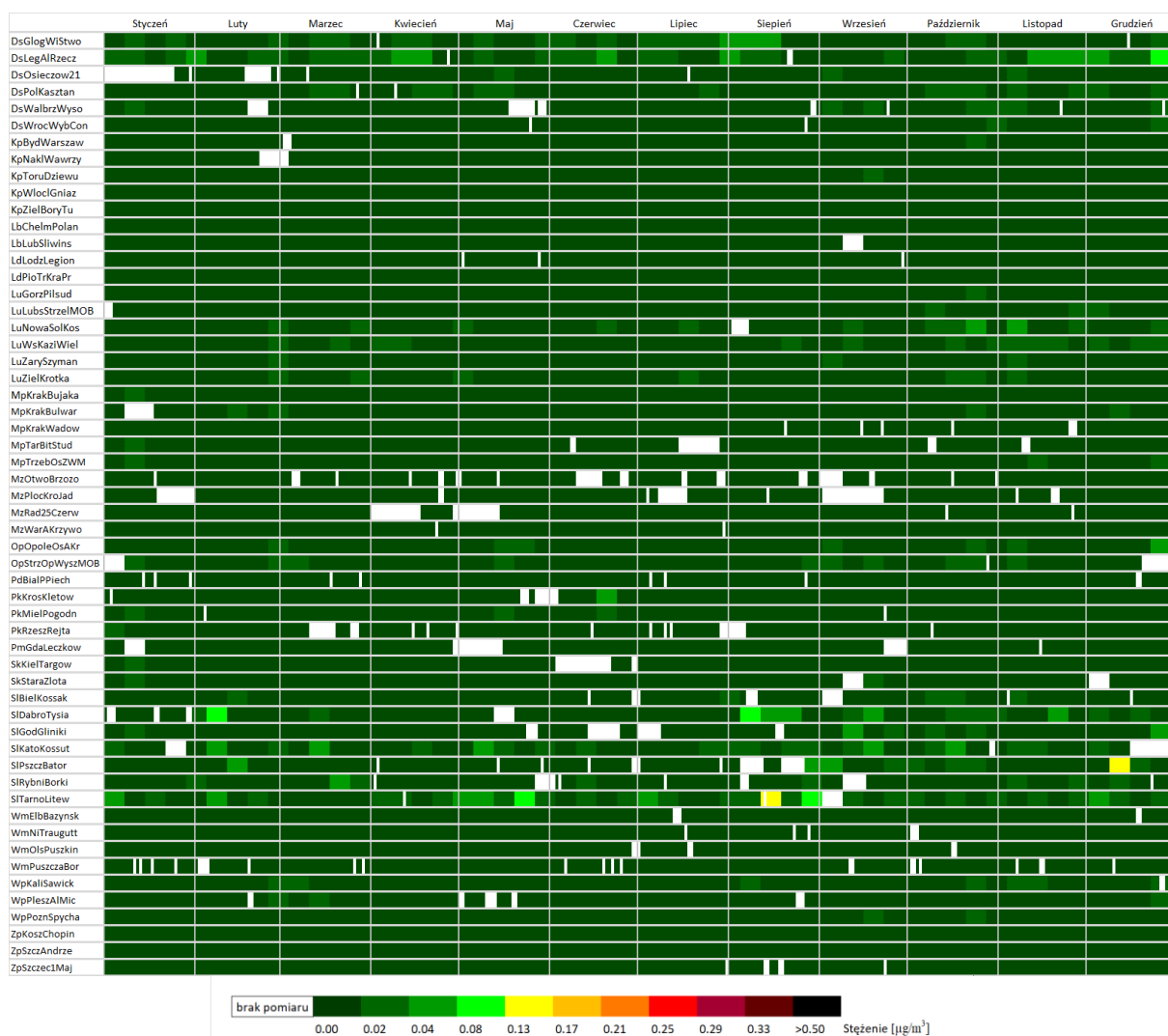
Epizod			Stężenie średnie dobowe podczas epizodu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
Nr	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu ($0,016 \mu\text{g}/\text{m}^3$) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2024-10-21 do 2024-10-27	7	17	0,003	0,013	0,044
2	od 2024-11-04 do 2024-11-10	7	13	0,001	0,013	0,065
3	od 2024-12-23 do 2024-12-29	7	13	0,001	0,013	0,100

Wszystkie trzy epizody, pomimo tego, że wystąpiły w różnych miesiącach w czwartym kwartale, pod względem charakterystyki były zbliżone do siebie, zarówno czasem trwania (7 dni), jak i stężeniem średnim i zbliżoną liczbą stacji, na których próg epizodu był przekroczony. We wszystkich trzech przypadkach zasięg epizodów ograniczył się do województw zachodnich i południowo-zachodnich.

Pierwszy epizod miał miejsce w październiku, gdy wysokie stężenia Pb w pyle zawieszonym PM10, przekraczające wartość progową ponad 2-krotnie, wystąpiły na pojedynczych stacjach pomiarowych w województwach dolnośląskim, lubuskim i śląskim (Rys. 11-7). W sumie wartość progowa została w czasie tego epizodu przekroczona na 17 stacjach.

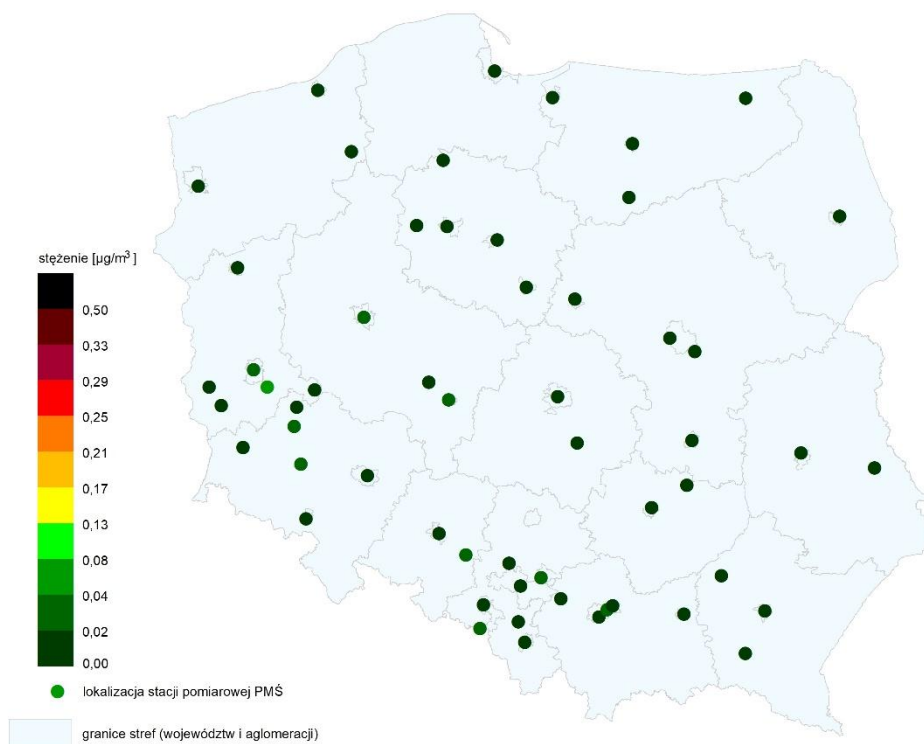
W przypadku drugiego epizodu, który wystąpił w listopadzie, wysokie stężenia Pb w pyle zawieszonym PM10, przekraczające wartość progową ponad 2-krotnie wystąpiły na stacjach pomiarowych zlokalizowanych w województwach lubuskim, dolnośląskim i śląskim, z maksimum wyższym 4 razy od wartości progowej na stacji w województwie lubuskim (Rys. 11-8).

Epizod trzeci, który miał miejsce pod koniec roku, objął swym zasięgiem 13 stacji, zlokalizowanych w województwach dolnośląskim (stacja z maksimum, najwyższym spośród wszystkich epizodów), lubuskim, wielkopolskim, opolskim, śląskim, małopolskim (Rys. 11-9).



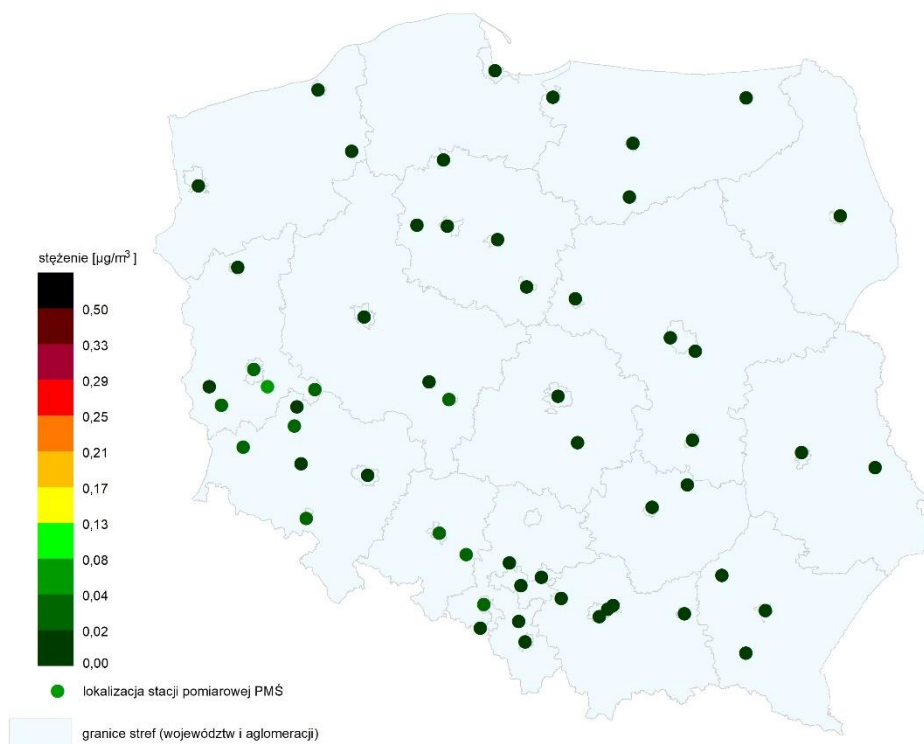
Rys. 11-6. Zmiany stężeń średnich dobowych ołowiu Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



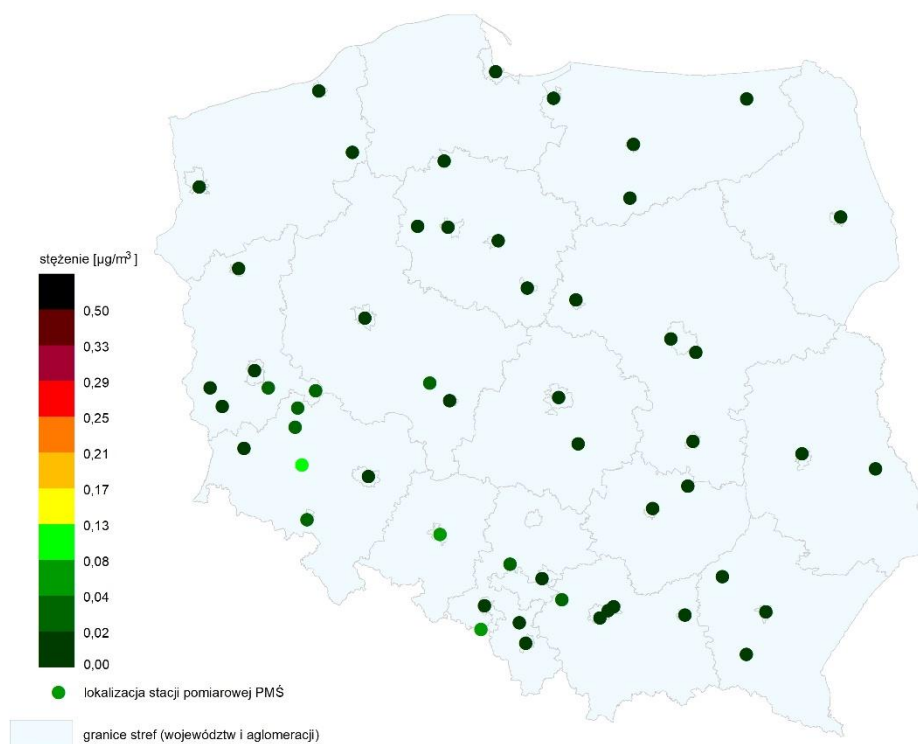
Rys. 11-7. Stężenia średnie ołowiu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w okresie epizodu wysokich stężeń (21-27.10.2024)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 11-8. Stężenia średnie ołowiu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w okresie epizodu wysokich stężeń (04-10.11.2024)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 11-8. Stężenia średnie ołowiu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w okresie epizodu wysokich stężeń (23-29.12.2024)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

12. Stężenia ozonu O₃

W niniejszym rozdziale przedstawiono podsumowanie wyników pomiarów stężeń ozonu (O₃) na stacjach PMŚ w Polsce w 2024 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2024. Ocenę wykonano z odniesieniem do określonych prawnie kryteriów ustanowionych w celu ochrony zdrowia, podanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2021 r. poz. 845).

Tab. 12-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza O₃

Kryterium	Okres uśredniania stężeń	Stężenie kryterialne [µg/m ³]	Wartość uwzględniona w ocenie [µg/m ³]****)	Parametr odpowiadający wartości normowanej
poziom docelowy	8 godzin ^{*)}	120 ^{**)}	120,5	Percentyl 93,2
poziom celu długoterminowego	8 godzin ^{*)}	120 ^{***)}	120,5	S8h(k)max
poziom informowania	1 godzina	180	180,5	S1h
poziom alarmowy	1 godzina	240	240,5	S1h

Objaśnienia

^{*)} stężenie 8-godz., wartość średnia krocząca obliczana ze stężeń 1-godz.

^{**)} maksymalne stężenie 8-godz. w ciągu doby, spośród średnich kroczących obliczanych co godzinę, dopuszcza się przekroczenie tego poziomu przez 25 dni w roku, 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 co najmniej z jednego roku

^{***)} najwyższa wartość maksimum dobowego ze stężeń 8-godz. kroczących w roku kalendarzowym

^{****)} zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu docelowego oraz poziomu celu długoterminowego sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego do całości.



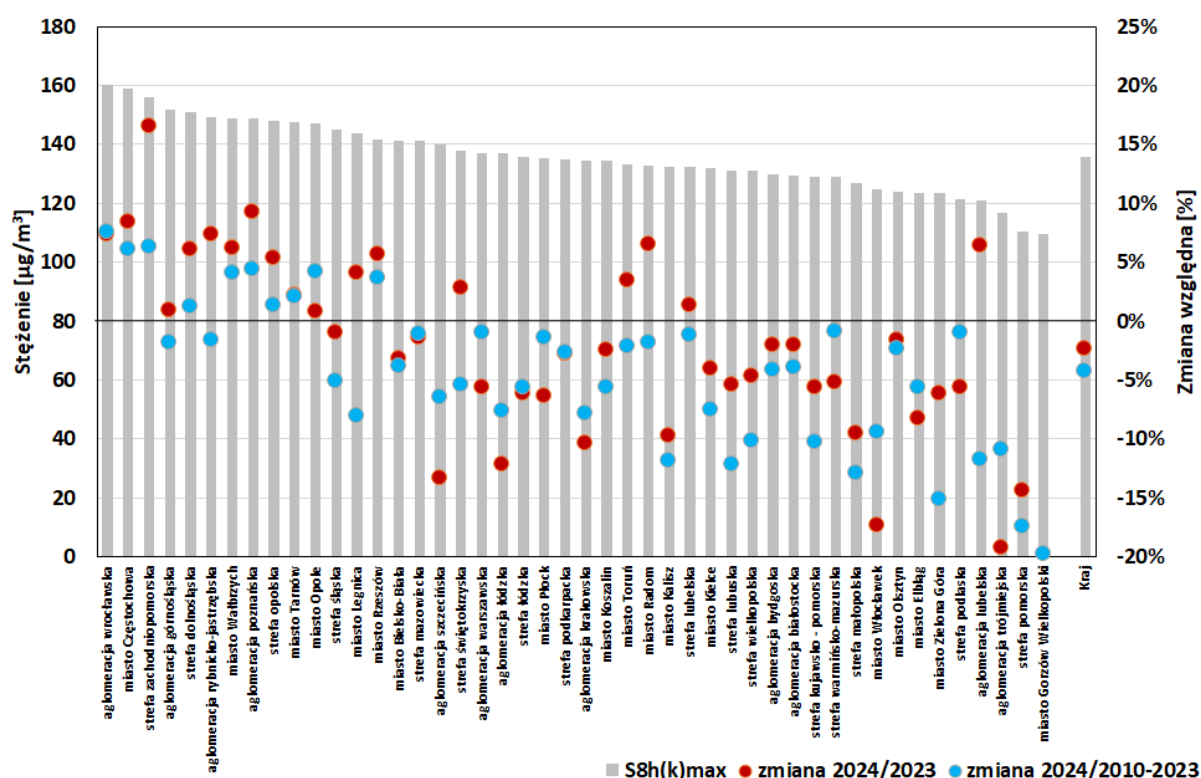
Rys. 12-1. Stacje pomiarowe ozonu O₃ w 2024 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Ocenę zanieczyszczenia powietrza ozonem w 2024 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 96 stanowisk pomiarowych, w tym 61 tła miejskiego, 12 podmiejskich oraz 23 pozamiejskich (Rys. 12-1).

12.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

Poniżej przedstawiono wyniki analiz dla ozonu w 2024 roku w zakresie wartości odniesionych do poziomu docelowego oraz poziomu celu długoterminowego w kraju oraz w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i zmian w stosunku do średniej z okresu 2010-2023. Ponadto przedstawiono relacje pomiędzy występującymi stężeniami na różnych typach stacji i w miastach o określonej kategorii liczby ludności.

Maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich kroczących ($S8h(k)max$) ozonu uśrednione na obszarze kraju z wartości średnich dla stref w 2024 roku wynosiło $166,8 \mu g/m^3$. Największe wartości średnie $S8h(k)max$, przekraczające $150 \mu g/m^3$, odnotowano dla aglomeracji wrocławskiej, Częstochowy, strefy zachodniopomorskiej, aglomeracji górnośląskiej oraz strefy dolnośląskiej (Rys. 12-2, Tab. 12-2). W przypadku 18 stref zanotowano wzrost wartości $S8h(k)max$ w 2024 roku stosunku do roku poprzedniego, największy (16,5%) w strefie zachodniopomorskiej. W przypadku pozostałych 28 stref, maksymalne dobowe stężenia 8-godz. spośród średnich kroczących spadły z roku na rok, najbardziej w Gorzowie Wielkopolskim (blisko -24,6%) - Rys. 12-2 i Tab. 12-2.



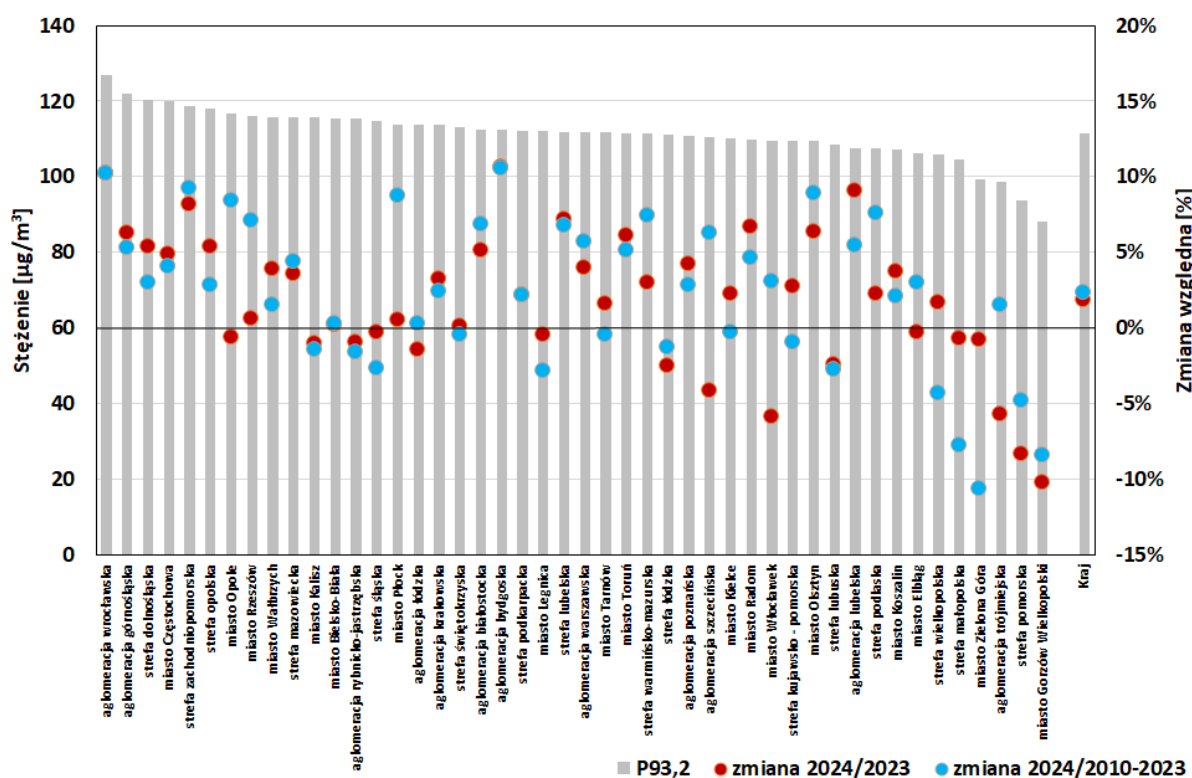
Rys. 12-2. Maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich kroczących ($S8h(k)max$) ozonu O_3 w 2024 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2023

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Odnosząc wartości S8h(k)max z 2024 r. do średnich z okresu 2010-2023 można zauważyć spadek stężeń O₃ na obszarach 36 stref, największy w strefie miasto Gorzów Wielkopolski (-19,8%). Wśród pozostałych 10 stref dla których odnotowano wyższą wartość dla 2024 roku w stosunku do obliczonej średniej z wielolecia, najwyższy wzrost (przekraczający 6%) dotyczył aglomeracji wrocławskiej (Rys. 12-2 i Tab. 12-2).

Przekroczenie poziomu celu długoterminowego zanotowano na 86 stanowiskach spośród 96 analizowanych. Przekroczenia tego poziomu nie wystąpiły jedynie na obszarach aglomeracji trójmiejskiej i w strefie miasto Gorzów Wielkopolski (Tab. 12-2).

Uśredniona wartość percentyla 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących O₃ (poziom docelowy) w 2024 roku na obszarze kraju z wartości uzyskanych w poszczególnych strefach wyniosła 111,3 µg/m³. Największe wartości średnie percentyla 93,2 przekraczające poziom 120 µg/m³ wystąpiły dla dwóch stref - aglomeracji wrocławskiej i górnośląskiej oraz strefy dolnośląskiej. Najniższe stężenia tego parametru nie przekraczające 100 µg/m³ odnotowano dla miast Gorzów Wielkopolski, Zielona Góra oraz strefy pomorskiej i aglomeracji trójmiejskiej (Rys. 12-2, Tab. 12-3).



Rys. 12-3. Percentyl 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O₃ w 2024 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2023

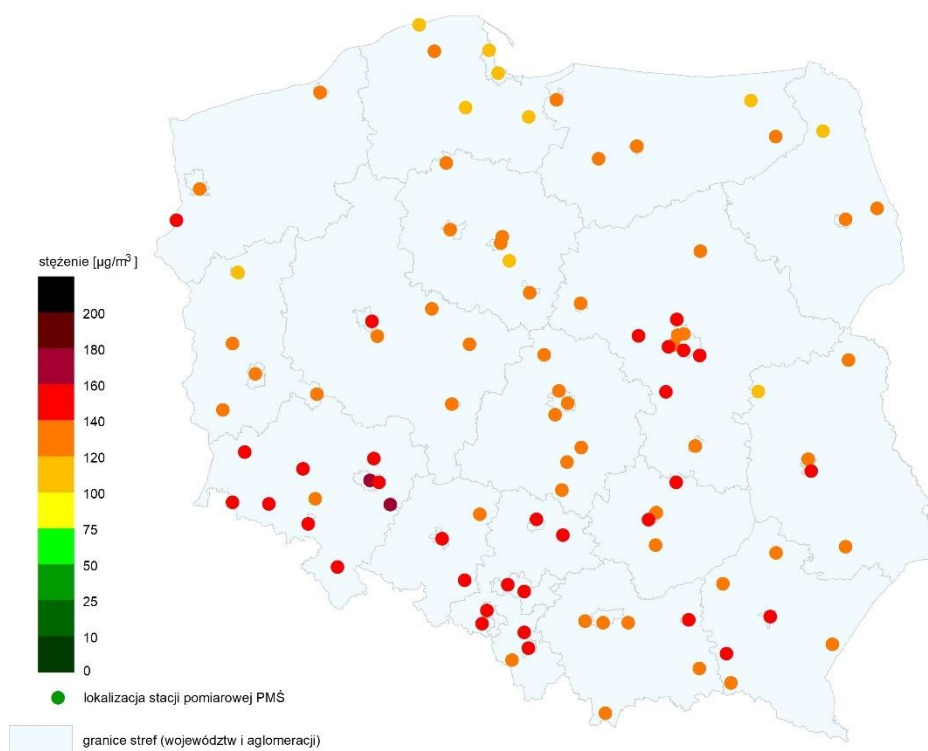
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

W przypadku większości stref (30 na 46) zanotowano wzrosty wartości percentyla 93,2 w roku 2024 w stosunku do roku poprzedniego. Największe wzrosty, przekraczające 10%, dotyczyły aglomeracji bydgoskiej i wrocławskiej. W przypadku pozostałych 16 stref, stężenia percentyla 93,2 spadły z roku na rok, a najbardziej widoczny spadek, przekraczający 10% dotyczył miasta Gorzów Wielkopolski (Tab. 12-3).

Podobna sytuacja miała miejsce w przypadku porównania wartości procentyla 93,2 w 2024 roku z uzyskaną średnią z okresu 2010-2023, gdzie dla większości stref (31) zanotowano wyższe wartości w roku 2024, gdzie najwyższy wzrost dotyczył ponowne aglomeracji bydgoskiej i wrocławskiej. Niższe wartości w roku 2024 w stosunku do wielolecia zanotowano dla 15 stref, a najwyższe, przekraczające 10% dotyczyły miasta Zielona Góra (Rys. 12-2 i Tab. 12-3).

Przekroczenie procentyla 93,2 zanotowano na 8 stacjach zlokalizowanych w 5 strefach – w aglomeracjach wrocławskiej i górnośląskiej oraz strefach dolnośląskiej, lubelskiej i świętokrzyskiej. Warto dodać, że na 4 stacjach działających w aglomeracji wrocławskiej i górnośląskiej oraz strefie dolnośląskiej zanotowano również przekroczenie poziomu docelowego dla wymaganej maksymalnej liczby dni (25) z przekroczeniem poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w ciągu 3 lat (Tab. 12-3).

Rozkład przestrzenny maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich koczających O_3 na poszczególnych stacjach w roku 2024 wykazuje na niewielkie zróżnicowanie wartości na stacjach PMŚ. Wysokie wartości obserwowane były w każdej części kraju z wyższymi stężeniami w południowej części Polski (Rys. 12-2 i 12-4).



Rys. 12-4. Maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich koczających ozonu O_3 na stacjach pomiarowych w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 12-2. Parametry jakości powietrza dla ozonu O₃ w 2024 r. (maksymalne stężenie średnie dobowe ze średnich kroczących S8h(k)max oraz SOMO35).

Kolorem czerwonym zaznaczono wzrosty stężeń

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie S8h(k)max [µg/m³]			Zmiana względna S8h(k)max [%]		Parametr SOMO35 [µg/m³ dzień]
			uwzględnionych w ocenie	z S8h(k)max > 120 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2024/2023	2024 / 2010-2023	
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	2	2	157,9	160,0	162,2	7,3%	7,5%	6833,2
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1	1	143,8	143,8	143,8	4,1%	-8,1%	4528,2
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1	1	148,8	148,8	148,8	6,2%	4,1%	5556,2
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	7	7	138,7	150,9	166,8	6,1%	1,3%	6329,4
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	1	1	129,9	129,9	129,9	-2,0%	-4,1%	3705,1
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1	1	133,2	133,2	133,2	3,4%	-2,2%	4393,8
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1	1	124,8	124,8	124,8	-17,4%	-9,5%	4070,8
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	3	2	117,7	129,0	135,9	-5,7%	-10,3%	3757,7
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1	1	121,0	121,0	121,0	6,3%	-11,8%	4445,8
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	4	3	118,6	132,1	143,5	1,3%	-1,2%	4633,4
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1	0	109,7	109,7	109,7	-24,6%	-19,8%	1145,7
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1	1	123,4	123,4	123,4	-6,2%	-15,2%	2736,5
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	3	3	123,5	130,9	135,5	-5,5%	-12,2%	3853,3
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	3	3	134,8	136,9	139,2	-12,2%	-7,6%	4653,2
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	4	4	135,1	135,9	137,0	-6,1%	-5,6%	4498,2
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	1	1	134,4	134,4	134,4	-10,5%	-7,8%	4538,5
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1	1	147,4	147,4	147,4	2,1%	2,0%	4807,4
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	4	4	122,7	126,8	130,1	-9,6%	-12,9%	3641,7
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	4	4	131,5	137,1	145,3	-5,7%	-1,0%	4284,3
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1	1	135,1	135,1	135,1	-6,4%	-1,5%	4696,4
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1	1	132,6	132,6	132,6	6,5%	-1,8%	4168,5
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6	6	136,8	141,0	144,3	-1,4%	-1,1%	4925,3
opolskie	PL1601	miasto Opole	1	1	147,3	147,3	147,3	0,8%	4,2%	5440,0
opolskie	PL1602	strefa opolska	2	2	139,5	148,1	156,7	5,3%	1,3%	5069,1
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1	1	141,5	141,5	141,5	5,6%	3,6%	5367,2
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	5	5	124,8	134,7	148,6	-2,8%	-2,7%	4866,5
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	1	1	129,2	129,2	129,2	-2,1%	-4,0%	4543,9
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	2	1	117,3	121,4	125,5	-5,6%	-1,0%	3742,2
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	2	0	113,8	116,8	119,8	-19,2%	-10,9%	2814,3
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	4	1	102,6	110,3	123,2	-14,4%	-17,5%	1899,8
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	2	2	149,7	151,8	153,9	0,9%	-1,8%	5860,1
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	1	1	149,2	149,2	149,2	7,3%	-1,6%	5167,0

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie S8h(k)max [µg/m³]			Zmiana względna S8h(k)max [%]		Parametr SOM035 [µg/m³ dzień]
			uwzględnionych w ocenie	z S8h(k)max > 120 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2024/2023	2024 / 2010-2023	
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1	1	141,3	141,3	141,3	-3,2%	-3,8%	5358,0
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1	1	158,7	158,7	158,7	8,3%	6,0%	5130,7
śląskie	PL2405	strefa śląska	4	4	138,2	144,8	151,1	-1,1%	-5,1%	5231,9
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1	1	132,0	132,0	132,0	-4,1%	-7,5%	4431,5
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	3	3	130,1	138,0	143,2	2,8%	-5,5%	4770,7
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1	1	123,8	123,8	123,8	-1,6%	-2,3%	4115,7
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1	1	123,5	123,5	123,5	-8,3%	-5,7%	3774,1
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	3	2	119,5	128,9	136,8	-5,2%	-0,9%	4351,5
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	1	1	148,8	148,8	148,8	9,2%	4,3%	4056,3
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1	1	132,4	132,4	132,4	-9,7%	-11,9%	5107,5
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	3	3	122,3	130,9	136,4	-4,8%	-10,2%	3308,3
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	1	1	139,9	139,9	139,9	-13,3%	-6,6%	4464,1
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1	1	134,4	134,4	134,4	-2,5%	-5,6%	4151,1
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1	1	156,0	156,0	156,0	16,5%	6,3%	5531,7
Kraj			96	86	102,6	135,8	166,8	-2,4%	-4,3%	4451,2

Tab. 12-3. Parametry jakości powietrza dla ozonu O₃ w 2024 r. (percentyl 93,2 z maksymalnych stężeń średnich dobowych ze średnich kroczących S8h(k)max).

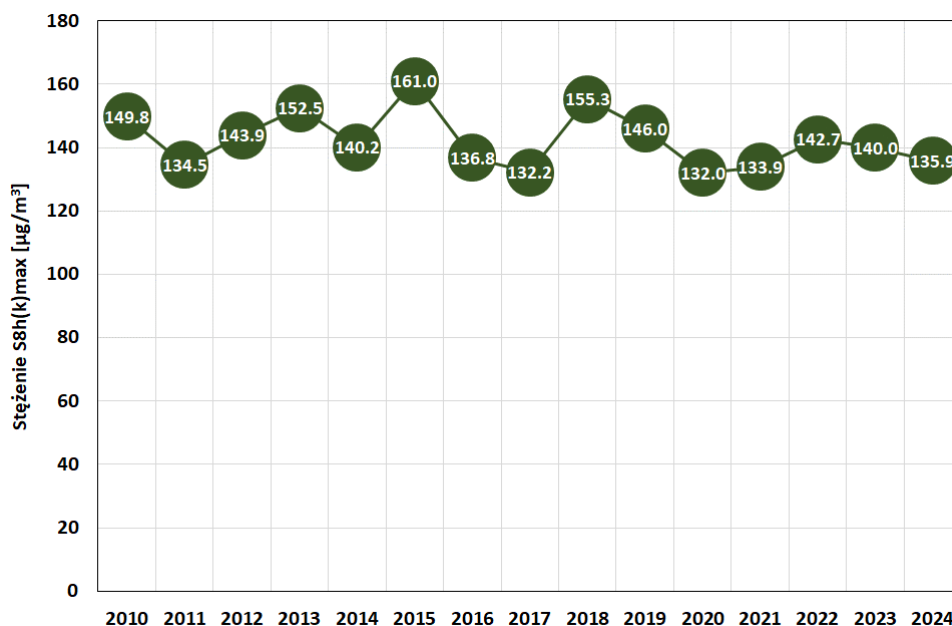
Kolorem czerwonym zaznaczono wzrosty stężeń

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie P93,2 [µg/m³]			Zmiana względna P93,2 [%]		Liczba dni [-] ze stężeniem >120 µg/m³ w ciągu 3 lat		
			uwzględnionych w ocenie	z P93,2 > 120 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2024/2023	2024 / 2010-2023	Min.	Śred.	Maks.
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	2	2	121,5	126,8	132,0	10,2%	10,2%	22,3	27,7	33,0
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		112,1	112,1	112,1	-0,5%	-2,8%	14,0	14,0	14,0
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		115,8	115,8	115,8	3,9%	1,5%	14,0	14,0	14,0
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	7	3	113,5	120,4	130,1	5,3%	3,0%	15,0	23,3	38,7
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	1		112,3	112,3	112,3	10,6%	10,5%	4,0	4,0	4,0
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		111,5	111,5	111,5	6,1%	5,1%	5,3	5,3	5,3
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		109,6	109,6	109,6	-5,9%	3,0%	7,0	7,0	7,0
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	3		103,3	109,6	116,3	2,7%	-1,0%	5,7	8,0	11,0
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1		107,7	107,7	107,7	9,0%	5,4%	4,0	4,0	4,0
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	4	1	102,9	111,7	121,2	7,1%	6,7%	0,7	5,6	14,5
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		88,1	88,1	88,1	-10,3%	-8,5%	5,0	5,0	5,0
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		99,3	99,3	99,3	-0,8%	-10,6%	8,5	8,5	8,5

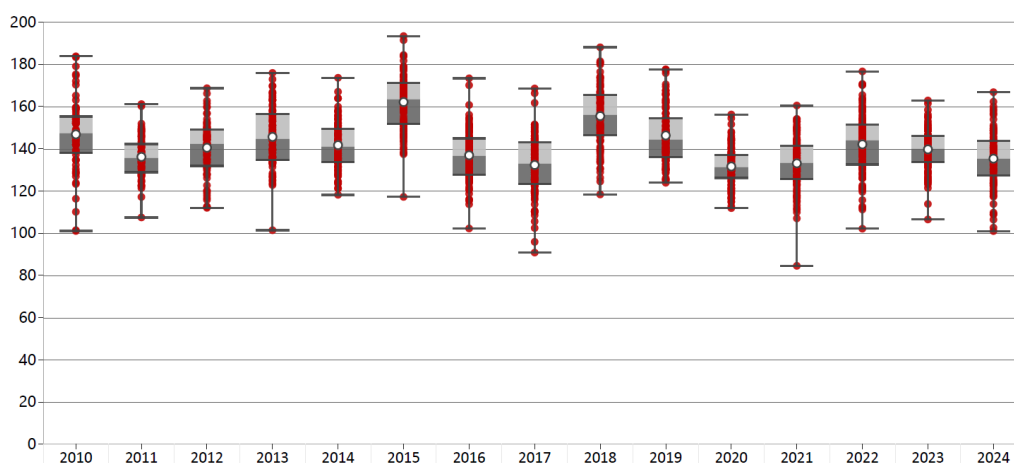
Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie P93,2 [µg/m³]			Zmiana względna P93,2 [%]		Liczba dni [-] ze stężeniem >120 µg/m³ w ciągu 3 lat		
			uwzględnionych w ocenie	z P93,2 > 120 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2024/2023	2024 / 2010-2023	Min.	Śred.	Maks.
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	3		103,6	108,6	112,7	-2,4%	-2,8%	7,3	13,7	19,7
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	3		113,1	113,9	114,5	-1,5%	0,2%	7,7	10,9	13,7
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	4		107,9	111,1	113,9	-2,5%	-1,3%	7,3	11,5	15,0
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	1		113,7	113,7	113,7	3,2%	2,4%	12,7	12,7	12,7
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		111,7	111,7	111,7	1,5%	-0,5%	11,0	11,0	11,0
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	4		99,4	104,7	110,4	-0,7%	-7,8%	2,0	7,0	9,7
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	4		107,6	111,7	116,9	4,0%	5,7%	4,7	7,3	14,0
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		113,9	113,9	113,9	0,5%	8,8%	10,7	10,7	10,7
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		109,8	109,8	109,8	6,6%	4,6%	2,7	2,7	2,7
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6		108,4	115,7	119,6	3,5%	4,4%	4,0	10,8	17,0
opolskie	PL1601	miasto Opole	1		116,6	116,6	116,6	-0,6%	8,4%	19,5	19,5	19,5
opolskie	PL1602	strefa opolska	2		115,9	117,9	120,0	5,3%	2,8%	16,5	18,8	21,0
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		115,9	115,9	115,9	0,6%	7,0%	11,3	11,3	11,3
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	5		108,3	112,1	115,1	2,2%	2,2%	5,7	10,5	14,5
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	1		112,4	112,4	112,4	5,1%	6,8%	6,0	6,0	6,0
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	2		104,4	107,4	110,4	2,2%	7,5%	1,3	2,0	2,7
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	2		95,1	98,6	102,1	-5,7%	1,5%	2,7	3,3	4,0
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	4		84,7	93,7	107,9	-8,3%	-4,8%	0,5	1,7	3,0
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	2	1	120,4	122,0	123,6	6,2%	5,3%	18,3	28,2	38,0
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	1		115,3	115,3	115,3	-1,0%	-1,6%	18,7	18,7	18,7
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		115,3	115,3	115,3	0,2%	0,3%	17,0	17,0	17,0
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1		119,9	119,9	119,9	4,9%	4,0%	18,7	18,7	18,7
śląskie	PL2405	strefa śląska	4		112,0	114,8	117,9	-0,3%	-2,7%	14,0	16,1	20,0
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1		110,1	110,1	110,1	2,2%	-0,3%	5,3	5,3	5,3
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	3	1	107,1	113,0	120,5	0,1%	-0,5%	8,0	14,2	25,0
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		109,4	109,4	109,4	6,3%	8,8%	4,7	4,7	4,7
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		106,3	106,3	106,3	-0,3%	3,0%	4,3	4,3	4,3
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	3		108,4	111,4	116,3	3,0%	7,4%	2,0	4,4	6,0
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	1		110,8	110,8	110,8	4,2%	2,8%	10,5	10,5	10,5
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		115,6	115,6	115,6	-1,1%	-1,4%	18,0	18,0	18,0
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	3		101,5	105,9	112,3	1,7%	-4,4%	3,3	7,7	13,7
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	1		110,4	110,4	110,4	-4,2%	6,2%	12,0	12,0	12,0
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		107,1	107,1	107,1	3,7%	2,1%	7,5	7,5	7,5
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		118,7	118,7	118,7	8,1%	9,2%	16,7	16,7	16,7
Kraj			96	8	84,7	111,3	132,0	1,8%	2,3%	0,5	10,9	38,7

Analiza zmian stężeń maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących O_3 w całym okresie 2010-2024 wykazała nieistotną statystycznie niewielką tendencję malejącą przy znacznych wahaniami rocznych (Rys. 12-5a). Amplituda maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących w okresie 2010-2024 wyniosła $29,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Warto zaznaczyć, że w latach 2010-2013 pomiary O_3 były prowadzone na 19-32 stacjach w kraju, w latach 2014-2015 na 74-75, a od roku 2016 już na 98-104, co może mieć wpływ na uzyskany obraz zmian w czasie. Rozkłady statystyczne stężeń na poszczególnych stacjach pomiarowych w latach 2010-2024 wskazują na znaczną rozpiętość stężeń, a szczególności występowanie lokalnie wartości znacznie wyższych od wartości średnich (Rys. 12-5b).



Rys. 12-5a. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w Polsce w okresie 2010-2024

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 12-5b. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących (w $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ozonu O_3 w Polsce w okresie 2010-2024 na stacjach pomiarowych

Wykres pudełkowy przedstawia parametry rozkładu statystycznego stężeń: wartość średnią (biała kropka „w pudełku”), 1 i 3 kwartyl (dolna i górna krawędź „pudełka”), medianę (poziom pomiędzy jasno i ciemno szarym obszarem „pudełka”), minimum i maksimum (wąsy) oraz stężenia na pojedynczych stacjach (czerwone kropki).

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

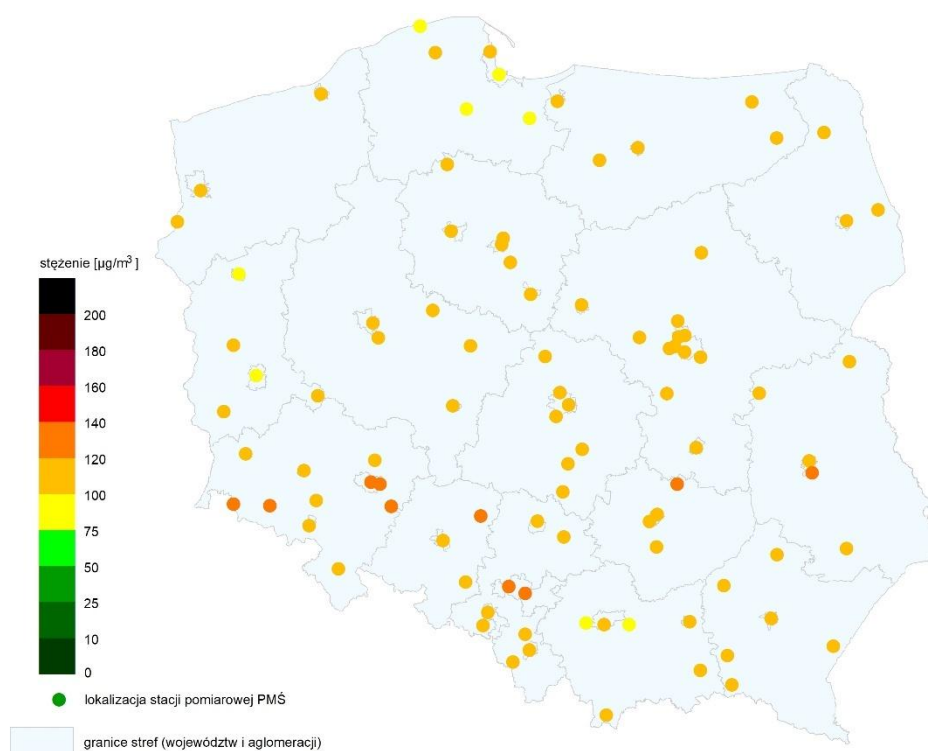
Najwyższe stężenia maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących w okresie 2010-2024 były notowane na stacjach podmiejskich. W 2024 roku stężenia na stacjach miejskich i podmiejskich były praktycznie identyczne (Tab. 12-4).

Tab. 12-4. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących O_3 w latach 2010-2024 z uwzględnieniem typów stacji

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

Typ stacji	Stężenie S8h(k)max [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
miejska	151,8	134,1	143,1	154,4	138,6	159,5	136,2	130,6	153,4	144,9	131,5	133,7	141,7	140,4	136,6
podmiejska	138,9	123,8	144,3	150,8	146,1	165,4	137,8	136,7	160,3	150,3	136,2	140,6	150,5	140,4	134,5
pozamiejska	147,8	143,7	148,4	148,6	142,3	164,9	138,4	134,7	158,9	147,5	131,2	131,1	141,6	138,6	134,6

Rozkład przestrzenny wartości percentyla 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących O_3 na poszczególnych stacjach w roku 2024 wykazuje na podobne zależności, jak w przypadku parametru S8h(k)max, z zaznaczoną mniejszą zmiennością wartości pomiędzy stacjami (Rys. 12-3 i 12-6).



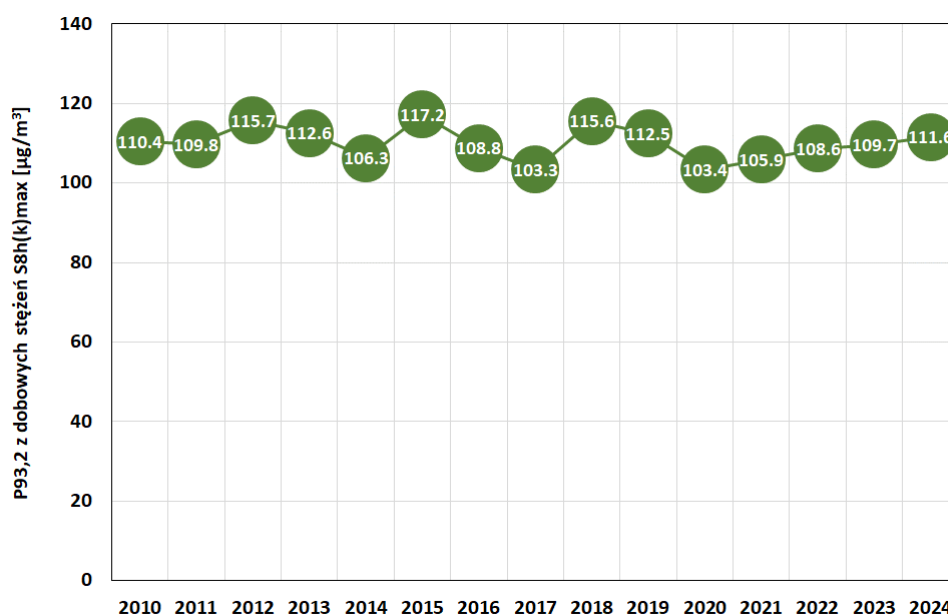
Rys. 12-6. Percentyl 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 na stacjach pomiarowych w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

Zmiany wartości percentyla 93,2 obliczonego na podstawie maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących O_3 w okresie 2010-2024 wykazywały podobne zależności, jak w przypadku maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących, z nieistotnym statystycznie spadkiem (Rys. 12-7a). Amplituda percentyla 93,2 w okresie

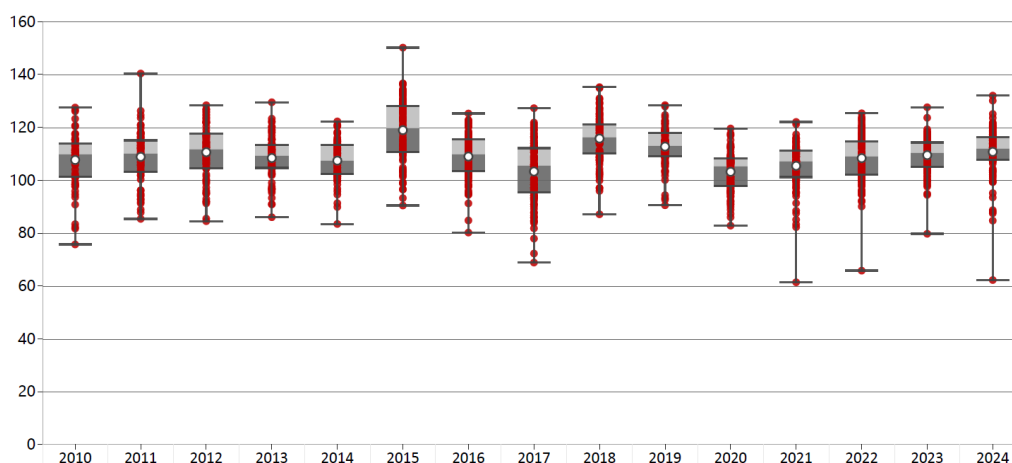
2010-2024 była jednak niższa niż w przypadku S8h(k)max i wyniosła 13,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ przy zmiennej liczbie stacji, jak opisano wcześniej.

Rozkłady statystyczne stężeń na poszczególnych stacjach pomiarowych w latach 2010-2024 wskazują na znaczną rozpiętość stężeń, a szczególności występowanie lokalnie wartości znacznie wyższych oraz niższych od wartości średnich (Rys. 12-7b).



Rys. 12-7a. Zmiany percentyla 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w Polsce w okresie 2010-2024

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 12-7b. Zmiany percentyla 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w Polsce w okresie 2010-2024 na stacjach pomiarowych

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Zależności w zakresie zmienności stężeń z uwzględnieniem typu stacji wskazują na wyższe wartości na stacjach pozamiejskich niż w miastach, przy czym różnice pomiędzy typami stacji w 2024 roku były niewielkie (Tab. 12-5).

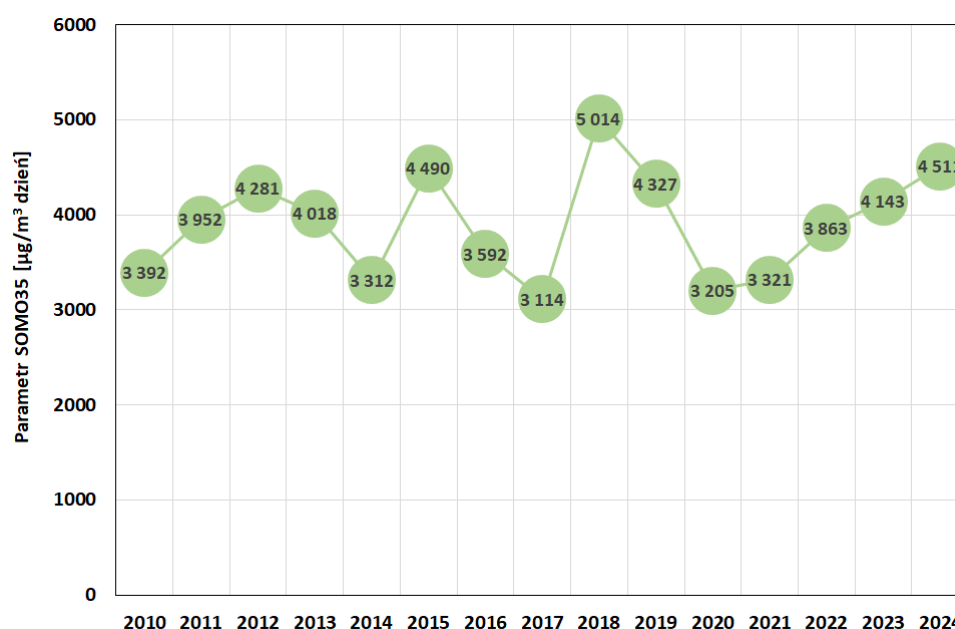
Tab. 12-5. Zmiany percentyla 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w latach 2010-2024 z uwzględnieniem typów stacji

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Stężenie percentyla 93,2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
miejska	109,8	109,5	115,2	111,2	104,6	115,9	107,6	102,1	114,0	111,2	102,7	104,7	107,6	109,8	112,0
podmiejska	108,2	102,1	116,5	113,7	112,1	119,8	112,0	106,5	119,0	116,3	106,1	111,0	112,5	108,2	109,4
pozamiejska	115,0	116,0	117,6	115,6	108,8	121,0	111,1	105,6	119,0	114,8	104,0	107,2	109,7	109,9	111,6

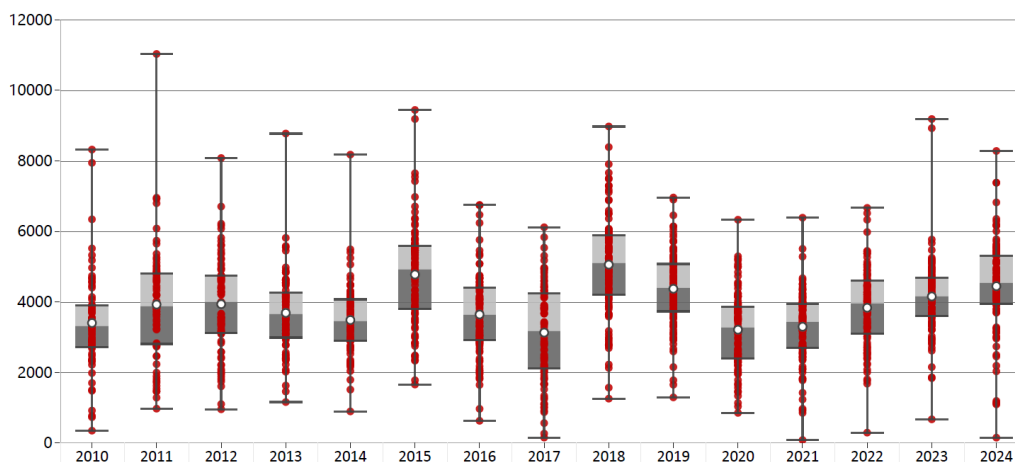
Jednym ze wskaźników stosowanych w ocenach zagrożenia dla zdrowia wynikającego z narażenia na ekspozycję na ozon jest parametr SOMO35. Jego wartość oblicza się na podstawie maksimów dziennych ze stężeń 8-godz., jako sumę różnic pomiędzy wartością tego stężenia, a wartością $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (35 ppb), dla każdego dnia w roku. Stężenie graniczne $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wynika z publikowanych badań epidemiologicznych w Wytycznych Światowej Organizacji Zdrowia. Parametr SOMO35 uśredniony na obszarze kraju z wartości średnich dla stref wyniósł w 2024 roku $4451,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na dzień, zaś z pojedynczych stacji - $4511,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na dzień. Największe wartości SOMO35, przekraczające $6000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na dzień, odnotowano dla aglomeracji wrocławskiej oraz strefy dolnośląskiej, zaś najmniejsze, nieprzekraczające $2000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na dzień w mieście Gorzów Wielkopolski oraz strefie pomorskiej (Tab. 12-2). Analiza zmian parametru SOMO35 w okresie 2010-2024 wykazywała znacznie wyraźniej zarysowane zmiany, niż w przypadku parametrów omawianych wcześniej, przy amplitudzie w wieloletiu wynoszącej $1900 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na dzień (Rys. 12-8a).

Rozkłady statystyczne stężeń na poszczególnych stacjach pomiarowych w latach 2010-2024 wskazują na znaczną rozpiętość stężeń, a szczególności występowanie lokalnie wartości znacznie wyższych oraz niższych od wartości średnich (Rys. 12-8b).



Rys. 12-8a. Zmiany parametru SOMO35 dla ozonu O_3 w Polsce w okresie 2010-2024

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 12-8b. Zmiany parametru SOMO35 (w $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na dzień) dla ozonu O_3 w Polsce w okresie 2010-2024 na stacjach pomiarowych

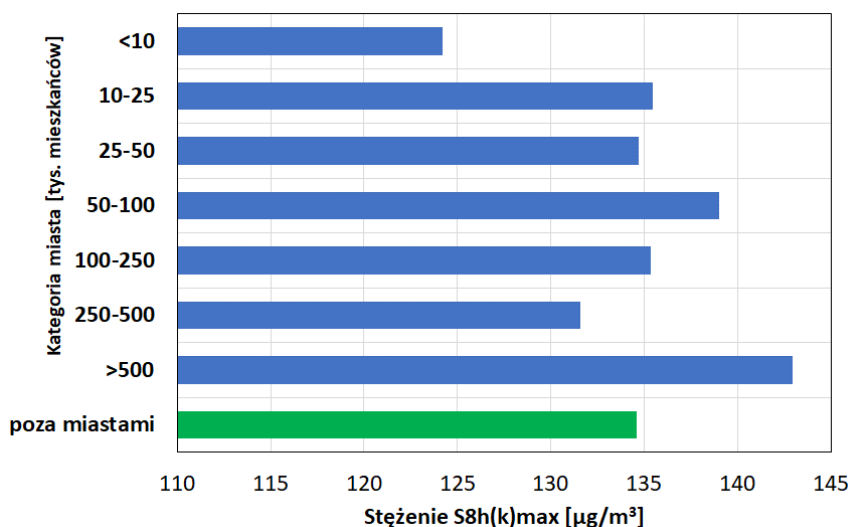
Wykres pudełkowy przedstawia parametry rozkładu statystycznego stężeń: wartość średnią (biała kropka „w pudełku”), 1 i 3 kwartył (dolna i górna krawędź „pudełka”), medianę (poziom pomiędzy jasno i ciemno szarym obszarem „pudełka”), minimum i maksimum (wąsy) oraz stężenia na pojedynczych stacjach (czerwone kropki).

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

12.2. Jakość powietrza w miastach

Przeprowadzona analiza różnic uśrednionych maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących O_3 dla miast w poszczególnych kategoriach liczebności populacji w 2024 roku wykazała, że najniższe wartości obserwowano w najmniejszych miastach (o liczbie mieszkańców poniżej 10 tys.) oraz w miastach dużych liczących 250-500 tys. mieszkańców. Miasta o najwyższym stężeniu, to duże aglomeracje z liczbą mieszkańców przekraczającą 0,5 mln. (Rys. 12-9).

Średnie stężenia S8h(k)max dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały różne zależności w okresie 2010-2024 (Tab. 12-6).



Rys. 12-9. Maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2024 r.

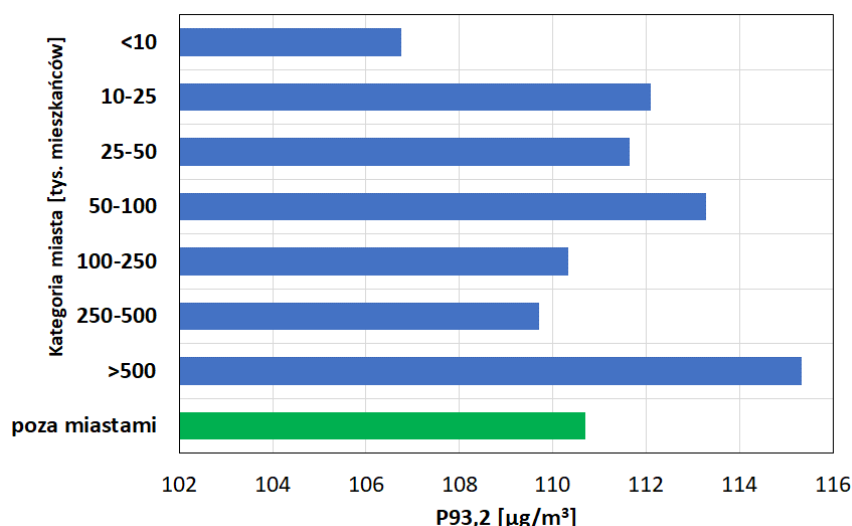
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 12-6. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu (O₃) w latach 2010-2024 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Kategoria miasta	Stężenie S8h(k)max [µg/m ³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
>500	141,2	133,6	128,4	143,7	137,5	162,2	142,9	133,4	157,2	142,9	140,1	139,2	142,6	146,8	143,0
250-500	144,7	123,8	151,5	158,0	141,9	153,8	131,9	129,3	142,3	143,6	132,2	131,4	135,9	139,0	131,6
100-250	154,5	131,7	148,6	156,7	135,4	158,3	135,6	128,1	153,1	146,1	130,1	133,7	146,5	139,6	135,3
50-100	147,3	135,4	125,9	147,4	143,5	166,4	137,7	137,7	157,8	146,1	132,6	133,4	139,0	143,4	139,0
25-50	165,1	143,9	156,8	171,0	142,0	157,8	136,2	130,3	150,6	141,3	130,5	134,9	139,2	137,7	134,7
10-25			145,1	145,1	142,8	161,5	131,3	126,1	156,3	141,2	129,2	131,8	143,8	139,6	135,4
<10			148,7	157,7	141,5	158,5	142,8	133,4	155,4	160,6	131,0	143,2	147,9	131,1	124,2
obszar poza miastami	147,8	143,7	148,4	148,6	141,6	164,9	137,7	135,7	160,1	150,0	131,9	132,3	144,4	138,8	134,6

Identyczne zależności dla miast w poszczególnych kategoriach liczebności populacji w zakresie poziomów stężeń w 2024 roku uzyskano dla uśrednionych stężeń percentyla 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących O₃. Najniższe stężenia obserwowano dla miast najmniejszych (o liczbie mieszkańców poniżej 10 tys.) oraz w miastach dużych (liczących 250-500 tys. mieszkańców), zaś najwyższe – w aglomeracjach (Rys. 12-10).



Rys. 12-10. Percentyl 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu (O₃) w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 12-7. Zmiany percentyla 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O₃ w latach 2010-2024 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

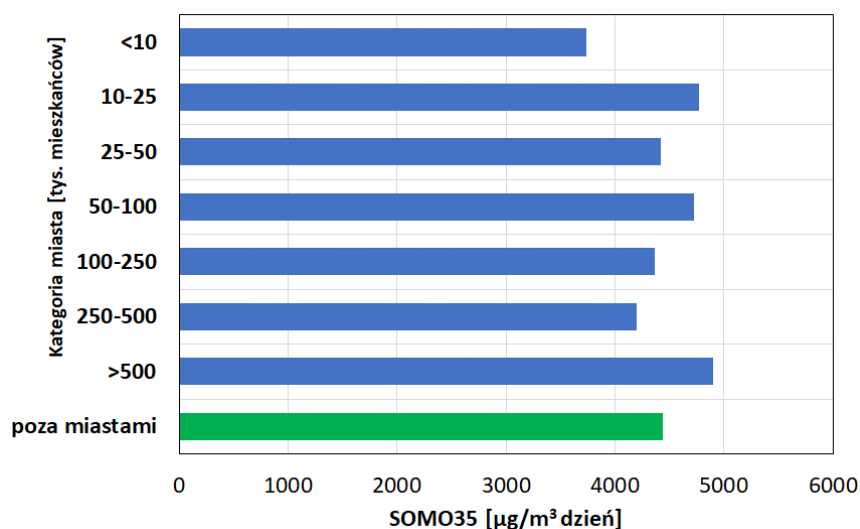
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Kategoria miasta	Stężenie percentyla 93,2 [µg/m ³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
>500	104,1	105,7	107,8	107,6	104,7	117,4	112,1	103,0	117,0	112,7	104,2	109,6	108,7	110,5	115,3
250-500	109,2	104,7	113,8	111,6	101,9	110,0	101,3	96,6	107,0	105,4	100,0	97,0	101,5	106,8	109,7
100-250	112,2	109,3	117,7	111,6	104,7	116,0	106,0	100,8	112,7	111,2	102,9	105,9	108,3	109,1	110,3
50-100	109,2	106,7	106,1	110,7	109,0	119,5	110,2	106,5	118,7	114,1	104,0	104,9	107,9	112,5	113,3
25-50	111,4	116,9	124,8	114,4	104,1	115,9	107,7	102,3	112,0	109,5	101,7	104,6	107,6	109,6	111,6
10-25			123,8	116,7	108,7	118,7	107,1	100,9	116,1	112,9	102,2	105,4	110,2	109,5	112,1
<10			122,0	115,8	103,9	111,3	112,9	104,3	117,5	115,6	103,5	107,5	112,9	105,2	106,8
obszar poza miastami	115,0	116,0	117,6	115,6	109,5	121,0	111,3	106,9	119,2	115,4	104,9	108,0	110,3	109,6	110,7

Średnie roczne stężenia percentyla 93,2 dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały różne zmienność w okresie 2010-2024 (Tab. 12-7).

W przypadku parametru SOMO35 w 2024 roku uzyskano zbliżone zależności pomiędzy klasami liczebności populacji miast do percentyla 93,2. Najwyższe wartości SOMO35 obserwowano dla miast dużych (50-100 tys. mieszkańców) i obszarów pozamiejskich, przy znacznie mniejszych różnicach pomiędzy aglomeracjami i miastami (Rys. 12-11).

Podobnie jak w przypadku innych paramentów O_3 , zależności pomiędzy kategoriami miast w okresie 2010-2024 dla parametru SOMO były różne (Tab. 12-8).



Rys. 12-11. Parametr SOMO35 dla ozonu O_3 w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 12-8. Zmiany parametru SOMO35 dla ozonu O_3 w latach 2010-2024 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

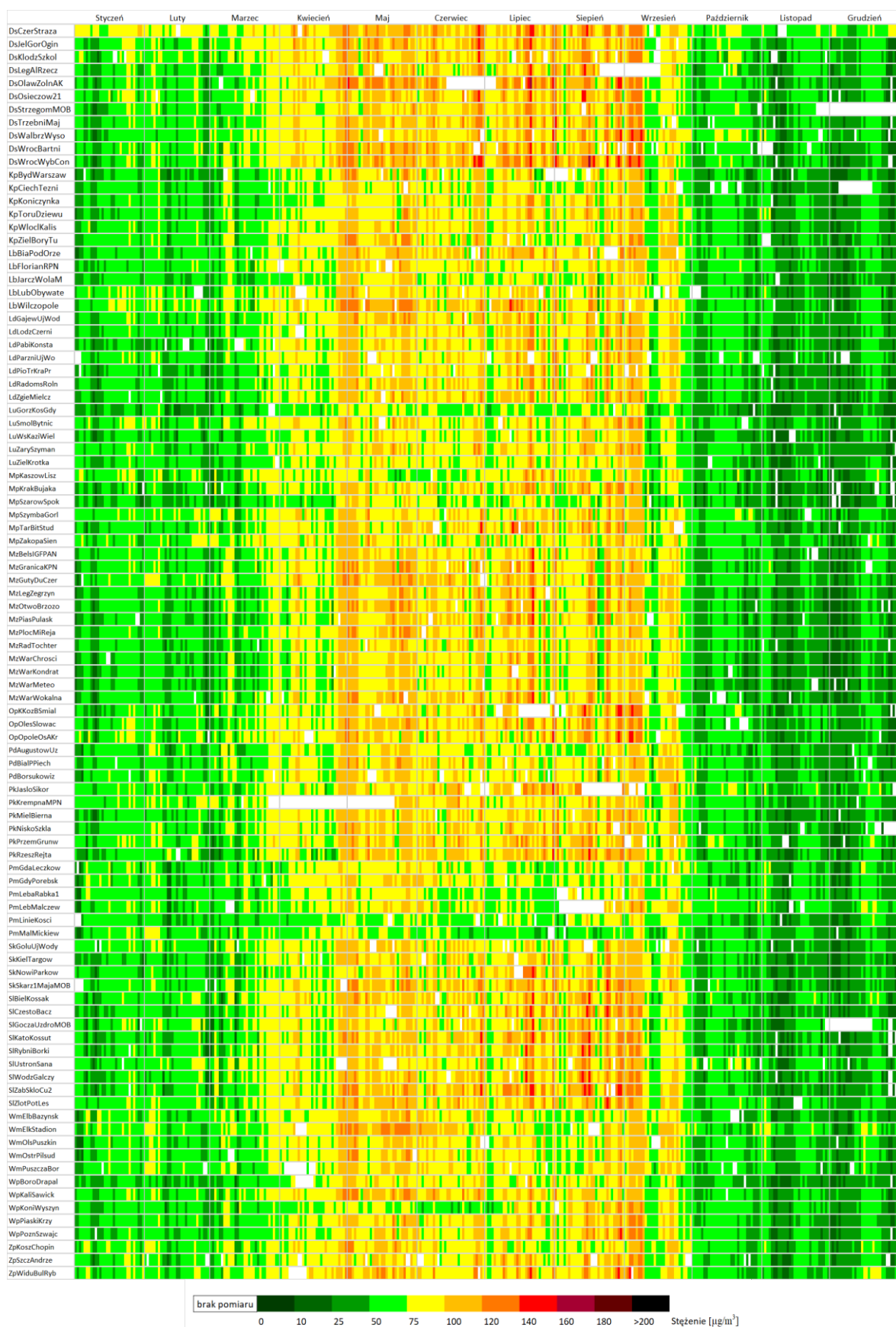
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Kategoria miasta	Stężenie SOMO35 [µg/m³ dzień]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
>500	2605	3202	3136	3310	2697	4110	3642	2683	5010	4195	3128	3461	3530	4072	4901
250-500	3288	3019	4073	3938	2855	3551	2526	2311	3458	3229	2779	2311	2979	3781	4202
100-250	3462	3886	4420	3740	2977	4136	3151	2639	4477	4107	3103	3306	3864	3974	4364
50-100	3455	3361	2745	3767	3537	4812	3730	3494	5430	4562	3398	3160	3768	4502	4727
25-50	3269	4880	5443	3753	3190	4440	3660	3082	4639	4109	2982	3227	3745	4085	4426
10-25			6164	4555	3786	4679	3452	2825	5039	4430	3003	3211	3839	4104	4776
<10			4955	4837	3492	4598	4386	3334	5593	4471	3378	3728	4338	3424	3738
obszar poza miastami	4343	5327	4974	4638	3812	5146	4022	3765	5705	4781	3422	3663	4254	4306	4441

12.3. Epizody wysokich stężeń

Przeprowadzona analiza rozkładów maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących wykazała, że w 2024 r. epizody wysokich stężeń dla O_3 przy założonych kryteriach nie wystąpiły (wartości powyżej wyznaczonego statystycznie progu wystąpienia epizodu wysokich stężeń na poziomie $145,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez co najmniej 3 kolejne doby). Taką sytuację potwierdzają przedstawione graficznie wartości rozkładu dobowego stężeń na rysunku 12-12. Na tym wykresie graficznie pokazano przebieg maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących w 2024 roku na analizowanych stacjach pomiarowych. Dla poszczególnych stanowisk każda wartość stężenia dobowego oznaczona jest odpowiednim kolorem, który zależy od wysokości stężenia - zgodnie ze skalą kolorów pokazaną w legendzie na dole rysunku. Miejsce puste (kolor biały) oznaczają, że dla danej doby brak jest wyniku pomiaru.

Przeprowadzona analiza wykazała, że w 2024 roku występują natomiast dwa okresy podwyższonych stężeń, przekraczających 150% wartości średniej krajowej parametru $S8h(k)_{\text{max}}$ (wyznaczony poziom $109,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Okresy podwyższonych stężeń wystąpiły na przełomie kwietnia i maja oraz na początku września (Tab. 12-9).



Rys. 12-12. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

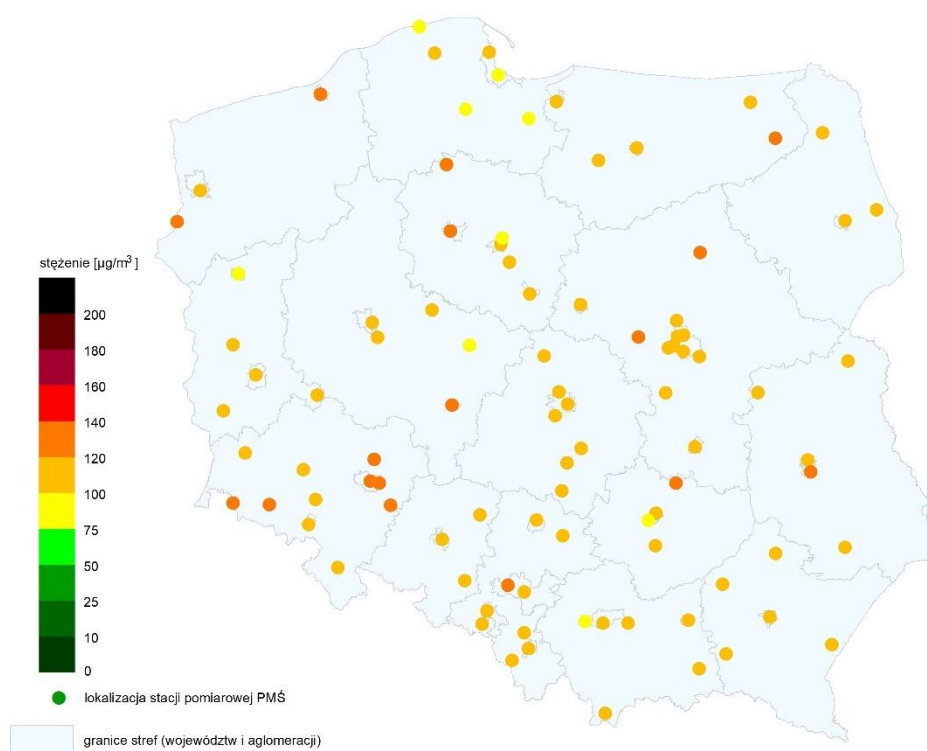
Tab. 12-9. Charakterystyka epizodów podwyższonych stężeń ozonu O_3 w 2024 roku

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Epizod podwyższonych stężeń			Stężenie S8h(k)max podczas epizodu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu ($109,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2024-04-30 do 2024-05-03	4	66	79,39	112,39	140,44
2	od 2024-09-03 do 2024-09-08	6	60	73,55	112,87	156,03

Oba epizody podwyższonych stężeń, pomimo tego, że wystąpiły w różnych i odległych od siebie okresach, to pod względem charakterystyki były bardzo zbliżone do siebie

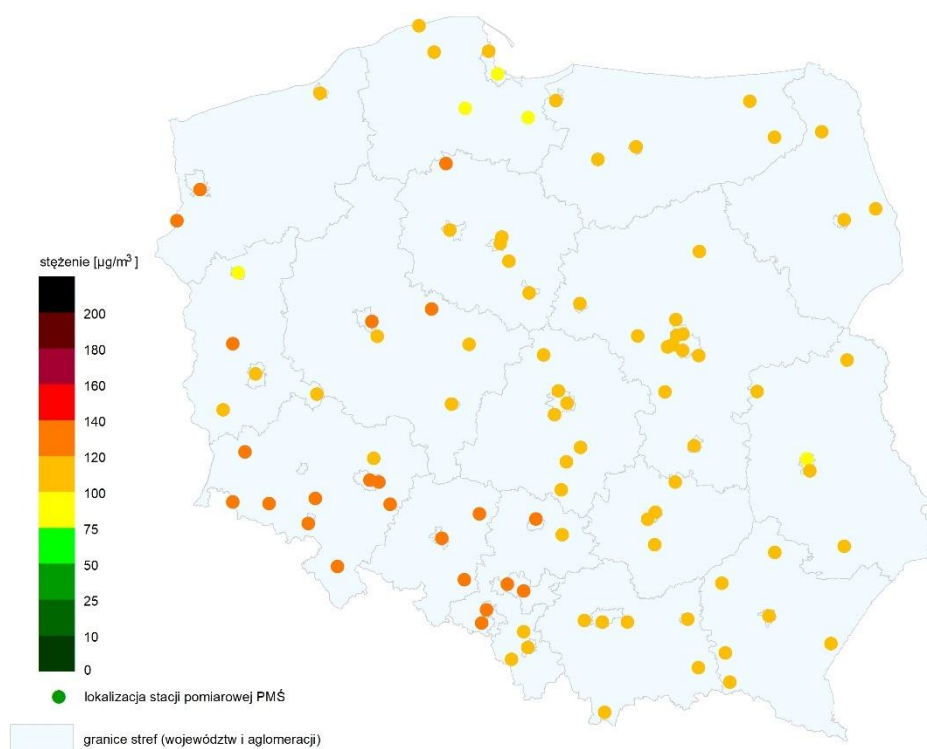
Podczas pierwszego epizodu podwyższanych stężeń trwającego 4 dni, który miał miejsce na przełomie kwietnia i maja, wysokie stężenia O_3 przekraczające wartość progową o ponad 15% (poziom $125,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wystąpiły na stacjach pomiarowych zlokalizowanych przede wszystkim w województwie dolnośląskim oraz na pojedynczych stacjach w województwach kujawsko-pomorskim, lubuskim, wielkopolskim i zachodniopomorskim (Rys. 12-13).



Rys. 12-13. Stężenia średnie z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w okresie epizodu podwyższanych stężeń (30.04-03.05.2024)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Podczas drugiego epizodu, który miał miejsce na początku września, podwyższone stężenia O_3 przekraczające wartość progową o ponad 15% wystąpiły na pojedynczych stacjach pomiarowych zlokalizowanych głównie w województwie dolnośląskim i opolskim (niemal na wszystkich stacjach tych województw) oraz na pojedynczych stacjach województw śląskiego, wielkopolskiego oraz zachodniopomorskiego. Epizod objął swoim zasięgiem południową i zachodnią część kraju, przy wyższych poziomach maksymalnych w stosunku do epizodu pierwszego (Rys. 12-14).



Rys. 12-14. Stężenia średnie z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O₃ w okresie epizodu podwyższonych stężeń (03-08.09.2024)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Należy zaznaczyć, że w 2024 roku przekroczenie wartości poziomu informowania wynoszącego 180 µg/m³, wystąpiło na dwóch stacjach w Polsce wykonujących pomiary w strefie dolnośląskiej i w Częstochowie. Przekroczenie poziomu informowania na stacji w strefie dolnośląskiej zanotowano 28 czerwca, zaś w Częstochowie – 24 sierpnia. Poziom alarmowy (240 µg/m³) w 2024 roku nie został przekroczony na żadnej stacji w kraju.

12.4. Ocena jakości powietrza w skali kraju – ochrona roślin

W niniejszym rozdziale przedstawiono podsumowanie wyników pomiarów stężeń ozonu (O₃) na stacjach PMŚ w Polsce w 2024 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2024 w ujęciu kryterium ochrony roślin. Ocenę wykonano z odniesieniem do określonych prawnie kryteriów ustanowionych w celu ochrony roślin, podanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2021 r. poz. 845).

Tab. 12-11. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza ozonu O_3 (ochrona roślin)

Kryterium	Okres uśredniania stężeń	Stężenie kryterialne [$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$]	Wartość uwzględniona w ocenie [$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$] ^{***}	Parametr odpowiadający wartości normowanej
poziom docelowy	okres wegetacyjny ^{*)}	18 000 ^{**}	18 000,5	AOT40 5L
poziom celu długoterminowego	okres wegetacyjny ^{*)}	6 000	6 000,5	AOT40

Objaśnienia

^{*)} okres od 1 maja do 31 lipca

^{**}) wartość uznaje się za dotrzymaną, jeżeli średnia obliczona dla okresów wegetacyjnych z pięciu kolejnych lat nie przekracza (w przypadku braku danych pomiarowych z pięciu lat dopuszcza się obliczenie średniej z co najmniej trzech lat)

^{***}) zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu docelowego oraz poziomu celu długoterminowego sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego do całości.

Na poniższej mapie Polski przedstawiono lokalizacje stacji pomiarowych ozonu, uwzględniane w ocenie na potrzeby ochrony roślin, ze wskazaniem typu każdej ze stacji. Pomiary jakości powietrza pod kątem kryterium ochrony roślin wykonuje się na stacjach charakteryzujących się dużą reprezentatywnością przestrzenną stężeń, zlokalizowanych głównie poza miastami i w obszarach podmiejskich. W przypadku stacji typu tła miejskiego, mogą one być wykorzystane w analizie, gdy są zlokalizowane na obszarach miast. Dla 2024 roku prowadzono analizy na podstawie wyników pochodzących z 45 stacji, w tym 23 pozamiejskich, 10 podmiejskich oraz 12 miejskich (Rys. 12-15).

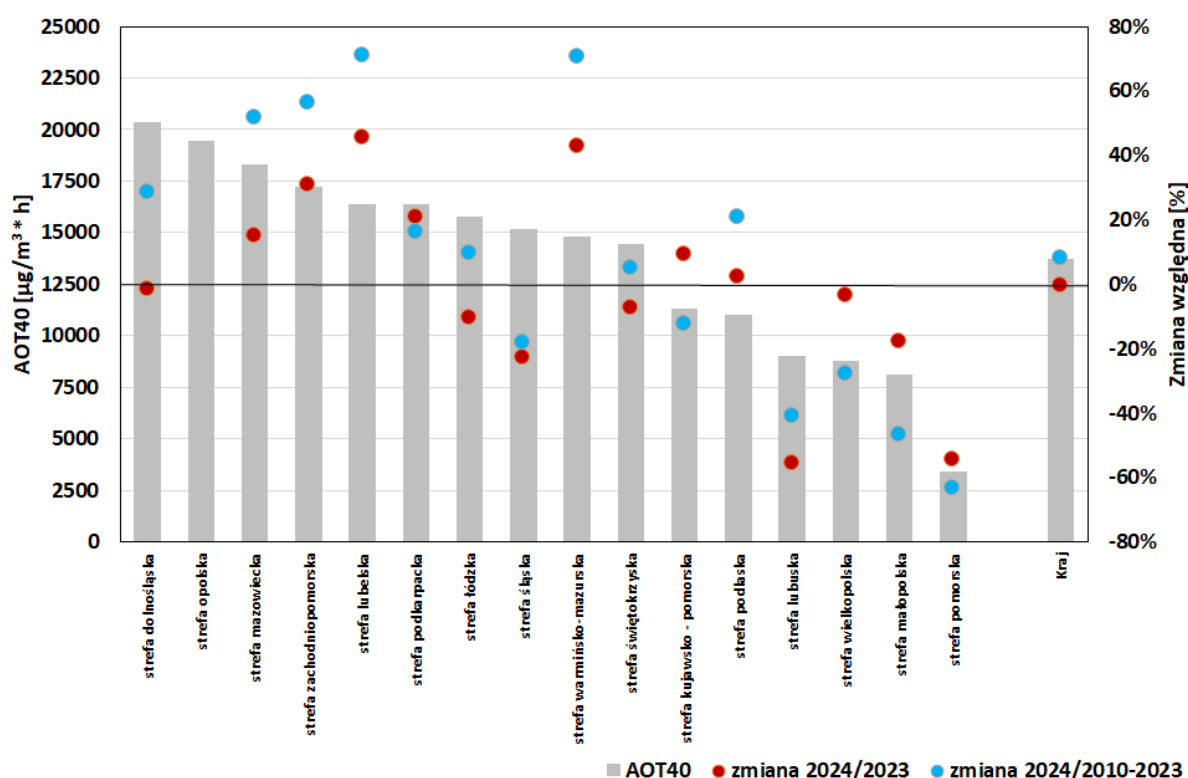


Rys. 12-15. Stacje pomiarowe ozonu O_3 w 2024 r. uwzględnione w ocenie ochrony roślin
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Poniżej przedstawiono wyniki analiz dla ozonu w 2024 roku w zakresie wartości odniesionych do poziomu docelowego oraz poziomu celu długoterminowego w kraju oraz w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i zmian w okresie 2010-2024.

Parametr AOT40 (poziom celu długoterminowego) uśredniony na obszarze kraju z wartości średnich dla 16 stref (wykluczono miasta i aglomeracje), wyniósł w 2024 roku 13744 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$. Największą wartość średnią AOT40, przekraczającą 20000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$, odnotowano w strefie dolnośląskiej, zaś najmniejszą (blisko 3-krotnie mniejszą) - w strefie pomorskiej (Rys. 12-14, Tab. 12-12). Dla 7 z 16 stref, w których dokonuje się oceny z uwzględnieniem kryterium ochrony roślin, zanotowano wzrosty wartości AOT40 w 2024 roku stosunku do roku poprzedniego, największe ponad 40% w strefach lubuskiej i warmińsko-mazurskiej (Rys. 12-16 i Tab. 12-12). W pozostałych 8 strefach (nie uwzględniono strefy opolskiej ze względu na brak danych w latach wcześniejszych) stwierdzono spadek wartości AOT40, największy w strefie lubuskiej i pomorskiej (ponad 50%).

Ocena zmienności poziomu AOT40 w 2024 roku w stosunku do uśrednionej wartości z okresu 2010-2023 wskazuje na wyższe stężenia w 2024 roku w przypadku 9 spośród 15 analizowanych stref (nie uwzględniono strefy opolskiej ze względu na brak danych w latach wcześniejszych), największe (ponad 70%) dotyczą stref lubelskiej i warmińsko-mazurskiej. Niższe wartości w 2024 roku parametru AOT40 od wartości średniej z wielolecia zaobserwowano dla 6 stref, największy (ponad 63%) dla strefy pomorskiej (Rys. 12-14 i Tab. 12-1).



Rys. 12-16. Parametr AOT40 dla ozonu O_3 w 2024 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2023

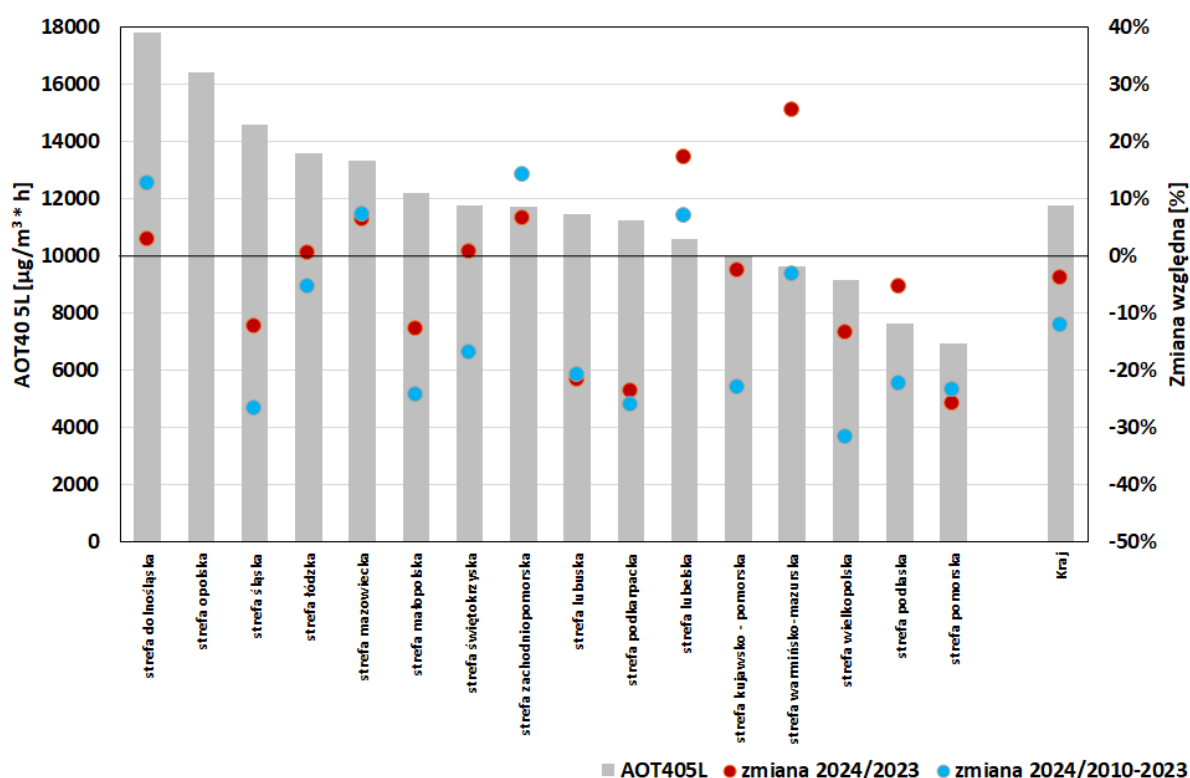
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Przekroczenie poziomu celu długoterminowego w 2024 roku zanotowano dla 40 spośród 45 stanowisk pomiarowych (Tab. 12-12).

Uśredniona wartość parametru AOT40 z 5 lat (poziom docelowy) dla ozonu na obszarze kraju na podstawie wartości średnich obliczonych dla stref, wyniosła w 2024 roku $11731 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$. Różnice pomiędzy wartościami AOT40 z 5 lat w strefach były mniejsze niż w przypadku wartości obliczanych dla jednego roku. Największe wartości średnie AOT40, przekraczające $17000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$, odnotowano w strefie dolnośląskiej, zaś najniższe (powyżej $7000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$) w strefie pomorskiej (Rys. 12-17, Tab. 12-13). W przypadku 7 stref zanotowano wzrost wartości AOT40, największy dla strefy warmińsko-mazurskiej (ponad 25%). Na obszarze pozostałych 8 stref wartości tego parametru były niższe od notowanych rok wcześniej, najbardziej istotny dotyczył strefy pomorskiej (Rys. 12-17, Tab. 12-13).

Analizując uśrednione z 5 lat wartości parametru AOT40 w 2024 roku z uzyskaną średnią z okresu 2010-2023 można zauważyć wyższe stężenia O_3 na obszarach 4 spośród 15 analizowanych stref (nie uwzględniono strefy opolskiej ze względu na brak danych w latach wcześniejszych). Największa różnica dotyczy strefy zachodniopomorskiej (ponad 14%). Na obszarze pozostałych 11 stref obserwuje się niższe stężenie w 2024 roku niż średnia z wielolecia, najbardziej zauważalne dotyczą strefy wielkopolskiej (Rys. 12-17, Tab. 12-13).

W 2024 roku zanotowano przekroczenia poziomu docelowego (uśrednionego z 5 lat parametru AOT40) na jednej stacji zlokalizowanej w strefie dolnośląskiej (Tab. 12-13).



Rys. 12-17. Uśredniony z 5 lat parametr AOT40 dla ozonu O_3 w 2024 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2023

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 12-12. Parametry jakości powietrza dla ozonu O₃ w 2024 r. (AOT40). *Kolorem czerwonym zaznaczono wzrosty wskaźnika AOT40*

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

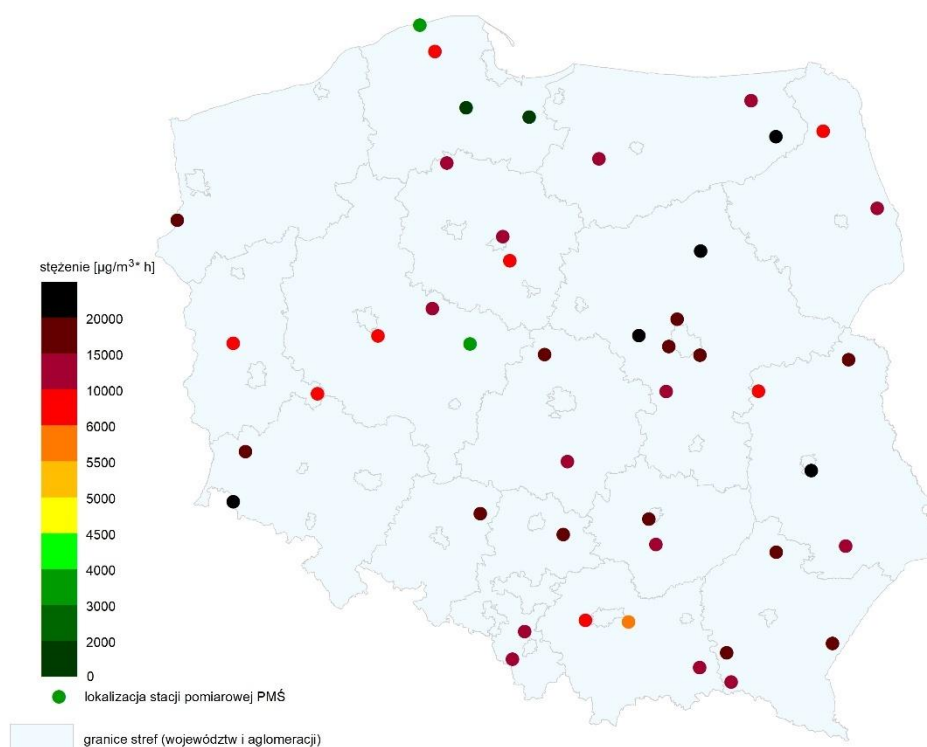
Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		AOT40 [µg/m ³ *h]			Zmiana względna AOT40 [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z AOT40 > 6 000 µg/m ³ *h	Min.	Śred.	Maks.	2024/2023	2024 / 2010-2023
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	2	2	17891	20334	22777	-1,8%	28,3%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	3	3	8831	11286	13019	9,0%	-12,3%
Lubelskie	PL0602	strefa lubelska	4	4	8862	16387	24537	45,6%	71,0%
Lubuskie	PL0803	strefa lubuska	2	2	8371	9034	9696	-55,8%	-41,1%
Łódzkie	PL1002	strefa łódzka	2	2	13657	15789	17921	-10,4%	9,5%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	3	2	5771	8104	12470	-17,7%	-46,9%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6	6	14113	18300	21498	15,1%	51,8%
Opolskie	PL1602	strefa opolska	1	1	19484	19484	19484	brak danych z okresu 2010-2023	
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	4	4	12913	16354	18325	20,9%	16,2%
Podlaskie	PL2002	strefa podlaska	2	2	8881	10987	13093	2,4%	20,7%
Pomorskie	PL2202	strefa pomorska	4	1	1146	3421	7780	-54,4%	-63,4%
Śląskie	PL2405	strefa śląska	3	3	13088	15188	19282	-23,0%	-18,4%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	2	2	12929	14423	15918	-7,6%	5,0%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	3	3	10953	14832	20910	42,6%	70,4%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	3	2	3087	8756	14429	-3,7%	-27,7%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1	1	17224	17224	17224	30,8%	56,2%
Kraj			45	40	1146	13744	24537	-0,5%	8,0%

Tab. 12-13. Parametry jakości powietrza dla ozonu O_3 w 2024 r. (AOT40 z 5 lat). *Kolorem czerwonym zaznaczono wzrosty wskaźnika AOT40*

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		AOT40 5L [$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$]			Zmiana względna AOT40 5L [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z AOT40 > 18 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	Min.	Śred.	Maks.	2024/2023	2024 / 2010-2023
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	2	1	16758	17773	18788	2.7%	12.6%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	3	0	9519	9970	10607	-2.7%	-23.0%
Lubelskie	PL0602	strefa lubelska	4	0	5445	10557	17873	17.2%	6.9%
Lubuskie	PL0803	strefa lubuska	2	0	10265	11421	12578	-21.8%	-20.9%
Łódzkie	PL1002	strefa łódzka	2	0	13083	13551	14019	0.4%	-5.4%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	3	0	10555	12190	13473	-12.8%	-24.4%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6	0	10825	13322	16738	6.3%	7.1%
Opolskie	PL1602	strefa opolska	1	0	16388	16388	16388	brak danych z okresu 2010-2023	
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	4	0	10256	11209	12918	-23.8%	-26.1%
Podlaskie	PL2002	strefa podlaska	2	0	6567	7604	8641	-5.5%	-22.5%
Pomorskie	PL2202	strefa pomorska	4	0	4372	6923	8669	-25.9%	-23.6%
Śląskie	PL2405	strefa śląska	3	0	12859	14576	16718	-12.4%	-26.8%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	2	0	10927	11754	12581	0.7%	-17.0%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	3	0	8350	9623	11839	25.3%	-3.3%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	3	0	6972	9130	12374	-13.4%	-31.7%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1	0	11698	11698	11698	6.4%	14.1%
Kraj			45	1	4372	11731	18788	-4.0%	-12.3%

Rozkład przestrzenny AOT40 dla ozonu na poszczególnych stacjach w roku 2024 wskazuje na niewielkie zróżnicowanie wartości na stacjach PMŚ. Niższe wartości obserwowane były na północy i wschodzie kraju, a najwyższe na zachodzie w centrum (Rys. 12-18).

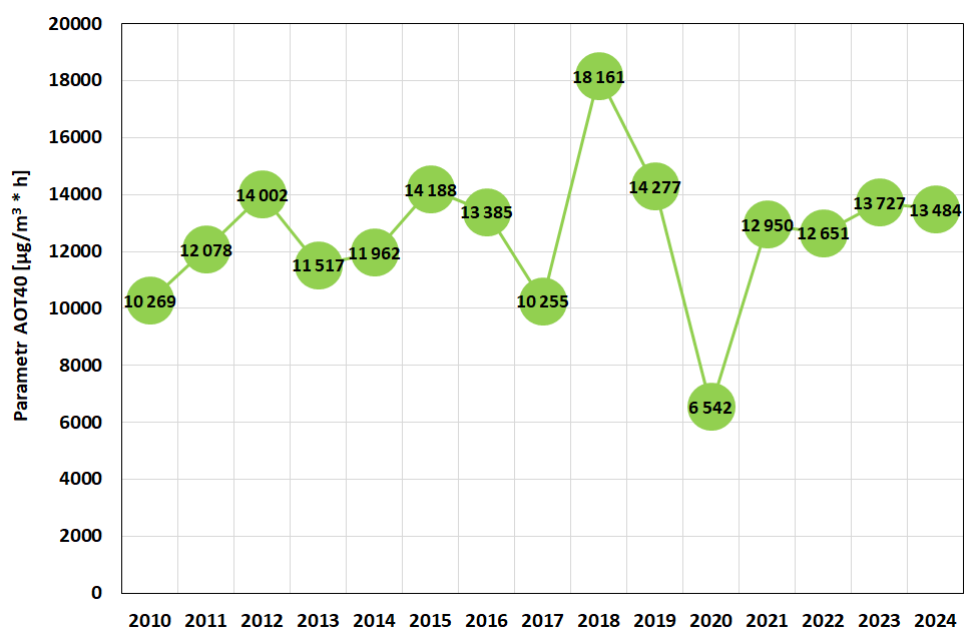


Rys. 12-18. Parametr AOT40 dla ozonu O_3 na stacjach pomiarowych w 2024 r.

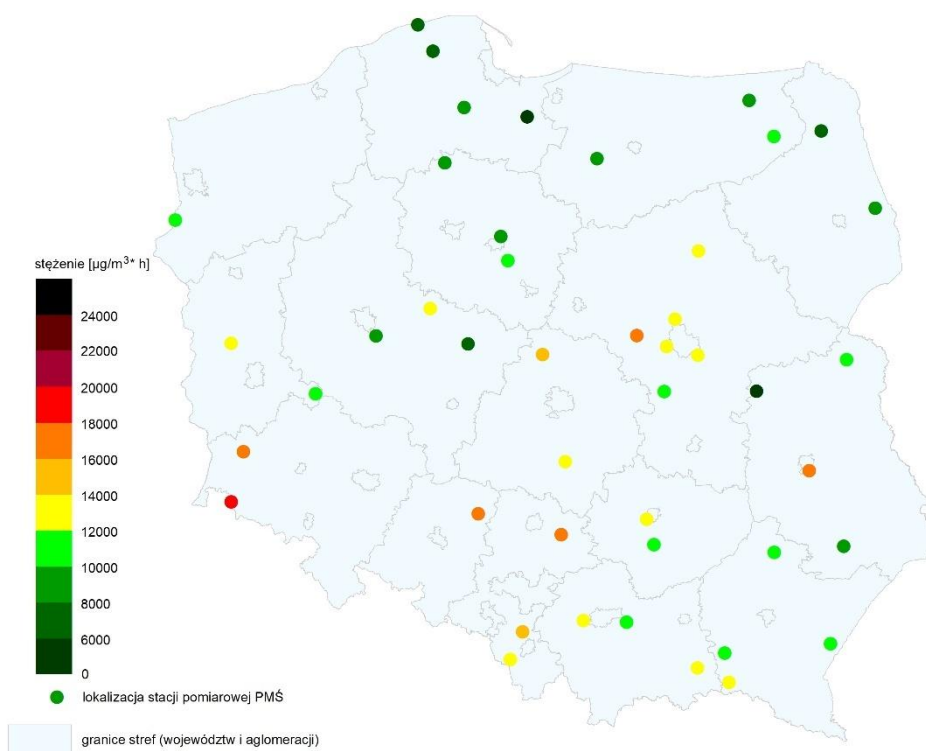
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Przeprowadzona analiza zmian parametru AOT40 w okresie 2010-2024 wskazała nieistotną statystycznie tendencję rosnącą zaburzoną znacznymi wahaniami wartości w okresie 2017-2020. W ostatnich latach 2021-2024 wartości AOT40 ustabilizowały się na zbliżonym poziomie z tendencją niewielkich wzrostów (Rys. 12-19). Amplituda AOT40 w okresie 2010-2024 wyniosła $11\,619 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$. Warto zaznaczyć, że w latach 2010-2013 pomiary O_3 były prowadzone na 5-8 stacjach w kraju, a od roku 2017 już na ponad 20, co może mieć wpływ na uzyskane zmiany wyników w czasie.

Rozkład przestrzenny uśrednionego AOT40 dla ozonu z 5 lat na poszczególnych stacjach w roku 2024 wskazuje na podobne zależności, jak w przypadku parametru AOT40 – wyższe wartości na południu i południowym zachodzie oraz w centrum, a niższe na północy i wschodzie (Rys. 12-10).



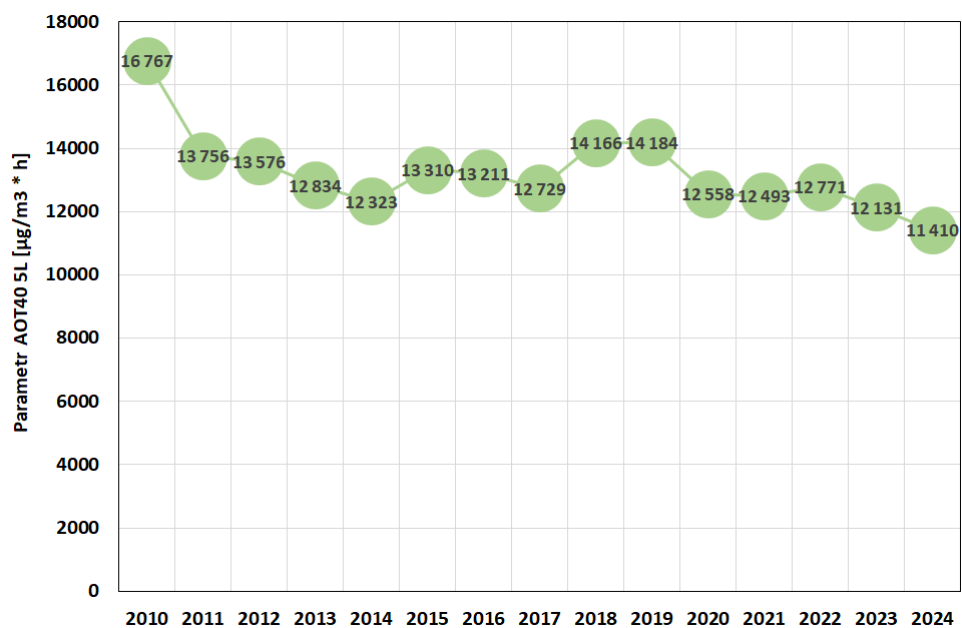
Rys. 12-19. Zmiany parametru AOT40 dla ozonu O_3 w Polsce w okresie 2010-2024
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 12-20. Uśredniony z 5 lat parametr AOT40 dla ozonu O_3 na stacjach pomiarowych w 2024 r.
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Zmiany wartości uśrednionego wskaźnika AOT40 z 5 lat w okresie 2010-2024 wskazują na niewielki, ale istotny statystycznie spadek. W ciągu ostatnich 5 lat (2020-2024) wartości tego wskaźnika praktycznie pozostały na niezmiennym poziomie z najniższą wartością w całym wieloleciu uzyskaną w 2024 roku.

Amplituda średniej wartości AOT40 z 5 lat w okresie 2010-2024 była znacznie niższa od obserwowanej w przypadku rocznego AOT40 i wyniosła 5357 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ (Rys. 12-21).



Rys. 12-21. Zmiany uśrednionego z 5 lat parametru AOT40 dla ozonu O_3 w Polsce w okresie 2010-2024

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

13. Stężenia dwutlenku azotu NO₂

W niniejszym rozdziale przedstawiono podsumowanie wyników pomiarów stężeń dwutlenku azotu (NO₂) na stacjach PMŚ w Polsce w 2024 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2024. Ocenę wykonano z odniesieniem do określonych prawnie kryteriów ustanowionych w celu ochrony zdrowia, podanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2021 r. poz. 845).

Tab. 13-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza NO₂

Kryterium	Okres uśredniania stężeń	Stężenie kryterialne [µg/m ³]	Wartość uwzględniona w ocenie [µg/m ³ ****)	Parametr odpowiadający wartości normowanej
poziom dopuszczalny*)	rok kalendarzowy	40	40,5	Sa
	1 godzina	200**)	200,5	Percentyl 99,8
poziom alarmowy	1 godzina	400	400,5	S1h

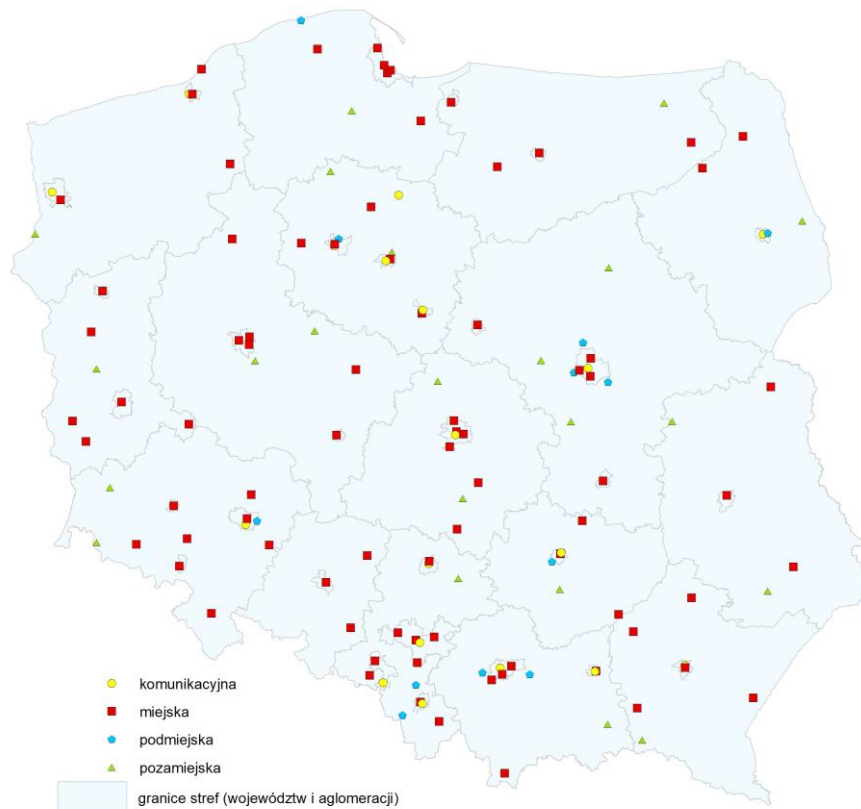
Objaśnienia

*) standard jakości powietrza

**) dopuszcza się przekroczenie tego poziomu 19 razy w roku

****) zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu dopuszczalnego sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego do całości.

Ocenę zanieczyszczenia powietrza NO₂ w 2024 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 132 stanowisk pomiarowych, w tym 18 komunikacyjnych, 80 tła miejskiego, 12 podmiejskich i 22 pozamiejskich (Rys. 13-1).



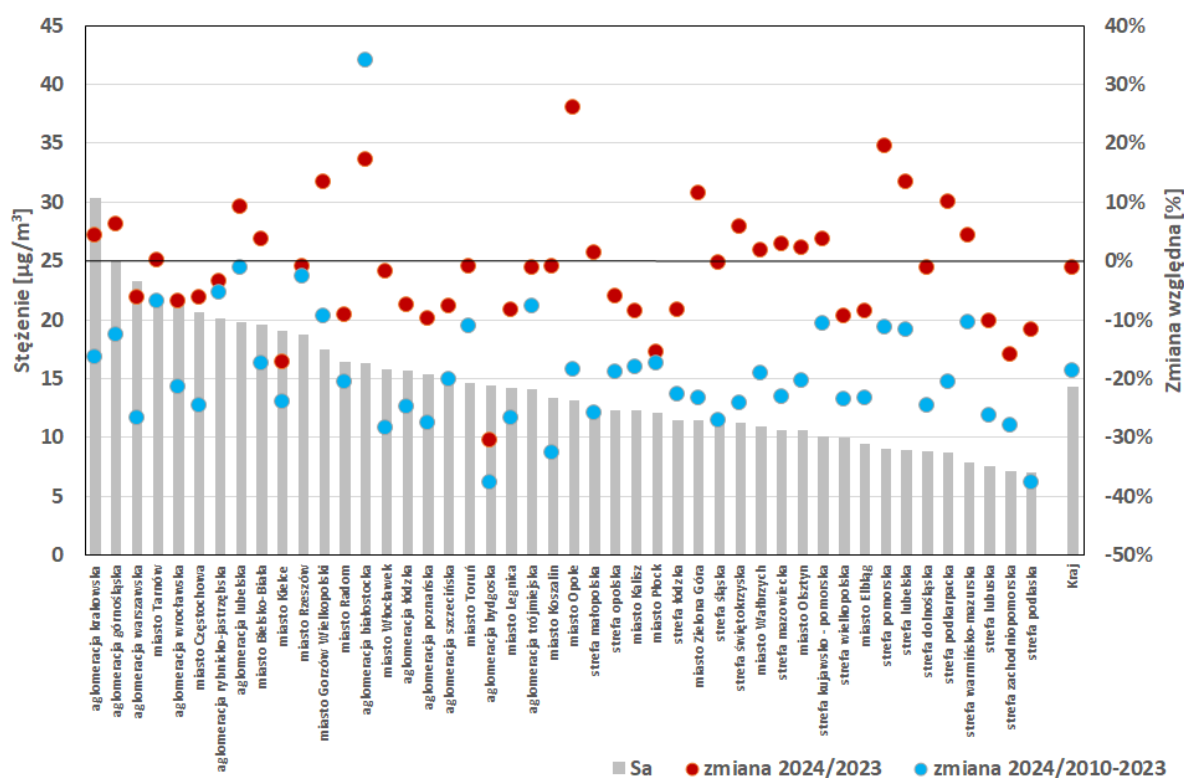
Rys. 13-1. Stacje pomiarowe dwutlenku azotu NO₂ w 2024 r. uwzględnione w ocenie

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

13.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W poniższym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla dwutlenku azotu (NO_2) w roku 2024 w zakresie stężeń odniesionych do poziomów dopuszczalnych określonych dla krótko (1-godz.) i długookresowego (rok) narażenia w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok oraz w stosunku do średniej z okresu 2010-2023. Przedstawiono również relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji oraz w miastach o różnej liczbie mieszkańców.

Stężenie średnie roczne NO_2 uśrednione na obszarze kraju z wartości średnich dla stref, wyniosło w 2024 roku $14,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Największe wartości średnie roczne, przekraczające $24,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, odnotowano w aglomeracjach krakowskiej i górnośląskiej, zaś najmniejsze (poniżej $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) w strefach podlaska i zachodniopomorskiej (Rys. 13-2, Tab. 13-2). W 18 strefach wśród 46 analizowanych zanotowano wzrost stężeń średnich rocznych w stosunku do wartości z poprzedniego roku, największy dotyczył Opola (26%). W pozostałych 28 strefach zaobserwowano spadek stężeń z roku na rok, przy czym najbardziej widoczny (ponad 30%) zaobserwowano dla aglomeracji bydgoskiej (Rys. 13-2 i Tab. 13-2).



Rys. 13-2. Stężenie średnie roczne NO_2 w 2024 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2023

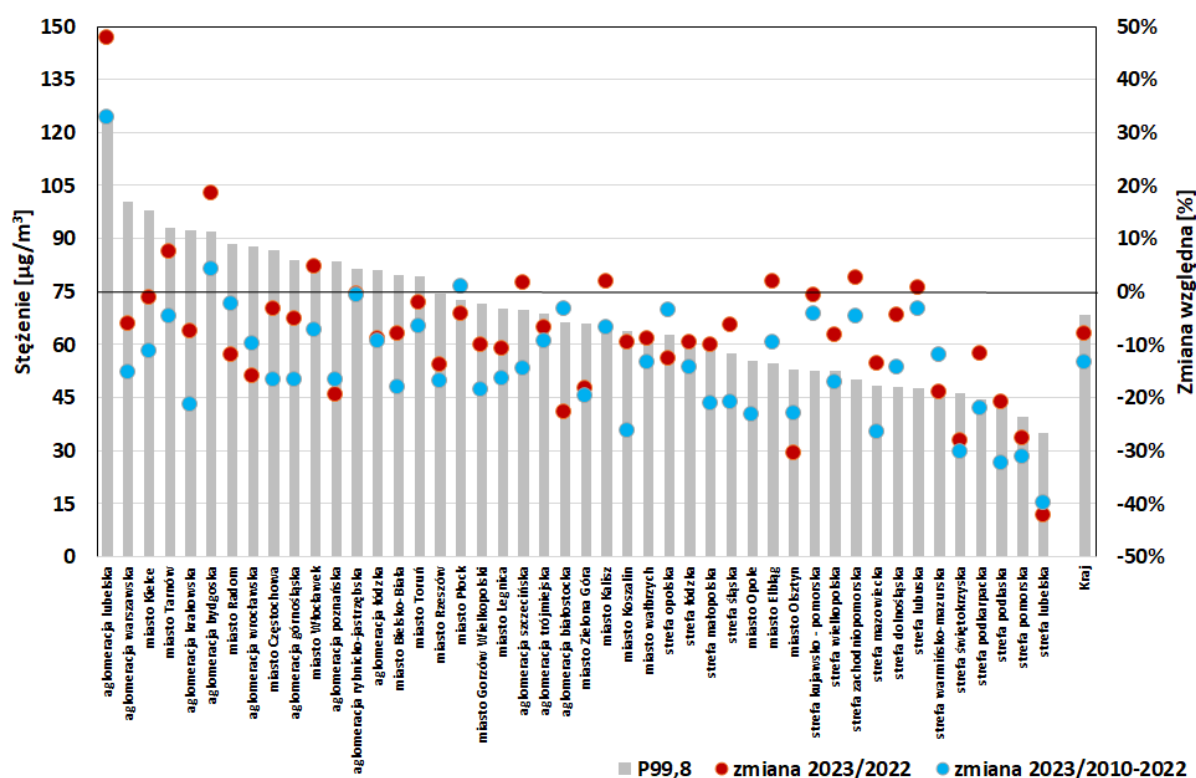
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Odnosząc wartości stężeń średnich rocznych z 2024 roku do wartości uśrednionej z okresu 2010-2023 zauważalny jest wzrost stężenia NO_2 tylko w strefie białostockiej. Wśród pozostałych 45 stref, stężenie w roku 2024 jest niższe, w wielu przypadkach znacząco. Największe zmiany (ponad 30%) dotyczą strefy podlaskiej, aglomeracji bydgoskiej oraz miasta Koszalin (Rys. 13-2 i Tab. 13-2).

Przekroczenie standardu jakości powietrza (poziomu dopuszczalnego) dla stężeń średnich rocznych, zanotowano na 2 stanowiskach zlokalizowanych w pobliżu dróg, tj. na stanowiskach komunikacyjnych, w aglomeracjach krakowskiej i górnośląskiej (Tab. 13-2).

Uśredniona wartość percentyla 99,8 ze stężeń 1-godz. NO_2 na obszarze kraju z wartości uzyskanych w poszczególnych strefach wyniosła w 2024 roku $66,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Różnice pomiędzy strefami były znaczne. Największe wartości średnie percentyla 99,8, przekraczające $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$, odnotowano w aglomeracjach krakowskiej i warszawskiej, zaś najniższe (poniżej $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) w strefach zachodniopomorskiej i lubuskiej. W przypadku 27 stref na 46 analizowanych zanotowano spadek wartości percentyla 99,8 z roku na rok, największy (przekraczający 30%) dotyczył aglomeracji bydgoskiej oraz lubelskiej. W przypadku pozostałych 19 stref, wartości percentyla 99,8 wzrosły w 2024 roku w stosunku do roku poprzedniego, najwięcej (blisko ponad 47%,) w strefie lubelskiej (Rys. 13-2, Tab. 13-3).

Analiza zmian wartości percentyla 99,8 w 2024 roku w stosunku do wartości średniej uzyskanej z okresu 2010-2023 wskazuje na niższe wartości w 2024 roku. Taka sytuacja dotyczy 42 z 46 analizowanych stref. Największe spadki (przekraczające 30%) dotyczyły aglomeracji bydgoskiej oraz miasta Kielce. Wyższe wartości w 2024 roku od średnia z wielolecia dotyczyły tylko 4 stref, największe w aglomeracji białostockiej (Rys. 13-2 i Tab. 13-3).

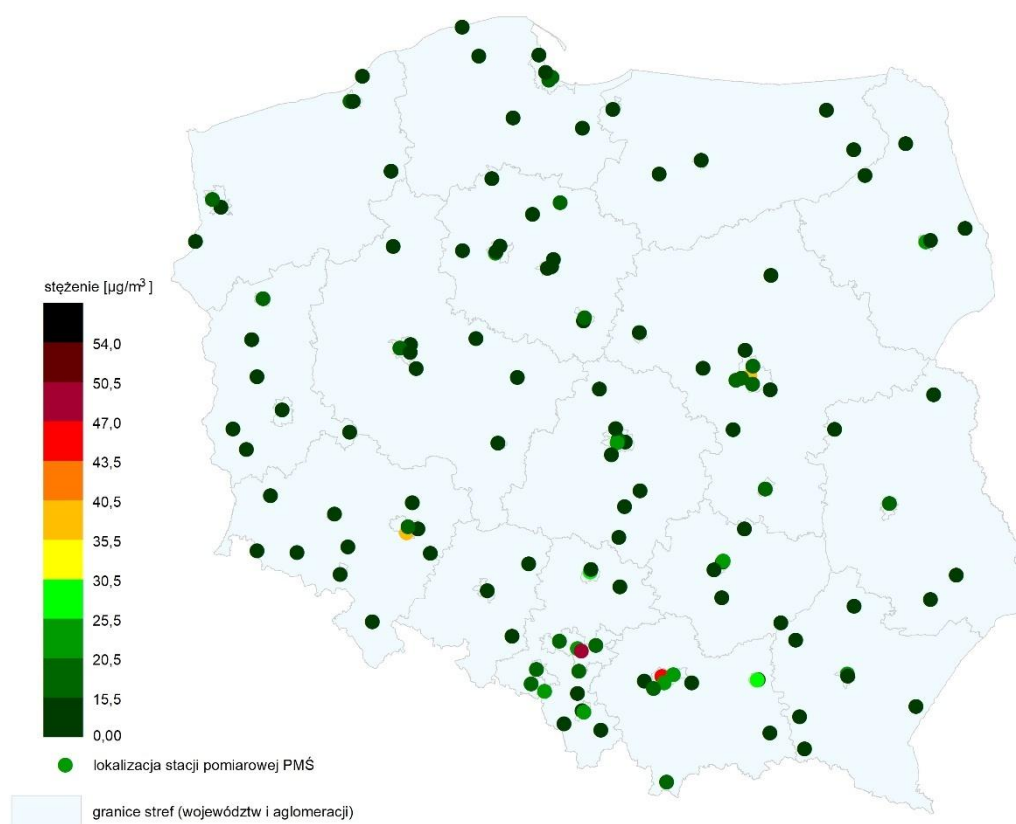


Rys. 13-3. Percentyl 99,8 ze stężeń 1-godz. dwutlenku azotu NO_2 w 2024 r. na tle zmian z roku na rok w stosunku do wielolecia 2010-2023

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

W 2024 roku nie wystąpiło przekroczenie poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń 1-godz. na żadnym stanowisku pomiarów NO_2 (Tab. 13-3).

Rozkład przestrzenny stężeń średnich rocznych NO₂ na poszczególnych stacjach pomiarowych w roku 2024 wskazuje na generalnie niskie wartości. Najwyższe stężenia obserwowane były na stacjach komunikacyjnych zlokalizowanych w dużych miastach (Rys. 13-2 i 13-4).



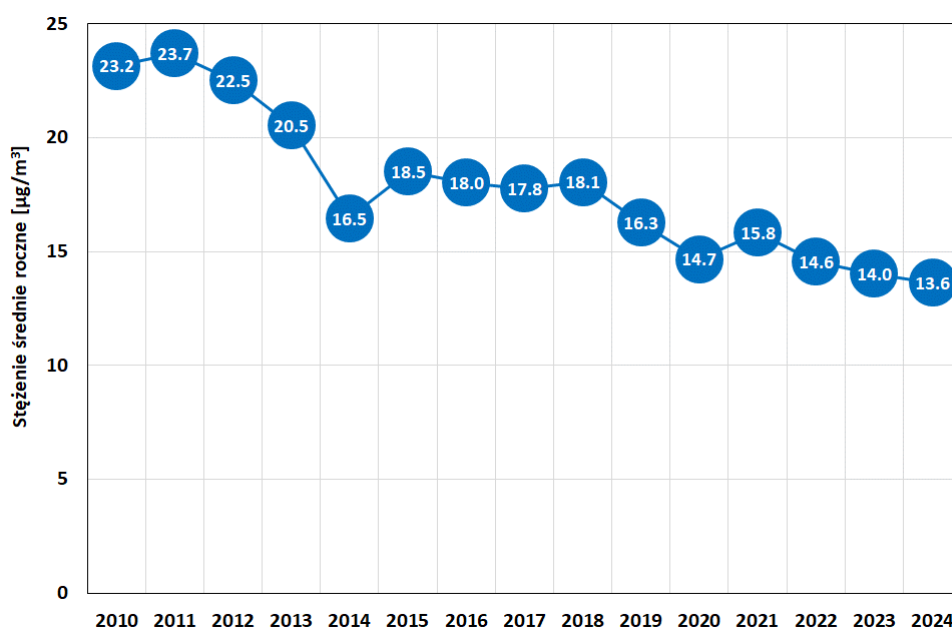
Rys. 13-4. Stężenie średnie roczne dwutlenku azotu NO₂ na stacjach pomiarowych w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

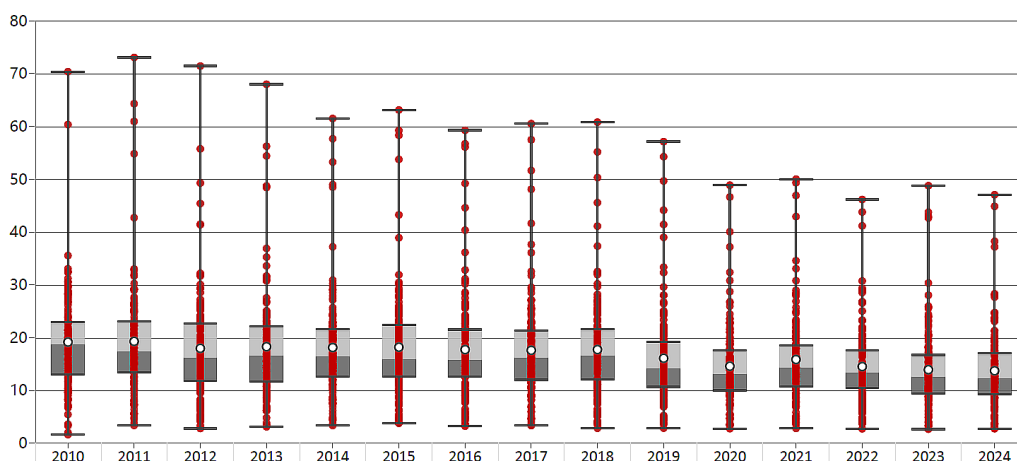
Analiza zmian stężeń średnich rocznych NO₂ w okresie 2010-2024 (wynik uśrednionych ze wszystkich stacji) wskazuje na istotny statystycznie trend malejący. Zauważalna spadki stężeń średnich rocznych NO₂ widoczne były w szczególności w latach 2010-2014. Od 2015 roku widoczna jest w Polsce stabilna tendencja spadkowa z niewielkimi wahaniami stężeń w poszczególnych latach z najniższą wartością w roku 2023 (Rys. 13-5a). Amplituda stężeń średnich rocznych w rozważanym okresie 2010-2024 wyniosła 10,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ przy najniższym stężeniu w 2024 roku. Należy zaznaczyć, że w latach 2010-2013 pomiary NO₂ były prowadzone na 31 - 32 stacjach w kraju, przy znacznym wzroście od roku 2014 (122 stacje) do ponad 130-140 w kolejnych latach, co może mieć wpływ na uzyskane wyniki zmian w czasie.

Rozkłady statystyczne stężeń na poszczególnych stacjach pomiarowych w latach 2010-2024 wskazują na znaczną rozpiętość stężeń, a szczególności występowanie lokalnie wartości znacznie wyższych od wartości średnich, szczególnie widoczne na stacjach typu komunikacyjnego (Rys. 13-5b).

Najwyższe stężenia średnie roczne NO₂ w wieloleciu 2010-2024 notowane były na stacjach komunikacyjnych, zaś najniższe na pozamiejskich. Stężenia średnie roczne na stacjach miejskich i podmiejskich były zbliżone, co szczególnie zauważalne jest w ostatnich latach. Podobne zależności obserwowano w całym analizowanym okresie (Tab. 13-4).



Rys. 13-5a. Zmiany stężeń średnich rocznych dwutlenku azotu NO₂ w Polsce w okresie 2010-2024
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 13-5b. Zmiany stężeń (w µg/m³) średnich rocznych dwutlenku azotu NO₂ w Polsce w okresie 2010-2024 na stacjach pomiarowych

Wykres pudełkowy przedstawia parametry rozkładu statystycznego stężeń: wartość średnią (biała kropka „w pudełku”), 1 i 3 kwartył (dolna i górna krawędź „pudełka”), medianę (poziom pomiędzy jasno i ciemno szarym obszarem „pudełka”), minimum i maksimum (wąsy) oraz stężenia na pojedynczych stacjach (czerwone kropki).

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 13-4. Zmiany stężeń średnich rocznych NO₂ w latach 2010-2024 z uwzględnieniem typów stacji
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Stężenie Sa [µg/m³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
komunikacyjna	46.4	52.8	45.4	38.0	38.7	38.1	37.4	35.4	35.6	33.4	28.5	30.7	27.7	28.1	26.4
miejska	23.5	22.7	22.4	20.1	17.8	17.9	17.4	17.4	17.8	15.7	14.5	15.5	14.6	13.6	13.2
podmiejska	19.0	16.7	16.6	13.8	13.3	13.9	14.4	14.6	15.3	13.6	12.3	14.2	12.6	11.5	11.3
pozamiejska	10.9	10.7	10.3	8.5	8.1	8.9	8.1	8.0	8.1	7.2	6.5	6.8	6.0	5.7	5.8

Tab. 13-2. Parametry jakości powietrza dla dwutlenku azotu NO₂ w 2024 r. (stężenie średnie roczne Sa).

Kolorem czerwonym zaznaczono wzrosty stężeń

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [µg/m³]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa >40 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2024/2023	2024 / 2010-2023
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	3		10,7	21,6	37,2	-6,9%	-21,6%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		14,2	14,2	14,2	-8,4%	-26,8%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		11,0	11,0	11,0	1,8%	-19,1%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	7		3,7	8,8	12,3	-1,2%	-24,6%
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	3		6,9	14,5	21,3	-30,5%	-37,7%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	2		14,2	14,6	15,0	-1,0%	-11,1%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	2		11,4	15,8	20,1	-1,8%	-28,5%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	5		4,5	10,1	18,1	3,5%	-10,8%
Lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1		19,8	19,8	19,8	9,1%	-1,3%
Lubelskie	PL0602	strefa lubelska	4		3,2	8,9	13,3	13,3%	-11,7%
Lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		17,4	17,4	17,4	13,3%	-9,4%
Lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		11,4	11,4	11,4	11,3%	-23,3%
Lubuskie	PL0803	strefa lubuska	5		3,7	7,5	12,2	-10,3%	-26,4%
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	5		11,3	15,7	23,3	-7,5%	-24,8%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	4		8,1	11,5	15,2	-8,3%	-22,8%
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	3	1	21,3	30,3	44,9	4,3%	-16,4%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	2		14,9	21,6	28,3	0,0%	-7,0%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	5		3,9	12,4	17,4	1,3%	-26,0%
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	4		17,0	23,3	38,2	-6,4%	-26,8%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		12,1	12,1	12,1	-15,6%	-17,6%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		16,4	16,4	16,4	-9,2%	-20,7%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6		4,8	10,6	19,2	2,8%	-23,3%
Opolskie	PL1601	miasto Opole	1		13,2	13,2	13,2	26,0%	-18,6%
Opolskie	PL1602	strefa opolska	2		11,5	12,4	13,2	-6,2%	-18,9%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	2		12,8	18,7	24,7	-1,1%	-2,7%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	5		3,6	8,7	11,2	9,9%	-20,6%
Podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	2		8,9	16,3	23,7	17,0%	34,0%
Podlaskie	PL2002	strefa podlaska	3		2,7	7,1	10,3	-11,8%	-37,8%
Pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	4		11,6	14,0	15,6	-1,3%	-7,7%
Pomorskie	PL2202	strefa pomorska	4		3,7	9,0	12,1	19,4%	-11,4%
Śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	5	1	17,5	24,9	47,1	6,2%	-12,6%
Śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	2		19,8	20,1	20,5	-3,6%	-5,4%
Śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	2		14,5	19,5	24,5	3,6%	-17,5%

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [µg/m³]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa >40 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2024/2023	2024 / 2010-2023
Śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	2		13,2	20,6	28,1	-6,4%	-24,7%
Śląskie	PL2405	strefa śląska	5		6,4	11,4	15,5	-0,3%	-27,1%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	2		15,0	19,0	23,1	-17,2%	-24,1%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	4		6,5	11,2	14,6	5,8%	-24,3%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		10,6	10,6	10,6	2,0%	-20,4%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		9,5	9,5	9,5	-8,6%	-23,4%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	3		2,9	7,9	12,0	4,3%	-10,4%
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	2		13,7	15,4	17,1	-9,8%	-27,7%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		12,3	12,3	12,3	-8,6%	-18,1%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	5		6,9	10,0	12,8	-9,5%	-23,7%
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	2		9,9	14,6	19,4	-7,7%	-20,2%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	2		9,1	13,4	17,6	-1,1%	-32,6%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	3		2,8	7,2	13,5	-15,9%	-28,1%
Kraj			132	2	2,7	14,3	47,1	-1,3%	-18,7%

Tab. 13-3. Parametry jakości powietrza dla dwutlenku azotu NO₂ w 2024 r. (stężenie 1 godzinne, percentyl 99,8).

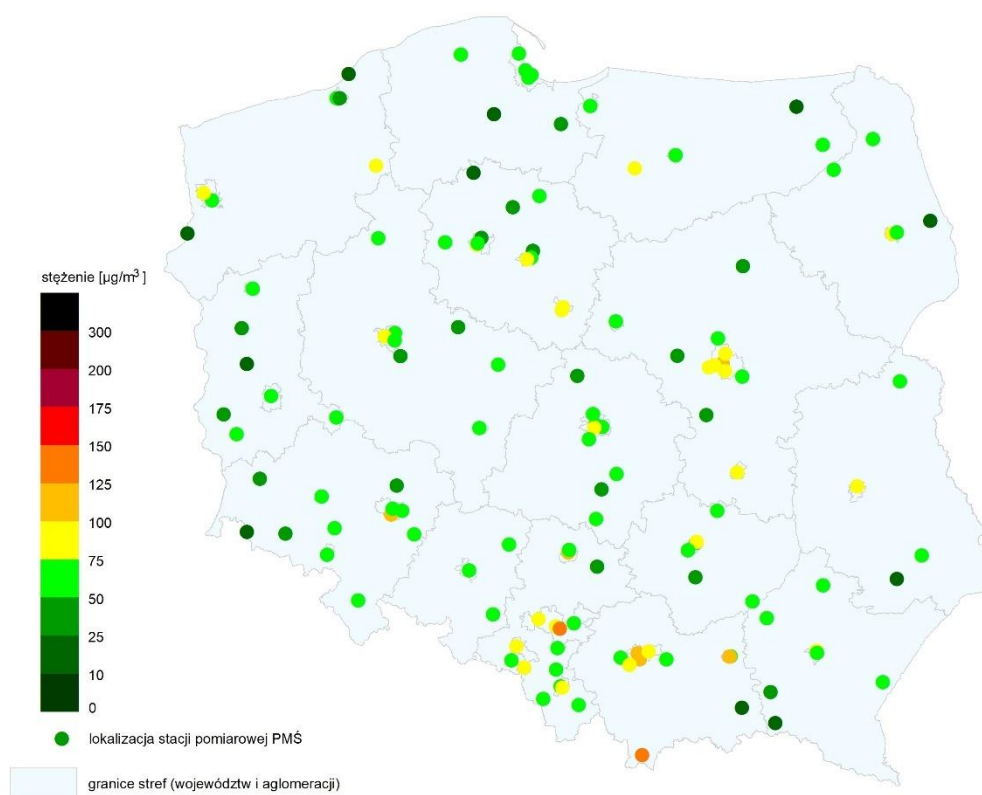
Kolorem czerwonym zaznaczono wzrosty stężeń

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

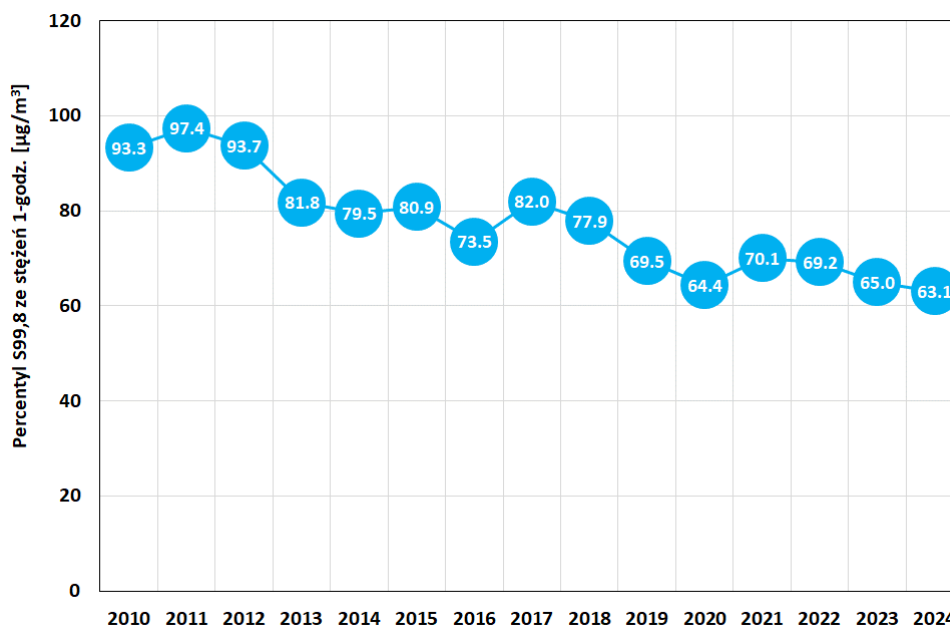
Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-] uwzględnionych w ocenie	Stężenie P99,8 [µg/m³]			Zmiana względna P99,8 [%]		Liczba stacji z S1h >200 µg/m³ [-]
				Min.	Śred.	Maks.	2024/ 2023	2024 / 2010-2023	
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	3	52,8	80,0	114,1	-9,0%	-17,3%	
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1	64,4	64,4	64,4	-8,1%	-22,0%	
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1	65,2	65,2	65,2	3,7%	-9,0%	
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	7	21,8	46,1	61,5	-4,0%	-16,6%	
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	3	38,2	61,0	78,2	-33,7%	-31,1%	
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	2	74,3	80,6	86,9	1,6%	-4,5%	
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	2	76,5	80,0	83,5	-4,5%	-10,8%	
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	5	19,6	47,7	70,9	-9,3%	-12,8%	
Lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1	83,7	83,7	83,7	-32,7%	-13,5%	
Lubelskie	PL0602	strefa lubelska	3	22,2	51,6	72,9	47,2%	-7,8%	
Lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1	66,4	66,4	66,4	-7,1%	-23,0%	
Lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1	59,7	59,7	59,7	-9,3%	-25,6%	
Lubuskie	PL0803	strefa lubuska	5	19,2	38,0	58,0	-20,2%	-22,5%	
Łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	5	59,6	71,4	98,9	-12,0%	-19,4%	

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-] uwzględnionych w ocenie	Stężenie P99,8 [µg/m³]			Zmiana względna P99,8 [%]		Liczba stacji z S1h >200 µg/m³ [-]
				Min.	Śred.	Maks.	2024/ 2023	2024 / 2010-2023	
Łódzkie	PL1002	strefa łódzka	4	37,2	56,9	72,7	-4,3%	-16,8%	
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	3	79,1	99,3	113,5	7,7%	-13,5%	
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	2	73,3	89,8	106,3	-3,4%	-7,6%	
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	5	23,3	70,9	129,9	20,1%	-3,1%	
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	4	79,0	91,5	113,5	-9,0%	-22,0%	
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1	72,4	72,4	72,4	-0,5%	0,3%	
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1	81,4	81,4	81,4	-7,9%	-10,0%	
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6	26,9	50,8	90,8	4,9%	-21,4%	
Opolskie	PL1601	miasto Opole	1	71,9	71,9	71,9	29,6%	2,3%	
Opolskie	PL1602	strefa opolska	2	58,7	59,4	60,0	-5,5%	-8,5%	
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	2	70,5	78,0	85,4	4,7%	-11,5%	
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	5	18,0	49,4	65,2	10,8%	-11,7%	
Podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	2	54,3	74,0	93,7	11,4%	7,9%	
Podlaskie	PL2002	strefa podlaska	3	13,7	45,2	61,0	4,6%	-27,6%	
Pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	4	57,5	67,3	74,8	-2,0%	-10,4%	
Pomorskie	PL2202	strefa pomorska	3	24,1	45,1	62,6	13,7%	-19,4%	
Śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	5	70,6	87,8	126,2	4,8%	-11,6%	
Śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	2	79,2	81,9	84,6	0,5%	-0,3%	
Śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	2	68,8	73,3	77,7	-8,0%	-23,7%	
Śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	2	74,9	87,5	100,1	0,8%	-15,1%	
Śląskie	PL2405	strefa śląska	5	32,0	57,6	73,7	0,5%	-19,4%	
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	2	66,4	76,6	86,8	-21,7%	-30,0%	
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	4	37,0	56,5	66,4	21,8%	-13,2%	
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1	53,0	53,0	53,0	-0,2%	-21,3%	
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1	51,9	51,9	51,9	-5,1%	-13,5%	
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	3	13,4	54,5	82,5	15,8%	3,0%	
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	2	66,2	78,6	91,0	-6,1%	-20,6%	
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1	59,0	59,0	59,0	-9,8%	-15,5%	
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	5	30,5	47,6	57,9	-9,3%	-23,7%	
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	2	59,0	72,1	85,2	3,4%	-10,3%	
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	2	49,7	61,3	72,8	-4,3%	-27,6%	
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	3	13,6	38,0	78,3	-24,4%	-27,5%	
Kraj			130	13,4	66,0	129,9	-1,4%	-14,8%	0

Rozkład przestrzenny percentyla 99,8 na poszczególnych stacjach w 2024 roku wykazuje na większe zróżnicowanie stężeń, niż w przypadku stężenia średniego rocznego. Niskie i średnie stężenia występują w całym kraju, zaś wysokie – w największych miastach (Rys. 13-6).

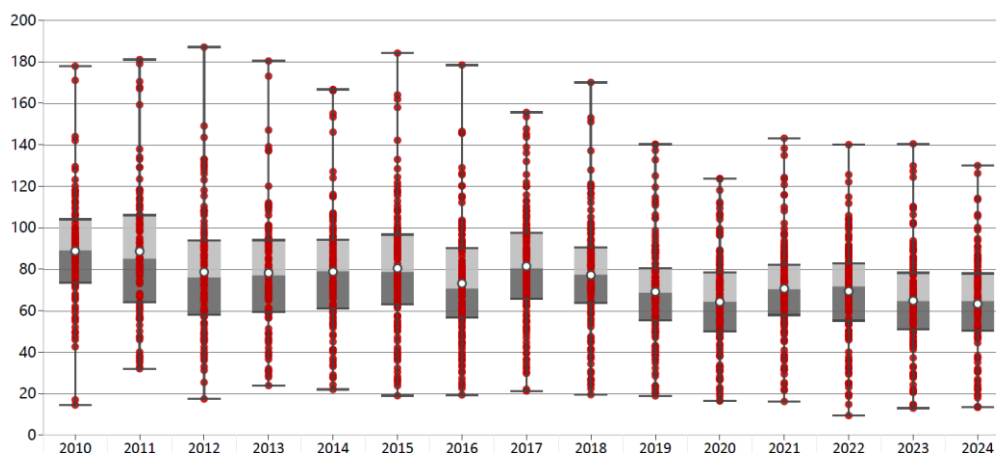


Rys. 13-6. Percentyl 99,8 ze stężeń 1-godz. dwutlenku azotu NO_2 na stacjach pomiarowych w 2024 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR



Rys. 13-7a. Zmiany percentyla S99,8 ze stężeń 1-godz. dwutlenku azotu NO_2 w Polsce w okresie 2010-2024

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR



Rys. 13-7b. Zmiany percentyla S99,8 ze stężeń 1-godz. (w $\mu\text{g}/\text{m}^3$) dwutlenku azotu NO_2 w Polsce w okresie 2010-2024 na stacjach pomiarowych

Wykres pudełkowy przedstawia parametry rozkładu statystycznego stężeń: wartość średnią (biała kropka „w pudełku”), 1 i 3 kwartył (dolna i górna krawędź „pudełka”), medianę (poziom pomiędzy jasno i ciemno szarym obszarem „pudełka”), minimum i maksimum (wąsy) oraz stężenia na pojedynczych stacjach (czerwone kropki).

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Zmiany wartości percentyla 99,8 NO_2 w okresie 2010-2024 (uśrednione ze wszystkich stacji pomiarowych) wykazywały na istotne statystycznie spadki i podobne zależności, jak w przypadku stężeń średnich rocznych przy najniższym stężeniu obserwowanym w 2020 roku (Rys. 13-7a). Amplituda percentyla 99,8 w okresie 2010-2024 wyniosła $34,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przy zmienności liczby stacji, jak podano w opisie dla stężeń średnich rocznych.

Rozkłady statystyczne stężeń na poszczególnych stacjach pomiarowych w latach 2010-2024 wskazują na znaczną rozpiętość stężeń, a szczególności występowanie lokalnie wartości znacznie wyższych od wartości średnich na stacjach typu komunikacyjnego (Rys. 13-7b).

Podobne też były zależności w zakresie zmienności stężeń z uwzględnieniem typu stacji przy zauważalnych wyraźniejszych różnicach pomiędzy stacjami komunikacyjnymi, miastami oraz obszarami podmiejskimi oraz obszarami pozamiejskimi (Tab. 13-5).

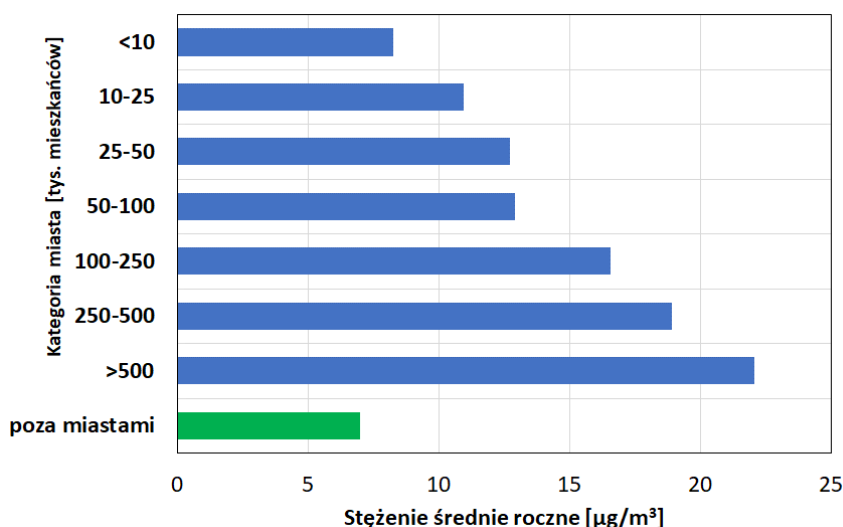
Tab. 13-5. Zmiany percentyla S99,8 ze stężeń 1-godz. dwutlenku azotu NO_2 w latach 2010-2023 z uwzględnieniem typów stacji

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Stężenie P99,8 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
komunikacyjna	152,9	157,1	133,2	124,2	127,7	126,5	117,6	118,9	119,0	108,3	98,6	102,9	96,3	99,5	93,0
miejska	95,4	99,5	96,5	83,3	80,1	82,6	74,3	83,9	80,3	70,5	67,2	71,4	73,7	67,2	66,0
podmiejska	81,0	76,8	80,4	62,8	68,9	69,6	64,4	74,5	75,0	65,1	57,7	71,8	69,5	60,2	60,8
pozamiejska	54,5	51,1	53,5	42,8	41,0	40,9	38,8	47,1	37,2	34,5	30,1	37,0	30,0	29,2	27,7

13.2. Jakość powietrza w miastach

Przeprowadzona analiza różnic uśrednionych stężeń średnich rocznych NO₂ dla miast w poszczególnych kategoriach liczebności populacji w 2024 roku wykazała, że najwyższe wartości obserwowano w największych aglomeracjach (o liczbie mieszkańców powyżej 500 tys. mieszkańców) oraz miastach. Stężenia stopniowo maleją w poszczególnych kategoriach miast wraz ze spadkiem liczby mieszkańców tych miast, osiągające najniższe wartości na obszarach poza miastami (Rys. 13-8).



Rys. 13-8. Średnie roczne stężenia dwutlenku azotu NO₂ w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

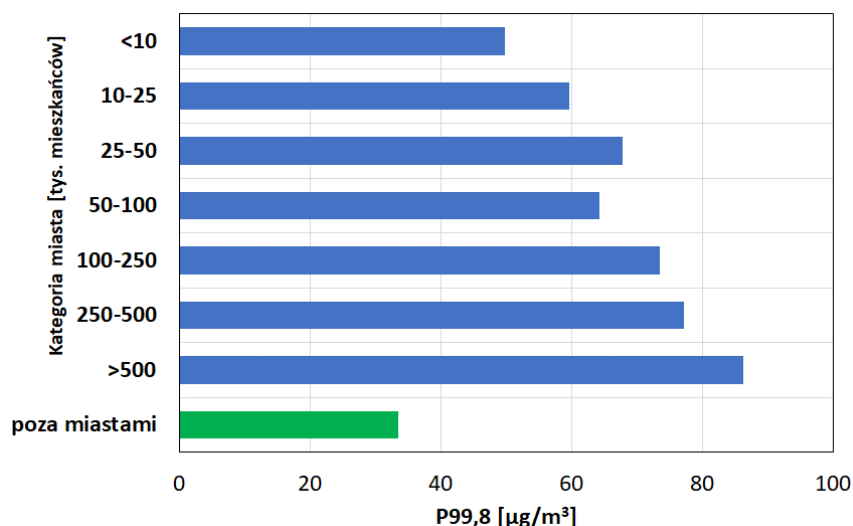
Średnie stężenia roczne dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w całym okresie 2010-2024, jak pokazaną dla wartości uśrednionych dla 2024 roku, przy czym stężenia dla obszarów pozamiejskich i małych miast (z liczbą mieszkańców poniżej 10 tys.) były do siebie bardzo zbliżone (Tab. 13-6).

Tab. 13-6. Zmiany średnich rocznych stężeń dwutlenku azotu NO₂ w latach 2010-2023 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

Kategoria miasta	Stężenie Sa [µg/m³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
>500	32,7	32,9	28,6	32,0	32,4	32,6	32,5	31,0	31,2	28,3	25,1	27,2	25,7	23,4	22,1
250-500	18,7	30,2	25,9	25,7	22,7	22,6	21,8	21,3	23,3	19,9	19,9	21,4	20,2	19,8	18,9
100-250	24,6	24,6	24,8	23,6	20,2	20,8	20,6	20,4	21,3	19,4	17,5	18,9	17,9	16,9	16,6
50-100	16,8	17,0	20,5	17,7	16,8	16,5	16,5	16,4	17,0	15,0	13,7	14,9	14,4	13,3	12,9
25-50	24,1	20,9	20,0	19,4	15,9	15,8	15,7	15,5	15,6	14,1	13,9	14,3	13,6	12,2	12,7
10-25	21,5	21,7	16,9	14,9	16,1	14,7	14,4	15,6	15,8	13,0	12,0	13,2	12,2	11,4	11,0
<10			16,2	13,8	11,8	9,7	9,6	8,1	8,2	9,6	8,6	9,5	8,9	7,4	8,3
obszar poza miastami	14,8	11,9	13,7	10,3	13,0	10,0	9,3	9,3	9,6	8,7	8,0	8,5	7,5	7,0	7,0

Podobne wyniki i zależności dla analizowanych kategorii miast uzyskano również w przypadku wartości percentyla 99,8, przy najwyższych stężeniach w aglomeracjach i dużych miastach, zaś najniższych na obszarach poza miastami, przy zauważalnym spadku wartości w miarę zmniejszania się liczby mieszkańców miast w poszczególnych kategoriach (Rys. 13-9).



Rys. 13-9. Percentyl 99,8 ze stężeń 1-godz. dwutlenku azotu NO₂ w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2023 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Podobne zależności dla percentyla 99,8 jak dla stężeń średnich rocznych, zaobserwowano również w przypadku zmienności stężeń w miastach w okresie 2010-2024, przy zachowaniu widocznych różnic pomiędzy obszarami pozamiejskimi i miastami w kategoriach wynikających z liczby mieszkańców (Tab. 13-6).

Tab. 13-7. Zmiany percentyla 99,8 z ze stężeń 1-godz. dwutlenku azotu NO₂ w latach 2010-2024 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Kategoria miasta	Stężenie percentyla 99,8 [µg/m³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
>500	113,2	137,0	116,8	118,8	115,4	121,1	111,1	113,1	112,3	100,7	91,8	100,6	103,5	91,9	86,3
250-500	81,9	108,3	89,4	94,6	91,4	93,0	82,6	88,2	95,1	78,8	84,6	85,1	86,1	84,6	77,2
100-250	98,7	99,4	100,4	91,0	87,9	93,2	83,6	94,8	90,4	81,0	76,2	79,0	81,1	75,6	73,6
50-100	77,7	81,8	92,6	76,4	82,0	77,1	72,2	78,8	77,1	69,9	64,6	70,7	71,6	64,7	64,3
25-50	102,1	91,2	88,5	81,1	70,8	74,7	70,8	78,5	75,7	65,7	65,7	70,1	69,0	62,1	67,9
10-25	90,2	98,6	88,4	72,5	68,4	66,4	61,5	74,6	71,7	59,8	54,7	62,1	65,1	58,9	59,6
<10			72,3	58,3	60,3	53,7	47,2	62,3	44,3	55,4	47,4	53,9	59,3	49,3	49,9
obszar poza miastami	63,9	55,0	63,7	43,7	46,3	45,0	42,8	51,9	43,5	40,2	35,9	43,1	37,2	35,2	33,4

13.3. Epizody wysokich stężeń

Na rysunku 13-10 (a i b) pokazano przebieg dobowych stężeń NO₂ w 2024 roku na analizowanych stacjach pomiarowych. Dla poszczególnych stanowisk, każda wartość stężenia dobowego oznaczona jest kolorem, którego odcień zależy od stężenia - zgodnie ze skalą barw pokazaną w legendzie na dole rysunku. Miejsce puste (kolor biały) oznaczają, że dla tego dnia brak wyników pomiaru.

Analiza statystyczna rozkładów stężeń dobowych NO₂ pokazała, że w 2024 roku nie wystąpiły stężenia wyższe o 200% od średniego stężenia dobowego w skali kraju w okresie co najmniej 3 dni. Wystąpiły jednak dwa okresy wyższych stężeń trwające 3 dni, w których wystąpiły stężenia przekraczające 150% wartości średniej krajowej wynoszącej 20,5 µg/m³ (Tab. 13-8).

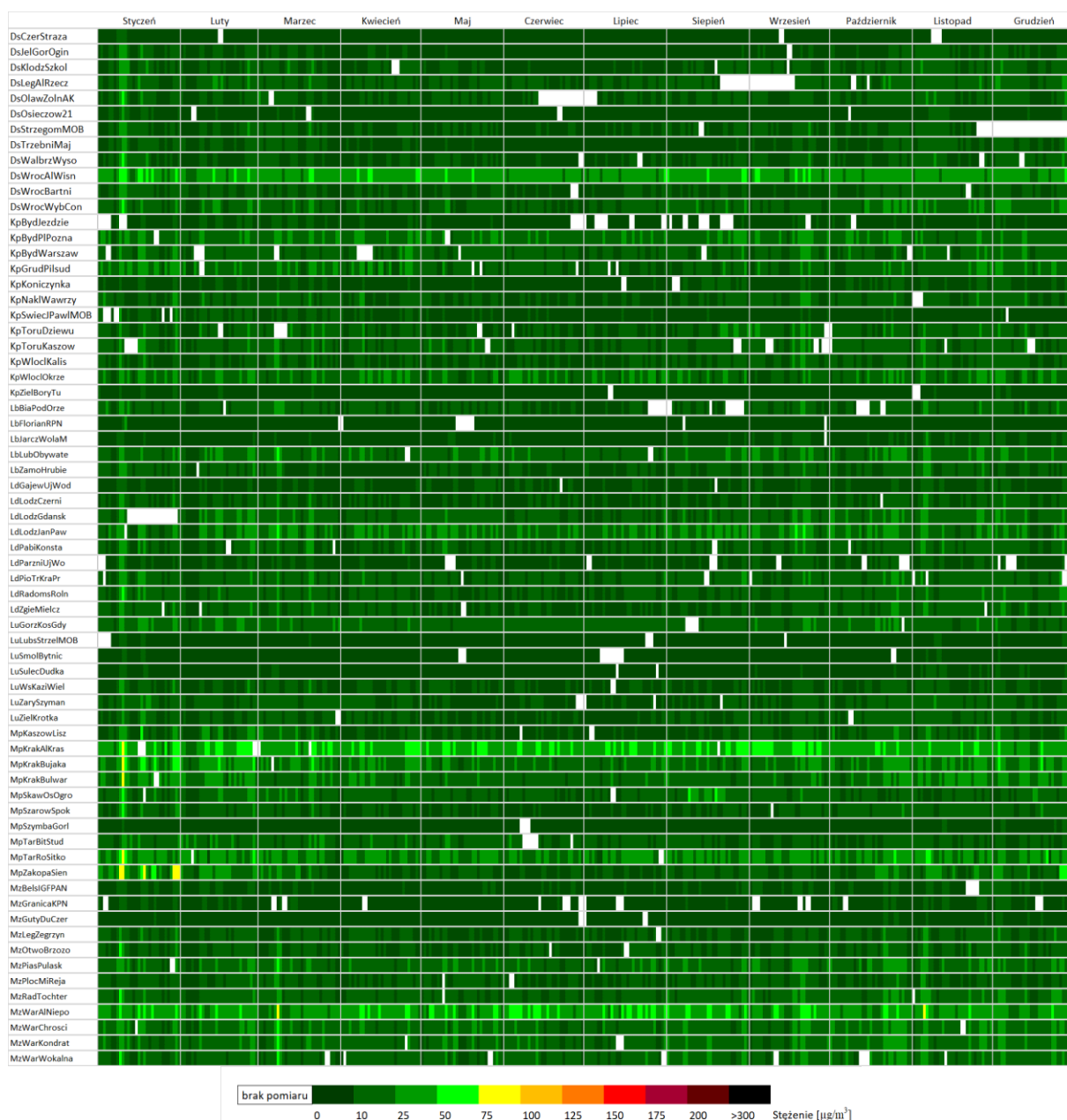
Tab. 13-8. Charakterystyka epizodu podwyższonych stężeń dwutlenku azotu NO₂ w 2024 roku

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

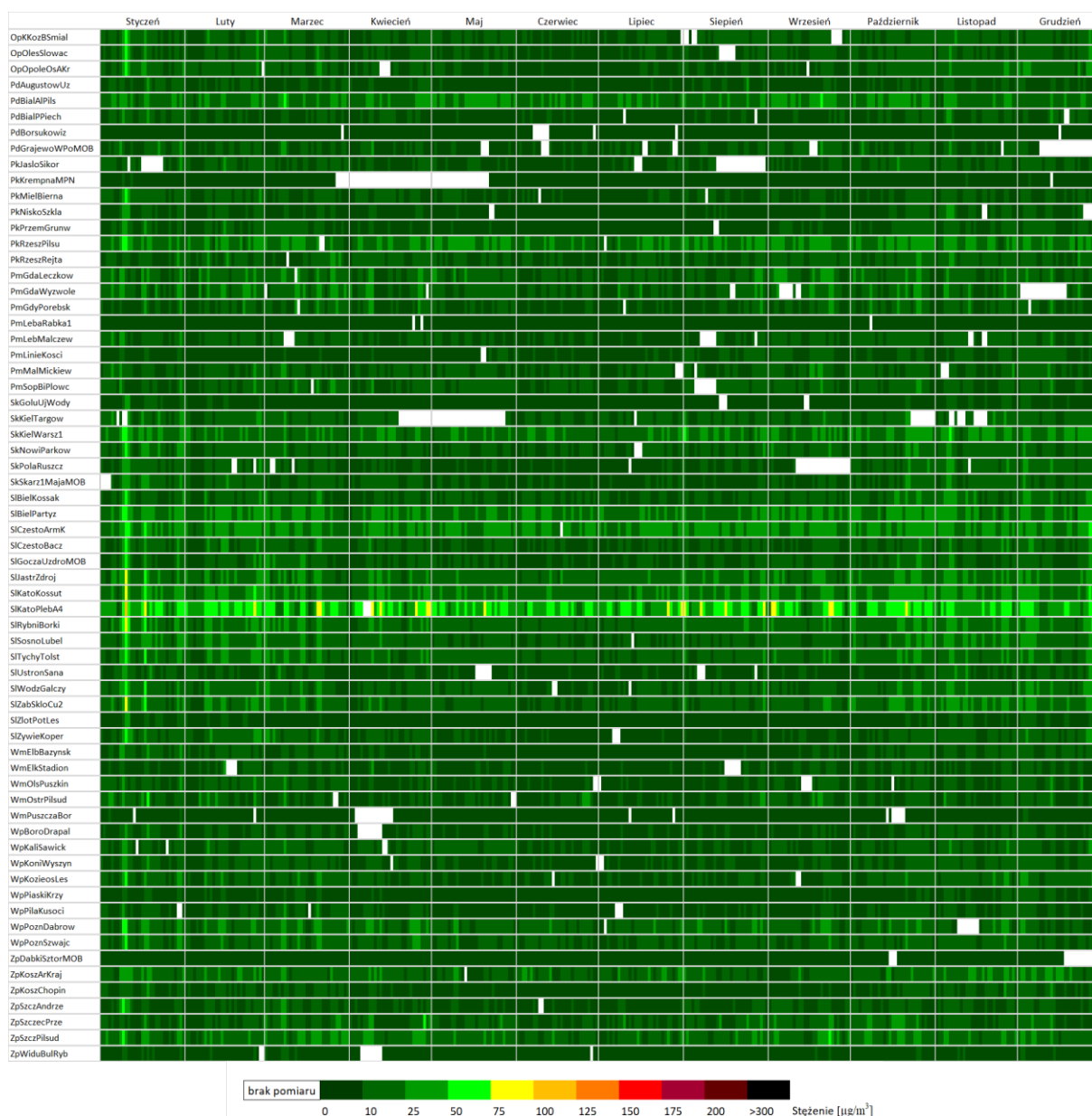
Epizod			Stężenie S24 podczas epizodu [µg/m ³]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu (20,5 µg/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2024-01-09 do 2024-01-11	3	80	0,62	32,05	102,28
2	od 2024-12-27 do 2024-12-29	3	28	1,85	20,96	69,47

Podczas pierwszego epizodu, który miał miejsce w styczniu, przekroczenie progu epizodu wystąpiło na 30% stacji (83 stacjach ze 132 analizowanych). Epizod charakteryzował się wysokimi stężeniami maksymalnymi w ciągu doby. Najwyższe stężenia dobowe NO₂ przekraczające wartość progową ponad 2-krotnie wystąpiły na stacjach pomiarowych zlokalizowanych głównie w województwach śląskim, dolnośląskim, opolskim i małopolskim oraz pojedynczymi stacjami w województwach środkowej Polski tj. mazowieckim, łódzkim, podkarpackim i świętokrzyskim (Rys. 13-11).

Epizod drugi z końca grudnia był znacznie słabszy. Przekroczenie progu epizodu wystąpiło na 28 stacjach pomiarowych, z czego przekraczających wartość progu ponad 2-krotnie na połowie stacji zlokalizowanych głównie w województwach śląskim i małopolskim (Rys. 13-12).



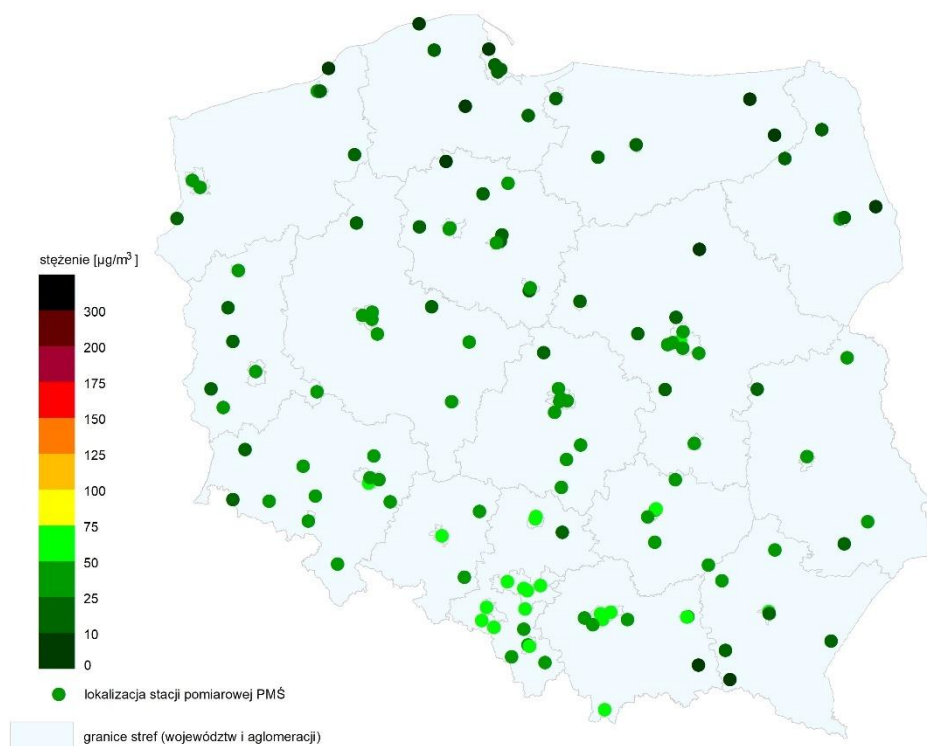
Rys. 13-10a. Zmiany średnich dobowych stężeń dwutlenku azotu NO_2 w 2024 r. (cz. 1)
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



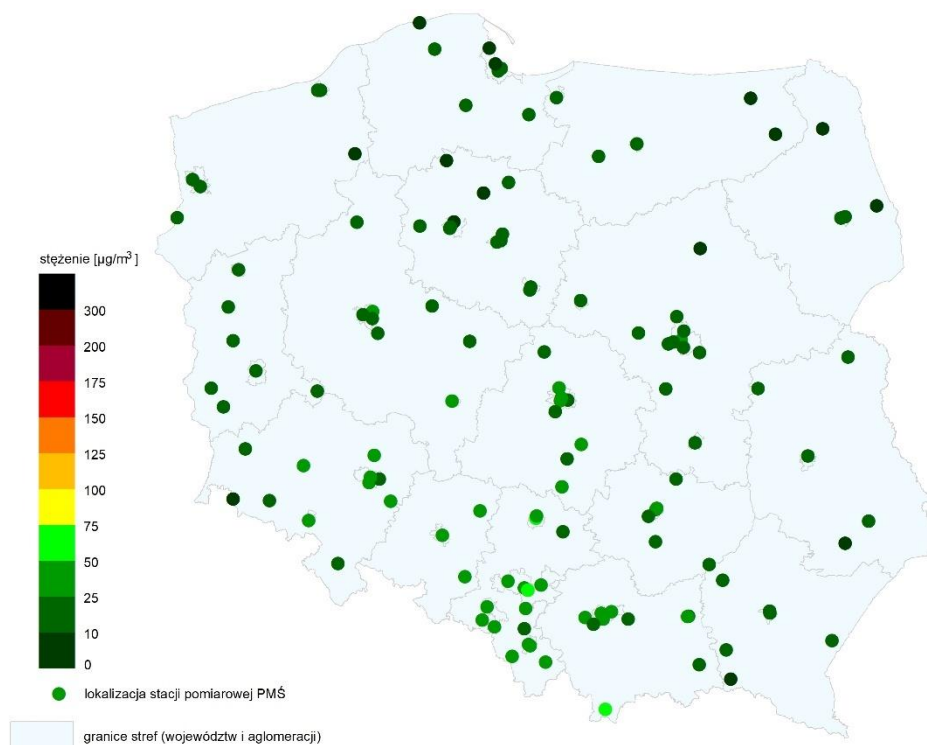
Rys. 13-10b. Zmiany średnich dobowych stężeń dwutlenku azotu (NO_2) w 2024 r. (cz. 2)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Na mapie Polski przedstawiono graficznie wyniki pomiarów na poszczególnych stacjach w okresie trwania drugiego epizodu podwyższonych stężeń, stosując skalę barwną (zielone – najniższe wartości, przez żółte i pomarańczowe – średnie do brązowych i czarnych – najwyższe). Szczegółowy opis epizodu znajduje się przed rysunkiem.



Rys. 13-11. Stężenia średnie dwutlenku azotu NO_2 w okresie epizodu wysokich stężeń (09-11.01.2024)
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 13-12. Stężenia średnie dwutlenku azotu NO_2 w okresie epizodu wysokich stężeń (27-29.12.2024)
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Na żadnym stanowisku pomiarowym w kraju w 2024 roku (podobnie jak w latach ubiegłych) nie stwierdzono przekroczeń poziomu alarmowego określonego dla NO_2 .

14. Stężenia dwutlenku siarki SO₂

W niniejszym rozdziale przedstawiono podsumowanie wyników pomiarów stężeń dwutlenku siarki SO₂ na stacjach PMŚ w Polsce w 2024 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2024. Ocenę wykonano z odniesieniem do określonych prawnie kryteriów ustanowionych w celu ochrony zdrowia, podanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2021 r. poz. 845).

Tab. 14-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza dwutlenku siarki SO₂

Kryterium	Okres uśredniania stężeń	Stężenie kryterialne [µg/m ³]	Wartość uwzględniona w ocenie [µg/m ³] ^{****)}	Parametr odpowiadający wartości normowanej
poziom dopuszczalny ^{*)}	24 godziny	125 ^{**)}	125,0	Percentyl 99,2
	1 godzina	350 ^{***)}	350,5	Percentyl 99,7
poziom alarmowy	1 godzina	500	500,5	S1h

Objaśnienia

^{*)} standard jakości powietrza

^{**)} dopuszcza się przekroczenie tego poziomu 3 razy w roku

^{***)} dopuszcza się przekroczenie tego poziomu 24 razy w roku

^{****)} zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu dopuszczalnego sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego do całości.



Rys. 14-1. Stacje pomiarowe dwutlenku siarki SO₂ w 2024 r. uwzględnione w ocenie

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Ocenę zanieczyszczenia powietrza SO₂ w 2024 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 86 stanowisk pomiarowych, w tym 1 komunikacyjnej, 62 tła miejskiego, 5 podmiejskich i 18 pozamiejskich (Rys. 13-1).

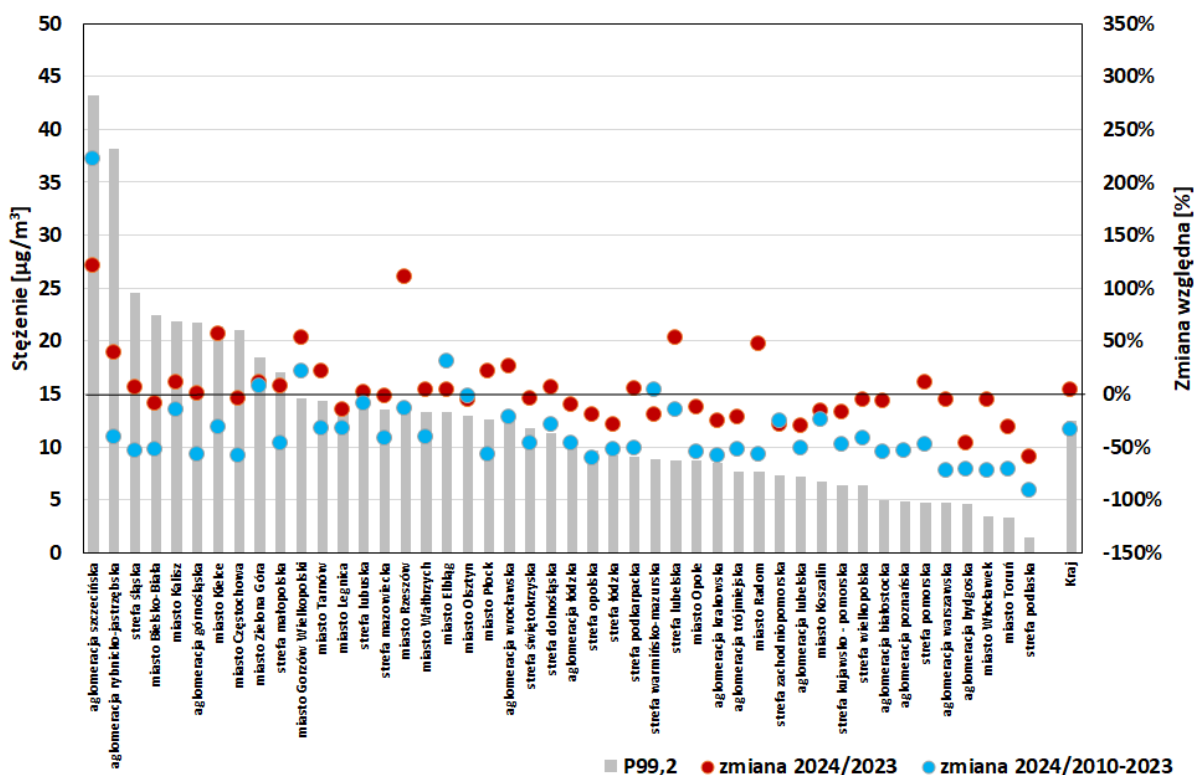
14.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla dwutlenku siarki (SO₂) w 2024 roku w zakresie stężeń odniesionych do poziomów dopuszczalnych określonych dla 1-godzinnego i dobowego narażenia w kraju oraz w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok oraz w stosunku do średniej z wielolecia 2010-2023. Przedstawione analizy zawierają również ocenę zmian oraz relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji w miastach o różnej liczbie mieszkańców.

Stężenie średnie dobowe SO₂ definiowane za pomocą percentyla 99,2 uśrednione na obszarze kraju z wartości średnich dla stref w 2024 roku wyniosło 12,5 µg/m³ przy średniej rocznej na poziomie 3,8 µg/m³. Największe wartości percentyla 99,2 (przekraczające 35 µg/m³) dotyczyły aglomeracji szczecińskiej i rybnicko-jastrzębskiej, zaś najniższe (nieprzekraczające 2 µg/m³) odnotowano dla strefy podlaskiej oraz Torunia. W 25 strefach na 45 analizowane (w aglomeracji poznańskiej nie prowadzono pomiarów SO₂ w 2023 roku) zanotowano spadek stężeń percentyla 99,2 w stosunku do roku wcześniejszego, największy w strefie podlaskiej (blisko -60%). Wysokie, ponad 40% spadki stężeń dotyczyły również aglomeracji bydgoskiej. W pozostałych 20 strefach wartość percentyla 99,2 z roku na rok wzrosła, najbardziej zauważalnie w aglomeracji szczecińskiej Rzeszowie o ponad 100% (Rys. 14-2, Tab. 14-2).

Odnosząc wartości stężeń percentyla 99,2 z 2024 roku do średniej z okresu 2010-2023 zauważalny jest spadek stężeń na obszarach 41 z 46 analizowanych stref. Na uwagę zasługuje w szczególności spadek wynoszący ponad 90% dla strefy podlaskiej. Wyższe stężenie w 2024 roku w stosunku do średniej z wielolecia zanotowano dla 5 stref, największy przekraczający 200% dla aglomeracji szczecińskiej (Rys. 14-2 i Tab. 14-2).

W 2024 roku przekroczenie standardu jakości powietrza dla stężeń średnich dobowych w Polsce nie wystąpiło (Tab. 14-2).



Rys. 14-2. Percentyl 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. SO_2 w 2024 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2023

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Uśredniona wartość percentyla 99,7 ze stężeń 1-godz. dwutlenku siarki SO_2 na obszarze kraju uzyskana z wartości obliczonych dla w poszczególnych stref w 2024 roku wyniosła $22,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Uzyskane wyniki pokazują znaczne różnice pomiędzy strefami. Największe wartości średnie percentyla 99,7 przekraczające $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, odnotowano dla aglomeracji szczecińskiej i rybnicko-jastrzębskiej, zaś najmniejsze, nie przekraczające $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dla strefy podlaskiej i miasta Toruń (Rys. 14-2, Tab. 14-3). W przypadku 25 stref na 45 analizowane (w aglomeracji poznańskiej nie prowadzono pomiarów w 2023 roku) zanotowano spadek wartości percentyla 99,7, największy (ponad 50%) dotyczył strefy podlaskiej. Na obszarze pozostałych 20 stref, stężenia tego parametru wzrosły z roku na rok, najbardziej zauważalnie w aglomeracji szczecińskiej (o ponad 215%) i Rzeszowie (blisko 91%).

Analiza zmian wartości percentyla 99,7 w 2024 roku w stosunku do średniej uzyskanej z okresu 2010-2023 wskazuje na dominujące spadki. Taka sytuacja dotyczyła 41 spośród 46 stref. Najbardziej widoczne spadki (przekraczające 75%) dotyczyły strefa podlaskiej i aglomeracji warszawskiej. Obserwowane wzrosty dotyczyły zaledwie 5 stref, przy czym bardzo wysokiego (blisko 390%) dla aglomeracji szczecińska (Rys. 14-2 i Tab. 14-3).

Przekroczenie standardu jakości powietrza określonego dla stężeń 1-godz. SO_2 w 2024 roku nie wystąpiło na żadnej stacji w Polsce (Tab. 14-3).

Tab. 14-2. Parametry jakości powietrza dla dwutlenku siarki SO₂ w 2024 r. (stężenie średnie dobowe, percentyl 99,2).

Kolorem czerwonym zaznaczono wzrosty stężeń

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Sa [µg/m³]	Liczba stacji [-]		P 99,2 [µg/m³]			Zmiana względna P99,2 [%]		Liczba dni z S24 >125 µg/m³ [-]
				Uwzgl. w ocenie	z P99,2 >125 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2024/2023	2024 / 2010-2023	
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	6,1	1		12,4	12,4	12,4	25,3%	-22,6%	
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	6,0	1		14,0	14,0	14,0	-15,8%	-32,8%	
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	6,6	1		13,4	13,4	13,4	3,0%	-40,7%	
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	5,8	2		8,4	11,3	14,2	5,6%	-29,7%	
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	1,6	1		4,6	4,6	4,6	-46,9%	-72,0%	
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1,1	1		3,3	3,3	3,3	-31,3%	-71,3%	
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	0,9	1		3,4	3,4	3,4	-5,4%	-73,1%	
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	2,1	2		4,9	6,4	7,9	-17,2%	-48,5%	
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	3,2	1		7,2	7,2	7,2	-30,4%	-51,4%	
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	2,4	4		5,6	8,7	11,3	52,9%	-15,6%	
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	7,5	1		14,6	14,6	14,6	52,5%	21,7%	
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	8,3	1		18,4	18,4	18,4	10,4%	7,2%	
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	6,5	3		5,0	13,7	18,6	0,8%	-9,7%	
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	2,3	2		9,4	10,4	11,4	-10,0%	-47,1%	
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1,9	3		4,8	9,2	16,2	-29,2%	-52,6%	
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	3,5	2		7,3	8,5	9,7	-25,4%	-58,1%	
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	5,2	1		14,4	14,4	14,4	21,5%	-32,5%	
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	4,7	5		5,7	17,1	34,2	6,6%	-46,8%	
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	1,2	1		4,7	4,7	4,7	-5,6%	-72,2%	
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	4,6	2		11,5	12,6	13,7	21,3%	-58,0%	
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1,4	1		7,6	7,6	7,6	47,0%	-57,5%	
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	2,9	4		4,0	13,5	32,6	-2,6%	-42,4%	
opolskie	PL1601	miasto Opole	2,8	1		8,7	8,7	8,7	-13,4%	-54,6%	
opolskie	PL1602	strefa opolska	4,3	1		9,7	9,7	9,7	-19,9%	-61,0%	
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1,7	1		13,5	13,5	13,5	110,0%	-14,2%	
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	2,4	3		6,5	9,1	10,8	5,2%	-51,5%	
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	0,7	1		5,0	5,0	5,0	-6,9%	-55,7%	
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	0,4	1		1,5	1,5	1,5	-59,6%	-91,4%	
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	3,1	3		6,5	7,7	9,8	-22,2%	-53,2%	
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	1,8	3		2,2	4,7	6,1	10,4%	-48,3%	
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	6,0	3		15,4	21,7	28,4	-0,1%	-57,4%	
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	6,9	1		38,1	38,1	38,1	39,1%	-40,5%	

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Sa [µg/m³]	Liczba stacji [-]		P 99,2 [µg/m³]			Zmiana względna P99,2 [%]		Liczba dni z S24 >125 µg/m³ [-]
				Uwzgl. w ocenie	z P99,2 >125 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2024/ 2023	2024 / 2010-2023	
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	4,5	1		22,4	22,4	22,4	-9,7%	-53,3%	
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	4,6	1		21,1	21,1	21,1	-4,2%	-58,9%	
śląskie	PL2405	strefa śląska	5,8	6		10,0	24,6	47,8	6,0%	-53,8%	
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	4,3	1		21,4	21,4	21,4	55,8%	-32,2%	
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	3,5	4		8,8	11,8	16,2	-4,7%	-47,1%	
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	6,6	1		12,9	12,9	12,9	-5,8%	-2,3%	
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	5,0	1		13,3	13,3	13,3	3,1%	30,0%	
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	3,3	2		1,7	8,9	16,0	-19,9%	3,6%	
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	2,4	1		4,9	4,9	4,9	brak danych z 2024 r.	-54,1%	
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	5,9	1		21,9	21,9	21,9	10,6%	-15,7%	
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	2,3	3		4,0	6,4	9,4	-5,8%	-41,7%	
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	5,2	2		34,5	43,3	52,0	121,1%	221,7%	
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	3,5	1		6,7	6,7	6,7	-16,5%	-24,5%	
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	2,5	2		5,2	7,3	9,5	-29,1%	-26,1%	
Kraj			3,8	86	0	1,5	12,5	52,0	3,8%	-34,5%	0

Tab. 14-3. Parametry jakości powietrza dla dwutlenku siarki SO₂ w 2024 r. (stężenie 1-godzinne, percentyl 99,7).

Kolorem czerwonym zaznaczono wzrosty stężeń

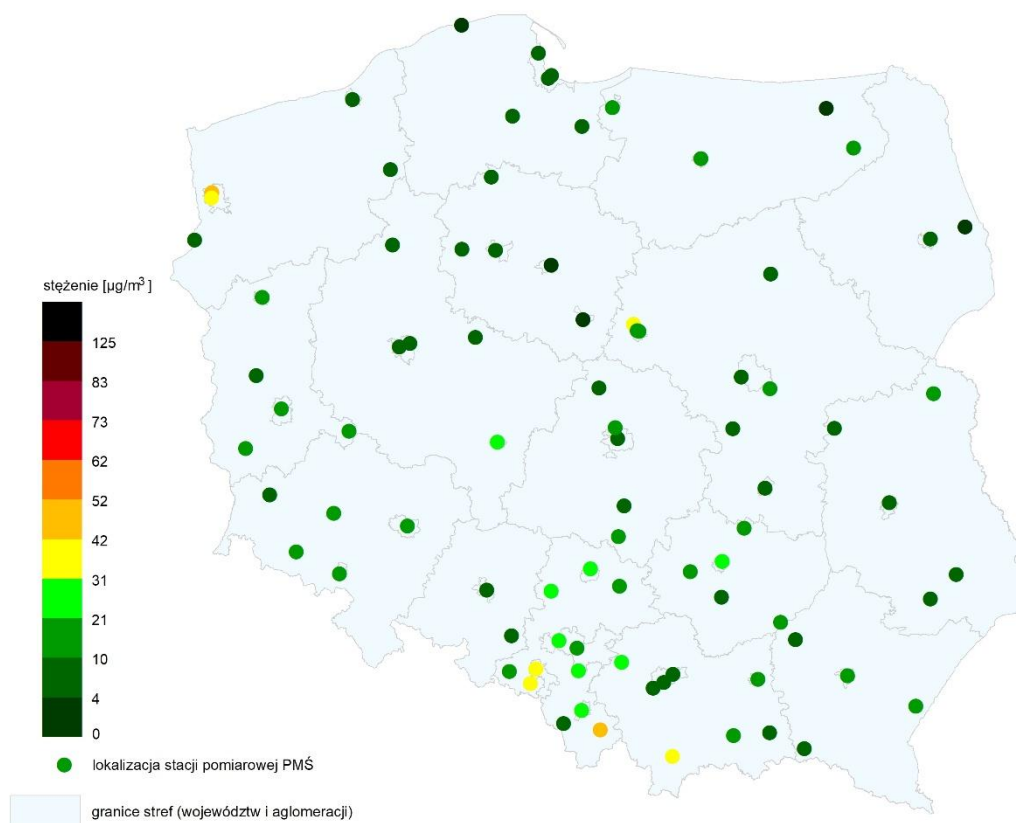
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji uwzględnionych w ocenie [-]	P 99,7 [µg/m³]			Zmiana względna P99,7 [%]		Liczba godzin z S1h >350 µg/m³ [-]
				Min.	Śred.	Maks.	2024/2023	2024 /2010-2023	
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	1	14,7	14,7	14,7	12,2%	-45,3%	
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1	23,3	23,3	23,3	-28,2%	-47,2%	
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1	25,4	25,4	25,4	25,5%	-35,9%	
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	2	11,2	15,9	20,5	-0,8%	-41,2%	
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	1	8,3	8,3	8,3	-42,4%	-72,2%	
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1	5,6	5,6	5,6	-30,0%	-70,1%	
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1	6,1	6,1	6,1	5,2%	-71,2%	
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	2	6,5	10,1	13,7	-19,6%	-53,5%	

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji uwzględnionych w ocenie [-]	P 99,7 [µg/m³]			Zmiana względna P99,7 [%]		Liczba godzin z S1h >350 µg/m³ [-]
				Min.	Śred.	Maks.	2024/2023	2024 /2010-2023	
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1	10,9	10,9	10,9	-29,2%	-53,0%	
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	3	11,3	16,1	20,7	43,6%	-29,1%	
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1	16,2	16,2	16,2	43,3%	5,4%	
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1	22,4	22,4	22,4	13,0%	1,5%	
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	3	6,0	16,9	24,6	7,2%	-25,4%	
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	2	17,3	19,9	22,4	-5,3%	-43,2%	
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	3	8,1	19,1	33,2	-15,7%	-45,5%	
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	2	16,5	16,8	17,0	-19,3%	-49,0%	
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1	34,7	34,7	34,7	34,8%	-18,0%	
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	5	7,2	27,0	50,8	-2,8%	-50,2%	
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	1	7,8	7,8	7,8	-7,1%	-78,5%	
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	2	18,9	23,3	27,6	4,3%	-67,8%	
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1	13,3	13,3	13,3	42,6%	-55,4%	
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	4	6,5	32,0	83,1	-0,9%	-32,2%	
opolskie	PL1601	miasto Opole	1	12,3	12,3	12,3	-11,7%	-60,5%	
opolskie	PL1602	strefa opolska	1	14,8	14,8	14,8	-23,4%	-63,1%	
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1	28,4	28,4	28,4	90,9%	4,4%	
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	3	10,8	17,6	23,4	5,9%	-49,8%	
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	1	9,0	9,0	9,0	-5,3%	-57,4%	
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1	2,8	2,8	2,8	-65,2%	-89,6%	
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	3	13,7	16,1	20,1	-11,3%	-61,0%	
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	2	10,7	13,3	15,8	59,0%	-20,6%	
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	3	27,0	36,9	43,4	13,8%	-53,0%	
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	1	58,0	58,0	58,0	34,4%	-45,8%	
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1	30,8	30,8	30,8	-1,8%	-56,0%	
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1	39,9	39,9	39,9	2,4%	-53,2%	
śląskie	PL2405	strefa śląska	6	17,1	40,6	75,0	1,2%	-52,2%	
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1	32,2	32,2	32,2	29,8%	-31,2%	
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	4	17,9	25,7	32,0	22,9%	-33,3%	
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1	18,3	18,3	18,3	-0,9%	-23,6%	
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1	19,8	19,8	19,8	-15,5%	-1,1%	
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	2	3,0	15,8	28,5	-23,4%	4,4%	
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	1	7,4	7,4	7,4	brak danych z 2024 r.	-52,0%	
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1	34,0	34,0	34,0	-8,9%	-30,5%	
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	3	6,0	11,1	18,4	-4,8%	-41,3%	

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji uwzględnionych w ocenie [-]	P 99,7 [µg/m³]			Zmiana względna P99,7 [%]		Liczba godzin z S1h >350 µg/m³ [-]
				Min.	Śred.	Maks.	2024/2023	2024 /2010-2023	
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	2	116,7	140,4	164,1	215,1%	379,0%	
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1	10,0	10,0	10,0	-17,6%	-25,1%	
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	2	11,2	20,0	28,8	-16,2%	-1,7%	
Kraj			84	2,8	22,6	164,1	6,7%	-32,4%	0

Rozkład przestrzenny percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. SO_2 na poszczególnych stacjach pomiarowych w roku 2024 wykazuje na najwyższe stężenia na stacjach zlokalizowanych w województwie zachodniopomorskim oraz w południowej części kraju – w województwie śląskim oraz na jednej stacji w województwie mazowieckim (Rys. 14-2 i 14-4).



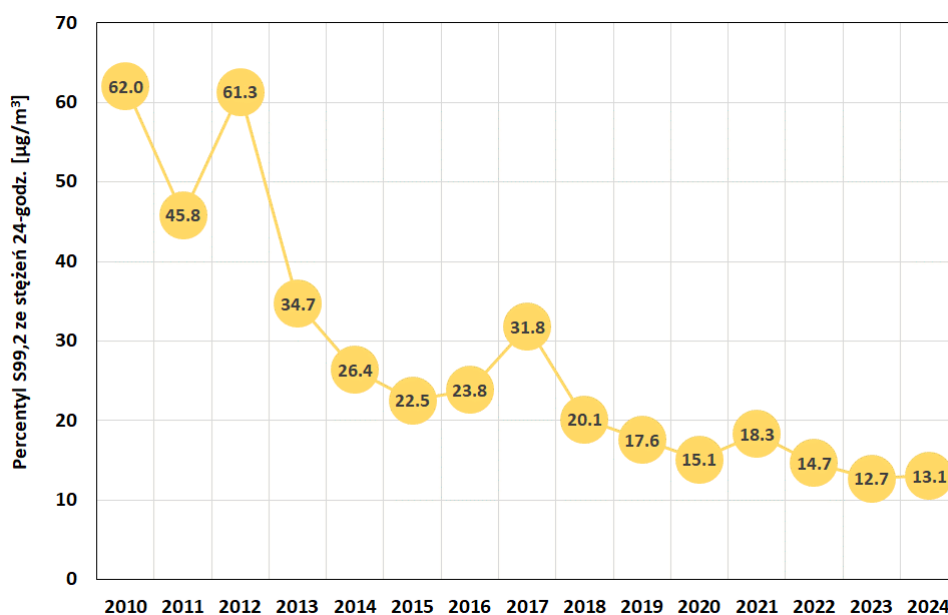
Rys. 14-4. Percentyl 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. dwutlenku siarki SO_2 na stacjach pomiarowych w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Wyniki analiz zmian percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. SO_2 uśrednionych w kraju ze wszystkich stacji w poszczególnych latach w okresie 2010-2024 wskazują na istotny statystycznie trend malejący, bardzo wyraźnie zaznaczony od roku 2012, z niewielkim wzrostem w roku 2017. Wartość percentyla 99,2 w 2024 roku była, obok stężenia w 2023 roku, najniższą w analizowanym wieloleciu (Rys. 14-5a). Amplituda stężeń percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. w rozważanym okresie 2010-2024 wyniosła aż $49,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

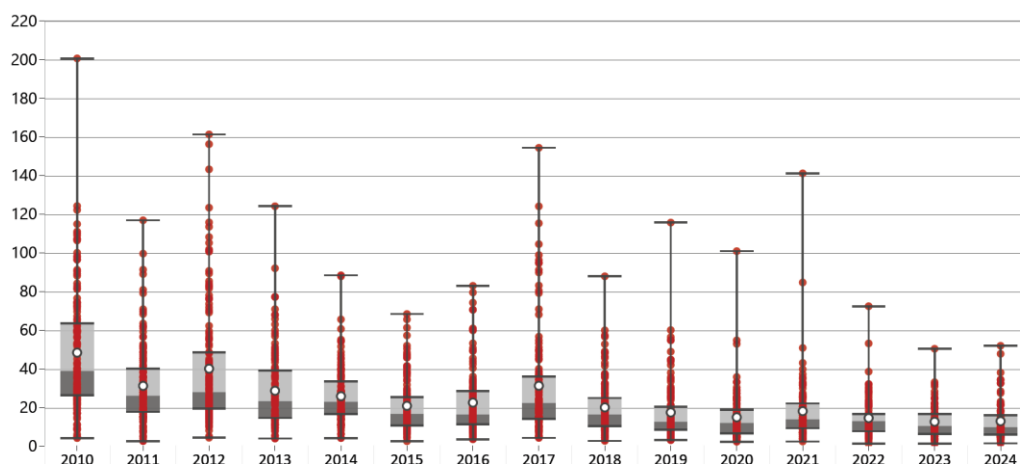
Rozkłady statystyczne stężeń na poszczególnych stacjach pomiarowych w latach 2010-2024 wskazują na znaczną rozpiętość stężeń, a szczególności występowanie lokalnie wartości znacznie wyższych od wartości średnich (Rys. 14-5b).

Należy zaznaczyć, że w latach 2010-2013 pomiary SO_2 były prowadzone na 31-37 stacjach w kraju w zależności od roku, podwojeniu liczby stacji w 2013 (53) oraz niemal potrojeniu w 2014 (122) i niewielkim wzroście do roku 2018 (130 stacji). Od tego roku liczba stacji wykonujących pomiary SO_2 do chwili obecnej nieznacznie spadła i utrzymuje się w granicach około 100 stacji. Liczba stacji może mieć wpływ na uzyskane wyniki.



Rys. 14-5a. Zmiany percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. dwutlenku siarki SO₂ w Polsce w okresie 2010-2024

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 14-5b. Zmiany percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. (w µg/m³) dwutlenku siarki SO₂ w Polsce w okresie 2010-2024 na stacjach pomiarowych

Wykres pudełkowy przedstawia parametry rozkładu statystycznego stężeń: wartość średnią (biała kropka „w pudełku”), 1 i 3 kwartył (dolna i górna krawędź „pudełka”), medianę (poziom pomiędzy jasno i ciemno szarym obszarem „pudełka”), minimum i maksimum (wąsy) oraz stężenia na pojedynczych stacjach (czerwone kropki).

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

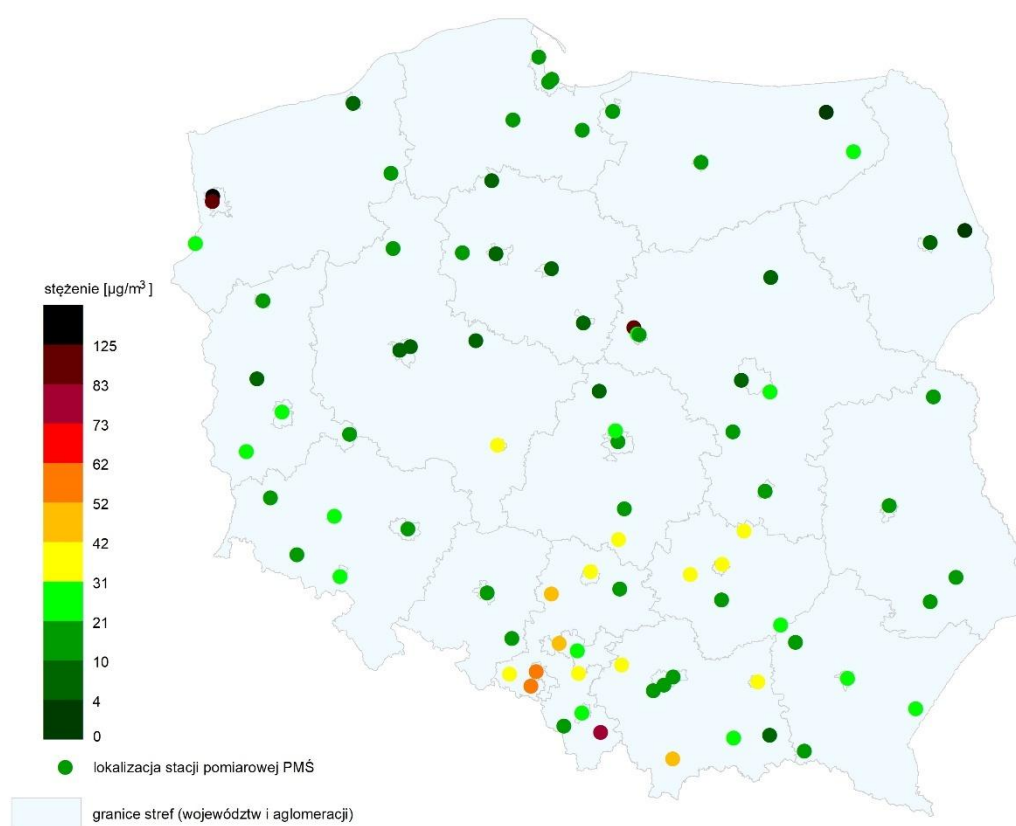
Analiza zmienności stężeń pomiędzy typami stacji wskazuje, że najczęściej najwyższe stężenia percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. SO₂ notowane były na stacjach miejskich i komunikacyjnych, zaś najniższe na pozamiejskich. Wyjątek od tej reguły stanowił okres w latach 2019-2022 gdy najwyższe stężenia obserwowane były na stacjach podmiejskich. W 2024 roku najwyższe wartości percentyla 99,2 uzyskano na stacji komunikacyjnej, zaś wyraźnie najniższe na stacjach pozamiejskich (Tab. 14-4).

Tab. 14-4. Zmiany percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. dwutlenku siarki SO₂ w latach 2010-2024 z uwzględnieniem typów stacji

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Stężenie percentyla 99,2 [µg/m³]																
Typ stacji	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
komunikacyjna	106,5	58,5	92,4	33,8	26,8	20,1	24,3	36,1	19,2	14,4	12,6	17,8	10,9	19,6	34,5	
miejska	69,4	50,6	66,1	41,5	28,8	25,4	26,8	36,3	23,3	19,4	16,4	19,6	16,2	14,6	14,8	
podmiejska	23,6	25,9	42,5	22,0	19,6	15,3	16,2	20,6	15,6	22,9	25,3	34,1	21,2	11,1	12,4	
pozamiejska	39,3	28,5	29,3	19,3	16,2	11,6	10,8	15,4	8,9	8,3	6,9	8,2	7,0	6,3	6,1	

Rozkład przestrzenny percentyla 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. SO₂ na poszczególnych stacjach w roku 2024 wykazuje na większe zróżnicowanie stężeń, niż w przypadku percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz., z wyraźnym zaznaczeniem obszarów południowej Polski (województwo śląskie i małopolskie) oraz dużych miast (Warszawa, Szczecin) - Rys. 14-3 i 14-6.



Rys. 14-6. Percentyl 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. dwutlenku siarki SO₂ na stacjach pomiarowych w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Podobne były również zależności w zakresie zmienności stężeń z uwzględnieniem typu stacji przy zauważalnych wyraźniejszych wzrostach i różnicach stężeń pomiędzy stacjami podmiejskimi, a miejskimi w ostatnich latach, z najwyższą wartością na stacjach komunikacyjnych w ostatnich dwóch latach i podmiejskimi w latach 2019-2022 (Tab. 14-5).

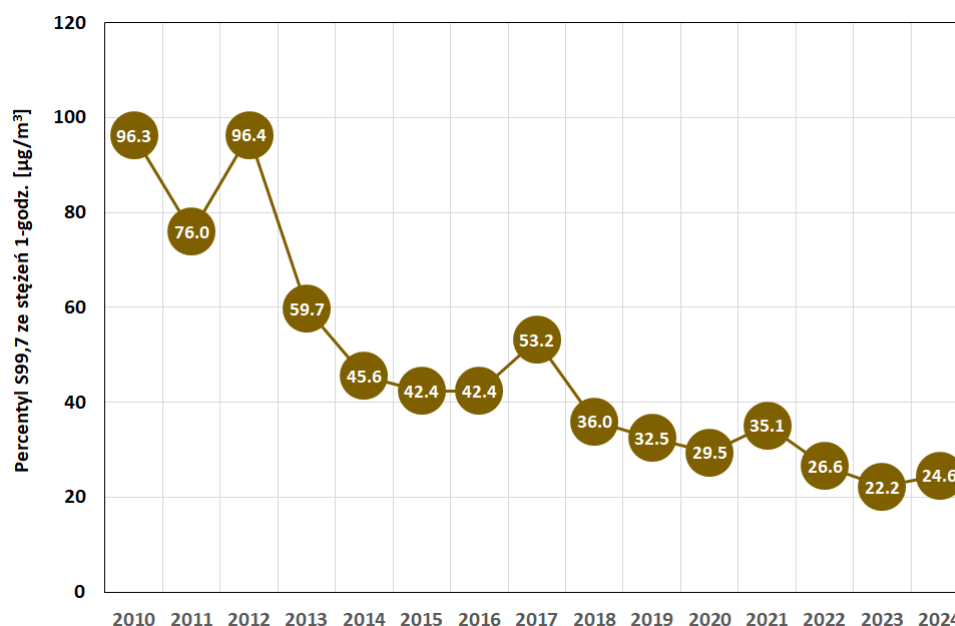
Tab. 14-5. Zmiany percentyla 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. dwutlenku siarki SO₂ w latach 2010-2024 z uwzględnieniem typów stacji

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Stężenie P99,7 [µg/m ³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
komunikacyjna	162,0	94,5	138,5	56,4	41,5	34,2	38,8	59,4	35,5	24,7	19,5	36,7	19,5	44,6	116,7
miejska	107,4	84,5	104,0	72,0	49,4	47,1	47,2	59,6	41,2	35,3	30,2	36,4	28,5	24,3	26,2
podmiejska	37,7	42,0	66,9	38,8	36,6	30,5	34,8	37,3	28,6	51,5	84,8	89,8	54,5	30,5	35,2
pozamiejska	63,6	47,2	48,1	31,3	29,2	23,3	19,3	26,7	15,7	14,4	11,8	14,6	12,1	11,1	10,8

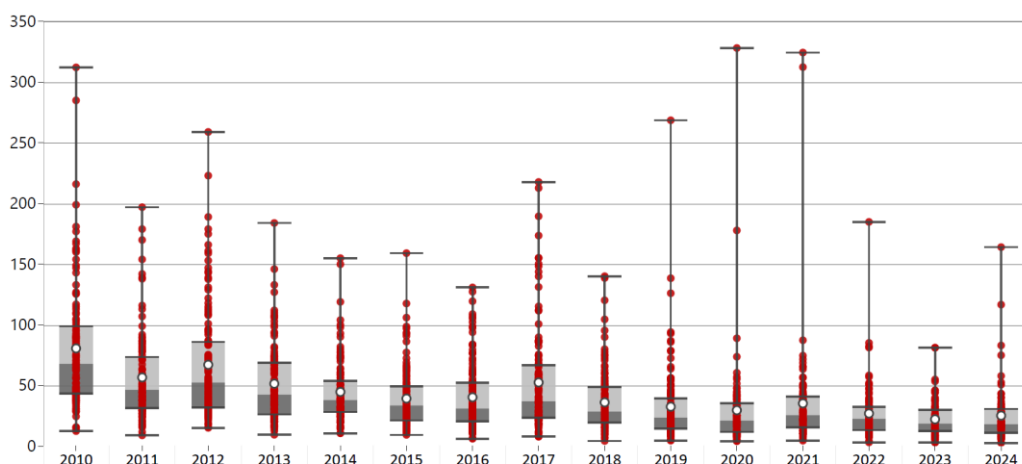
Zmiany wartości percentyla 99,7 w okresie 2010-2024 wykazywały identyczne zależności, jak w przypadku percentyla 99,2 z zarysowanym istotnym statystycznie trendem malejącym (Rys. 14-7a). Amplituda percentyla 99,7 w okresie 2010-2024 była wyższa i wyniosła 74,1 µg/m³ przy podobnej zmienności liczby stacji, jak opisano przy ocenie zmian stężeń dla percentyla 99,2.

Rozkłady statystyczne stężeń na poszczególnych stacjach pomiarowych w latach 2010-2024 wskazują na znaczną rozpiętość stężeń, a szczególności występowanie lokalnie wartości znacznie wyższych od wartości średnich w latach 2020-2021 (Rys. 14-7b).



Rys. 14-7a. Zmiany percentyla 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. SO₂ w Polsce w okresie 2010-2024

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



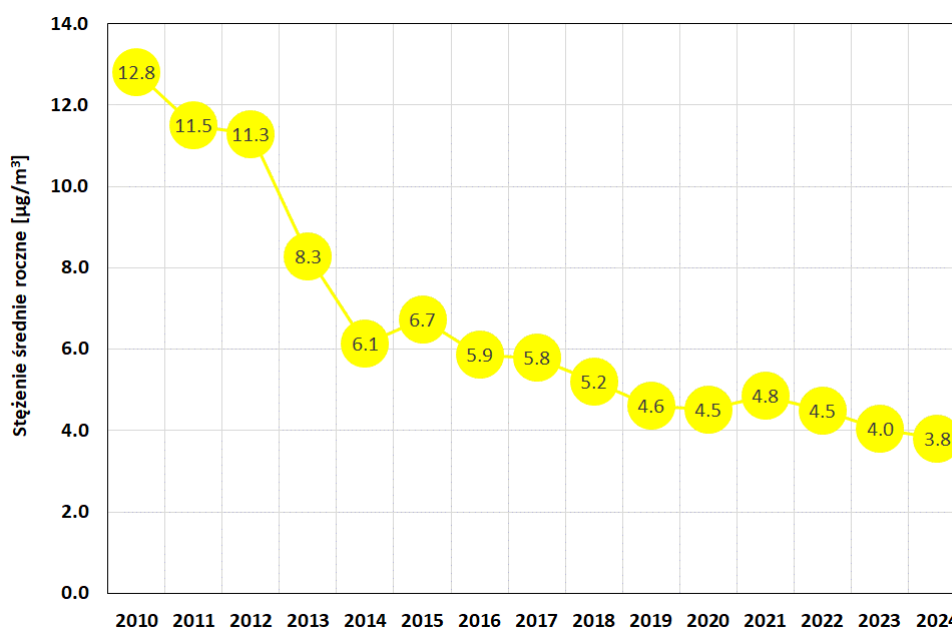
Rys. 14-7b. Zmiany percentyla 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. (w $\mu\text{g}/\text{m}^3$) SO_2 w Polsce w okresie 2010-2024 na stacjach pomiarowych

Wykres pudełkowy przedstawia parametry rozkładu statystycznego stężeń: wartość średnią (biała kropka „w pudełku”), 1 i 3 kwartyl (dolna i górna krawędź „pudełka”), medianę (poziom pomiędzy jasno i ciemno szarym obszarem „pudełka”), minimum i maksimum (wąsy) oraz stężenia na pojedynczych stacjach (czerwone kropki).

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

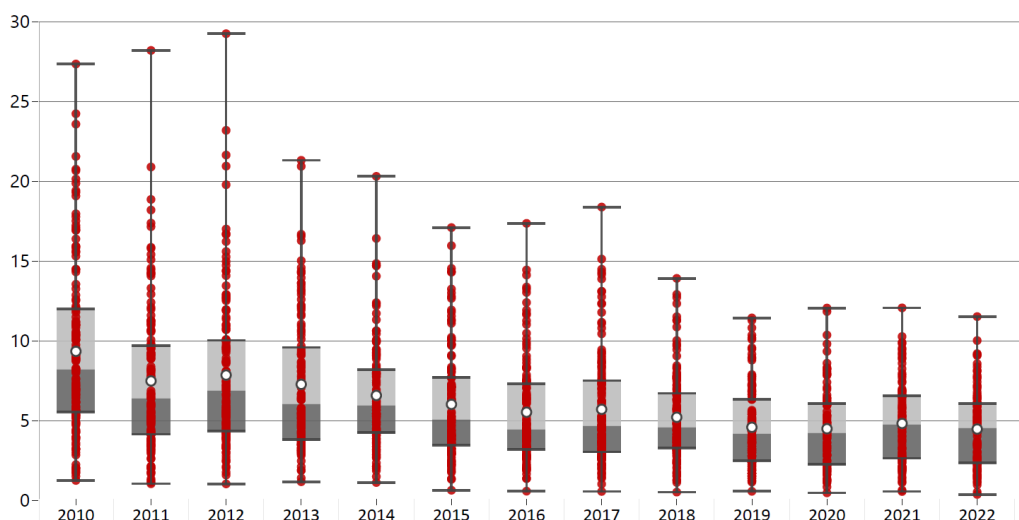
Wyraźny istotny statystycznie trend malejący stężeń dwutlenku siarki SO_2 obserwuje się również w przypadku nienormowanego parametru, jakim jest stężenie średnie roczne, ustabilizowany od 2015 roku. Obliczone stężenie średnie roczne na podstawie wyników rocznych ze wszystkich stacji w 2024 roku było najniższe w analizowanym wieloleciu, przy amplitudzie w okresie 2010-2024 wynoszącej $9,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Rys. 14-8a).

Rozkłady statystyczne stężeń na poszczególnych stacjach pomiarowych w latach 2010-2024 wskazują na znaczną rozpiętość stężeń, a szczególności występowanie lokalnie wartości znacznie wyższych od wartości średnich widoczny w latach wcześniejszych (Rys. 14-8b).



Rys. 14-8a. Zmiany stężenia średniego rocznego dwutlenku siarki SO_2 w Polsce w okresie 2010-2024

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



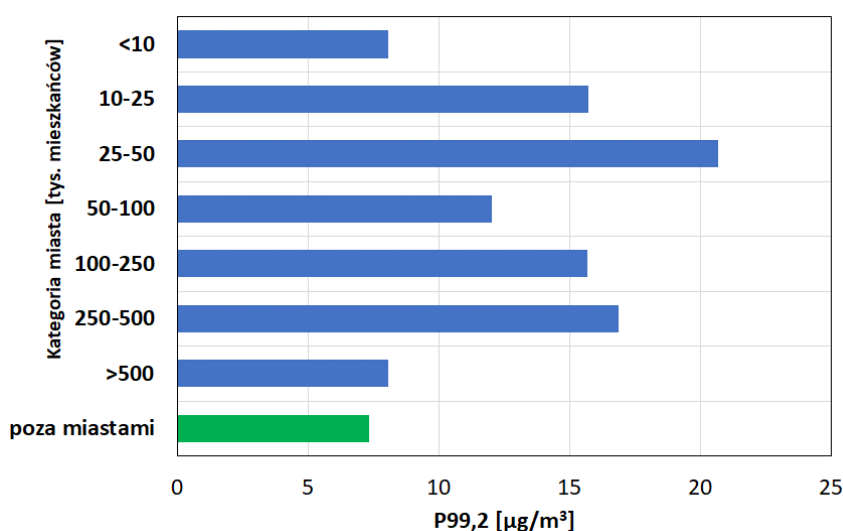
Rys. 14-8b. Zmiany stężenia średniego rocznego (w $\mu\text{g}/\text{m}^3$) dwutlenku siarki SO_2 w Polsce w okresie 2010-2024 na stacjach pomiarowych

Wykres pudełkowy przedstawia parametry rozkładu statystycznego stężeń: wartość średnią (biała kropka „w pudełku”), 1 i 3 kwartyl (dolna i górna krawędź „pudełka”), medianę (poziom pomiędzy jasno i ciemno szarym obszarem „pudełka”), minimum i maksimum (wąsy) oraz stężenia na pojedynczych stacjach (czerwone kropki).

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

14.2. Jakość powietrza w miastach

Przeprowadzona analiza różnic uśrednionych stężeń percentyla 99,2 ze stężeń 24-godz. SO_2 dla miast w poszczególnych kategoriach liczebności populacji w 2024 roku wykazała, że najwyższe wartości obserwuje się w miastach o liczbie mieszkańców w granicach 25-50 tys. oraz 250-500 tys. mieszkańców. Nieco niższe stężenia dotyczą miast w kategorii 10-25 tys. Zdecydowanie najniższe stężenia obserwowane były dla obszarów pozamiejskich oraz dużych aglomeracji z liczbą ludności powyżej 0,5 mln (Rys. 14-9).



Rys. 14-9. Percentyl 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. dwutlenku siarki SO_2 w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

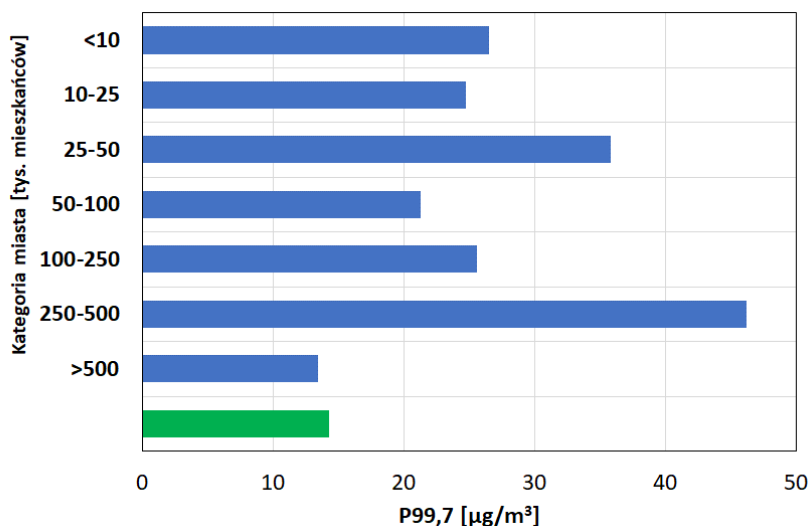
Średnie stężenia percentyla 99,2 ze stężeń 24-godz. dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w całym okresie 2010-2024, jak w przypadku stężeń uśrednionych dla 2024 roku, przy znacznie wyższych różnicach w latach 2010-2014 pomiędzy kategoriami miast z najwyższymi stężeniami (z liczbą mieszkańców 25-50 tys. oraz 100-250 tys.) w stosunku do pozostałych kategorii. Od 2018 roku najwyższe stężenia, co rok obserwuje się w miastach z liczbą mieszkańców w przedziale pomiędzy 25 a 50 tysięcy (Tab. 14-6).

Tab. 14-6. Zmiany percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. dwutlenku siarki SO₂ w latach 2010-2024 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Kategoria miasta	Stężenie percentyla 99,2 [µg/m ³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
>500	26,6	21,0	27,8	20,9	24,7	16,3	19,4	26,7	14,7	11,4	10,3	12,5	12,0	9,3	8,1
250-500	38,4	36,9	52,0	33,5	22,8	17,0	18,1	25,9	21,6	18,3	17,3	23,4	12,3	11,6	16,9
100-250	81,6	57,8	80,0	48,9	31,4	30,2	31,3	46,7	25,2	22,4	17,6	20,8	17,2	15,0	15,7
50-100	33,0	29,6	48,6	24,9	22,9	18,4	21,7	30,9	20,0	15,3	12,8	16,4	13,2	11,9	12,0
25-50	111,1	73,1	99,0	64,4	32,7	25,6	36,1	39,4	28,1	23,8	19,8	23,2	21,3	21,7	20,7
10-25	32,6	23,6	55,1	36,8	28,3	30,3	24,1	32,3	23,0	17,6	20,0	19,9	19,7	15,9	15,7
<10			38,0	26,7	34,8	34,1	23,2	19,3	16,9	12,5	10,7	12,6	9,6	10,3	8,1
obszar poza miastami	33,0	29,8	35,9	18,6	16,7	12,5	11,4	16,1	9,5	13,1	11,4	14,5	10,4	7,6	7,3

Nieco odmienne wyniki i zależności dla 2024 roku uzyskano w przypadku percentyla 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. SO₂, gdy zdecydowanie najwyższe stężenie tego parametru uzyskano dla dużych miast z liczbą mieszkańców w granicach 250-500 tys., a najniższe dla aglomeracji, niższe niż dla obszarów poza miastami (Rys. 14-10). Identyczne zależności wystąpiły również w 2021 roku. W początkowych latach okresu 2010 – 2022 największe wartości percentyla 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. SO₂ obserwowano w miastach o liczbie mieszkańców 25-50 tys. i 100-250 tys. mieszkańców (Tab. 14-7).



Rys. 14-10. Percentyl 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. dwutlenku siarki SO₂ w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 14-7. Zmiany percentyla 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. dwutlenku siarki (SO₂) w latach 2010-2024 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

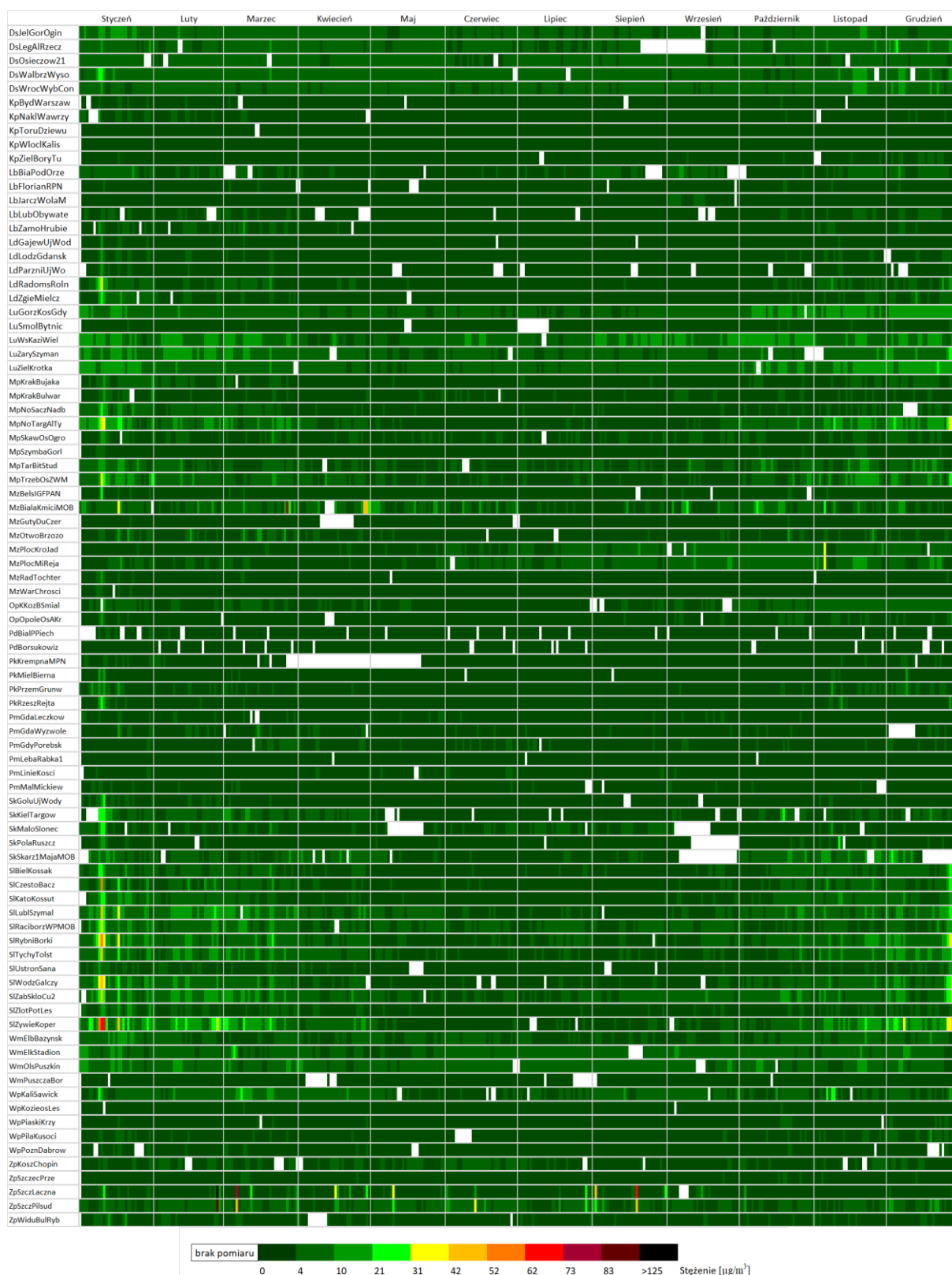
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Kategoria miasta	Stężenie percentyla 99,7 [µg/m ³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
>500	48,1	39,3	49,6	45,6	42,8	32,6	34,5	43,4	25,8	21,2	17,4	19,4	20,0	15,6	13,5
250-500	57,2	64,9	75,0	60,2	38,2	34,7	36,9	50,7	49,4	42,2	42,8	67,4	20,5	21,1	46,2
100-250	124,6	95,0	130,5	82,7	53,5	52,9	54,0	74,8	43,4	39,4	30,6	36,7	32,1	24,0	25,6
50-100	47,7	47,8	71,8	44,2	38,3	35,1	39,6	50,1	36,1	27,6	25,1	30,0	24,7	21,1	21,3
25-50	170,2	118,7	141,5	103,2	55,8	45,5	61,1	63,4	45,9	40,7	34,9	38,0	36,0	37,0	35,9
10-25	46,8	34,5	80,1	56,0	48,7	53,0	38,5	50,6	37,3	28,3	31,6	33,0	29,3	26,5	24,8
<10			67,2	48,2	75,5	79,7	46,4	45,2	34,0	25,3	23,4	26,3	18,6	24,9	26,5
obszar poza miastami	56,6	49,1	60,2	31,8	29,7	24,4	20,2	27,3	16,5	26,0	27,2	30,0	20,8	14,7	14,3

14.3. Epizody wysokich stężeń

Na rysunku 14-11 pokazano przebieg dobowych stężeń SO₂ w 2024 roku na analizowanych stacjach pomiarowych. Dla poszczególnych stanowisk każda wartość stężenia dobowego oznaczona jest kolorem, którego odcień zależy od stężenia - zgodnie ze skalą kolorów pokazaną w legendzie na dole rysunku. Miejsce puste (kolor biały) oznaczają, że dla tego dnia brak wyników pomiaru.

Przeprowadzona analiza rozkładów stężeń średnich dobowych SO₂ wykazała, że w 2024 roku wystąpił jeden epizod wysokich stężeń (Rys 14-11 i 14-12).



Rys. 14-11. Zmiany średnich dobowych stężeń dwutlenku siarki SO₂ w 2024 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

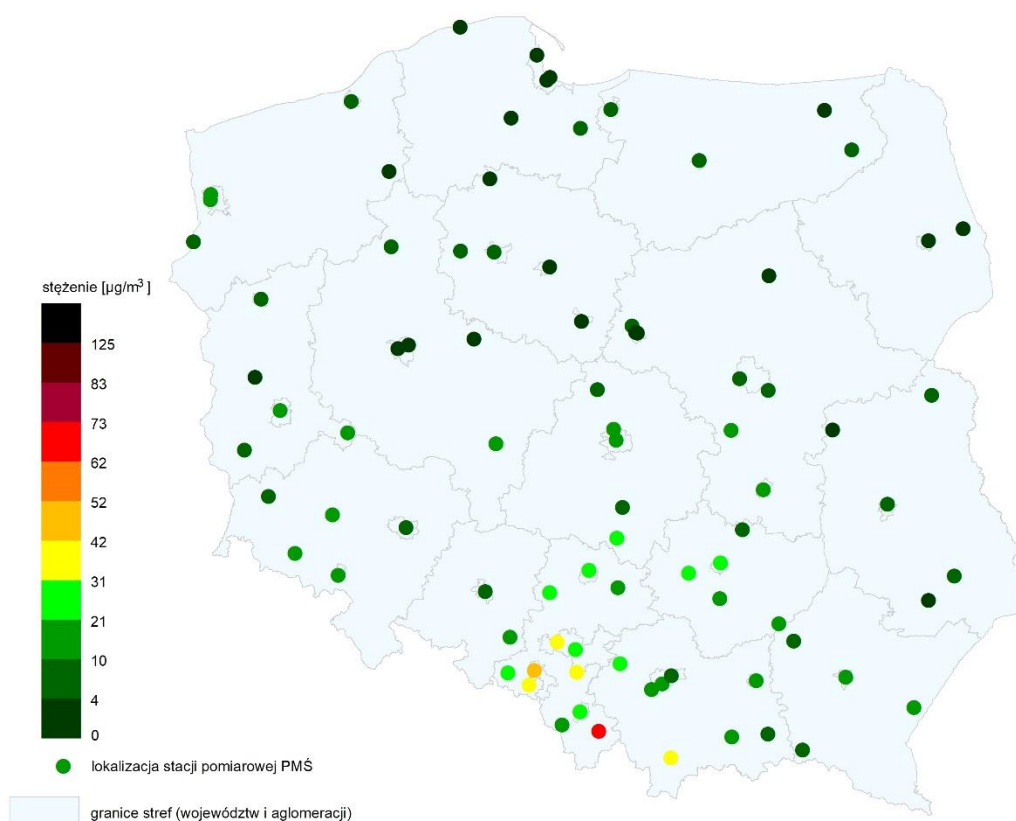
Tab. 14-8. Charakterystyka epizodu wysokich stężeń dwutlenku siarki SO₂ w 2024 roku

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Epizod			Stężenie S24 podczas epizodu [µg/m ³]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu (7,6 µg/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2024-01-09 do 2024-01-11	3	51	0,0	12,2	70,8

Przekroczenie o 200% średniego stężenia dobowego w skali kraju (3,8 µg/m³) zanotowano podczas jednego, 3 dniowego epizodu, jaki wystąpił w styczniu 2024 roku. Podczas tego epizodu, na 51 stacjach spośród 86 analizowanych przekroczona została wartość uznana za próg wynosząca 7,6 µg/m³. Zróżnicowanie przestrzenne uśrednionych wartości stężeń w ciągu tych 3 dni było znaczne, o czym świadczą wartości minimalne i maksymalne obserwowane na pojedynczych stacjach (Tab. 14-8).

Epizod zaznaczony był głównie w południowej części Polski, szczególnie zauważalny na stacjach pomiarowych, gdzie wartość progu została przekroczona ponad 2-krotnie, zlokalizowanych przede wszystkim w województwie śląskim oraz na pojedynczych stacjach województw dolnośląskiego, łódzkiego, małopolskiego, podkarpackiego i świętokrzyskiego (Rys. 14-12).



Rys. 14-12. Stężenia średnie dwutlenku siarki SO₂ w okresie epizodu wysokich stężeń (09-11.01.2024)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Na żadnym stanowisku pomiarowym w kraju w 2024 roku (podobnie jak w latach ubiegłych) nie stwierdzono przekroczeń poziomu alarmowego określonego dla SO₂.

15. Stężenia tlenku węgla CO

W niniejszym rozdziale przedstawiono podsumowanie wyników pomiarów stężeń tlenku węgla CO na stacjach PMŚ w Polsce w 2024 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2023. Ocenę wykonano z odniesieniem do określonych prawnie kryteriów ustanowionych w celu ochrony zdrowia, podanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2021 r. poz. 845).

Tab. 15-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza tlenkiem węgla CO

Kryterium	Okres uśredniania stężeń	Stężenie kryterialne [mg/m ³]	Wartość uwzględniona w ocenie [mg/m ³] ^{***)}	Parametr odpowiadający wartości normowanej
poziom dopuszczalny ^{*)}	8 godzin ^{**)}	10	10,5	S8h(k)max

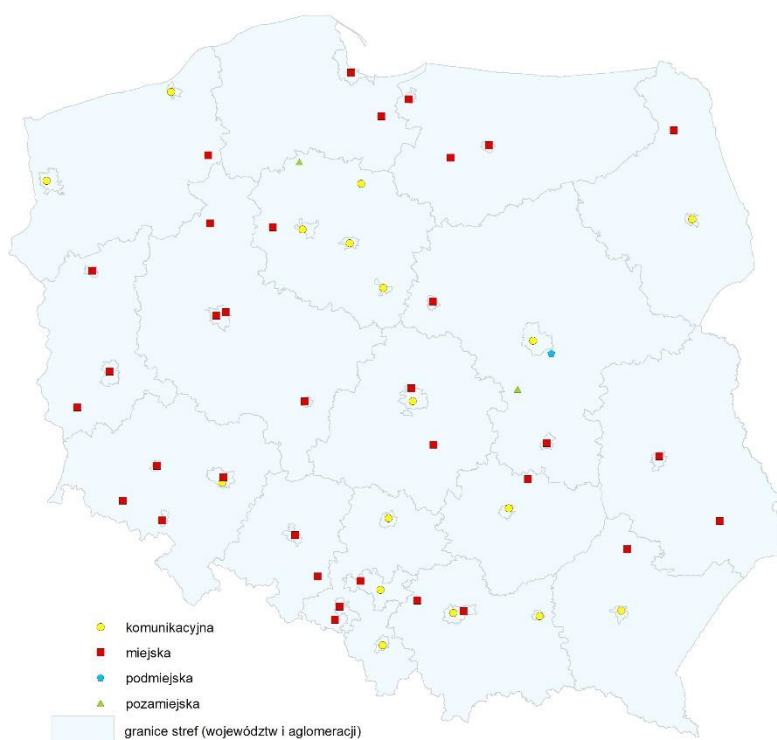
Objaśnienia

^{*)} standard jakości powietrza

^{**)} maksymalne stężenie 8-godz. w ciągu doby, stężenie 8-godz. obliczane jako średnia krocząca obliczana ze stężeń 1-godz.

^{***)} zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu dopuszczalnego sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego do całości.

Ocenę zanieczyszczenia powietrza tlenkiem węgla w 2024 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 54 stanowisk pomiarowych, w tym 17 komunikacyjnych, 34 tła miejskiego, 1 podmiejskiej oraz 2 pozamiejskich (Rys. 15-1).



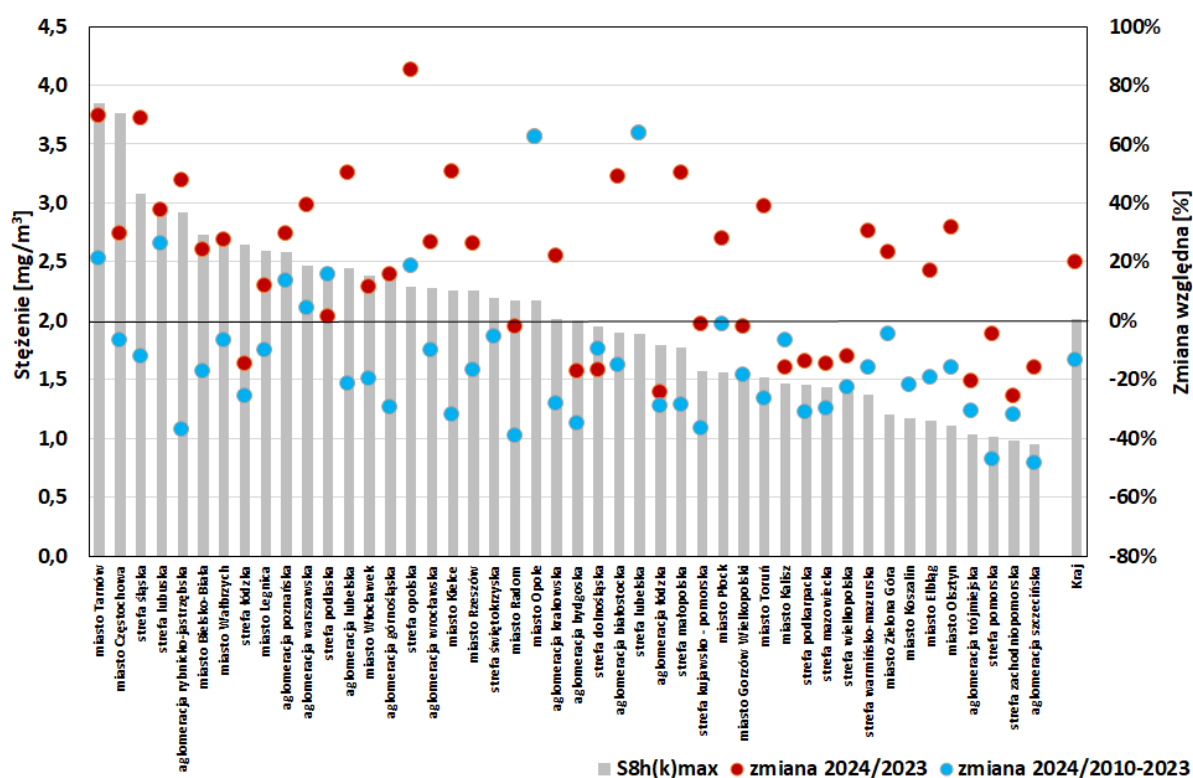
Rys. 15-1. Stacje pomiarowe tlenku węgla CO w 2024 r. uwzględnione w ocenie

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

15.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W tym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla tlenku węgla w 2024 roku w zakresie stężeń odniesionych do poziomu dopuszczalnego w kraju oraz w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i zmian w okresie 2010-2023. Uwzględniono również wyniki analizy trendów oraz relacje pomiędzy stężeniami obserwowanymi na różnych typach stacji.

Maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich kroczących CO uśrednione na obszarze kraju w 2024 roku wyniosło 2,02 mg/m³. Najwyższe wartości średnie S8h(k)max, przekraczające 3 mg/m³, odnotowano w strefie śląskiej, Częstochowie i Tarnowie, zaś najniższe, poniżej 1,0 mg/m³, w aglomeracji szczecińskiej i strefie zachodniopomorskiej (Rys. 15-2, Tab. 15-2). W przypadku 29 stref (na 44 analizowane, gdyż w strefie świętokrzyskiej i Koszalinie brak danych z 2023 r.) zanotowano wzrost stężenia S8h(k)max w roku 2024 w stosunku do poprzedniego, największy (o ponad 60%) w strefach lubelskiej, śląskiej i opolskiej oraz w Tarnowie. W stężenia maksymalne dobowe 8-godz. spośród średnich kroczących spadły w 15 strefach. Najbardziej istotny spadek, o ponad 25%, zaobserwowano w strefie zachodniopomorskiej (Rys. 15-2 i Tab. 15-2).



Rys. 15-2. Maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich kroczących tlenku węgla CO w 2024 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2023

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 15-2. Parametry jakości powietrza dla tlenku węgla CO w 2024 r. (maksymalne stężenie średnie dobowe ze średnich krocących S8h(k)max)

Kolorem czerwonym zaznaczono wzrosty stężeń

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR

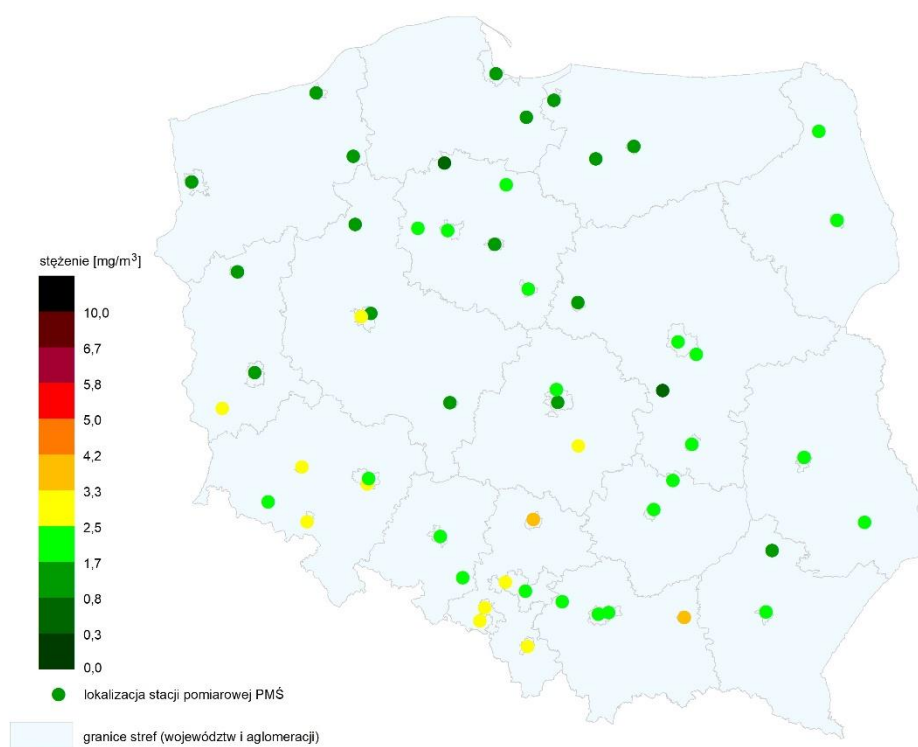
Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie S8h(k)max [mg/m³]			Zmiana względna S8h(k)max [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z S8h(k)max > 10 mg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2024/2023	2024/2010-2023
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	2		2,05	2,28	2,51	26,3%	-10,2%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		2,60	2,60	2,60	11,9%	-10,2%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		2,66	2,66	2,66	27,3%	-7,0%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	1		1,95	1,95	1,95	-17,1%	-9,6%
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	1		2,01	2,01	2,01	-17,5%	-35,0%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		1,52	1,52	1,52	38,7%	-26,5%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		2,39	2,39	2,39	11,2%	-20,1%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko – pomorska	3		0,55	1,57	2,41	-1,5%	-36,9%
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1		2,45	2,45	2,45	50,1%	-21,5%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	1		1,89	1,89	1,89	63,5%	63,5%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		1,53	1,53	1,53	-2,4%	-18,7%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		1,20	1,20	1,20	23,1%	-4,6%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	1		2,98	2,98	2,98	37,3%	26,0%
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	2		1,67	1,79	1,92	-24,7%	-29,1%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1		2,65	2,65	2,65	-14,8%	-25,9%
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	2		2,01	2,02	2,02	21,8%	-28,5%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		3,85	3,85	3,85	69,4%	21,1%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	1		1,78	1,78	1,78	50,2%	-28,7%
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	1		2,46	2,46	2,46	39,0%	4,0%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		1,56	1,56	1,56	27,5%	-1,5%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		2,17	2,17	2,17	-2,3%	-39,5%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	2		0,66	1,44	2,22	-15,0%	-30,2%
opolskie	PL1601	miasto Opole	1		2,17	2,17	2,17	62,2%	62,2%
opolskie	PL1602	strefa opolska	1		2,28	2,28	2,28	85,2%	18,4%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		2,25	2,25	2,25	26,0%	-17,1%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	1		1,46	1,46	1,46	-14,0%	-31,3%
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	1		1,90	1,90	1,90	48,8%	-15,2%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1		2,45	2,45	2,45	1,3%	15,7%
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	1		1,04	1,04	1,04	-20,7%	-30,9%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	1		1,02	1,02	1,02	-4,8%	-47,3%
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	2		1,96	2,37	2,78	15,5%	-29,7%
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	1		2,92	2,92	2,92	47,6%	-37,1%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		2,73	2,73	2,73	23,7%	-17,4%

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie S8h(k)max [mg/m³]			Zmiana względna S8h(k)max [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z S8h(k)max > 10 mg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2024/2023	2024/2010-2023
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1		3,77	3,77	3,77	29,2%	-7,0%
śląskie	PL2405	strefa śląska	1		3,08	3,08	3,08	68,4%	-12,4%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1		2,26	2,26	2,26	50,3%	-32,2%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1		2,19	2,19	2,19	brak danych z 2024 r.	-5,7%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		1,10	1,10	1,10	31,7%	-16,1%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		1,15	1,15	1,15	16,7%	-19,5%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	1		1,37	1,37	1,37	30,2%	-15,9%
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	1		2,58	2,58	2,58	29,2%	13,2%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		1,47	1,47	1,47	-16,0%	-6,8%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	2		1,24	1,39	1,54	-12,1%	-22,7%
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	1		0,95	0,95	0,95	-16,2%	-48,5%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		1,17	1,17	1,17	brak danych z 2024 r.	-22,0%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		0,98	0,98	0,98	-26,0%	-32,1%
Kraj			54	0	0,55	2,02	3,85	19,5%	-13,6%

Odnosząc wartości średnie dla stref S8h(k)max z 2024 roku do wartości średniej z okresu 2010-2023 można zauważyć spadek stężeń CO na obszarach 38 z 46 poddanych analizie stref. Największe spadki (ponad 40%) dotyczyły aglomeracji szczecińskiej i strefy pomorskiej. W przypadku 8 stref (aglomeracji warszawskiej i poznańskiej, stref podlaskiej, opolskiej, lubuskiej i lubelskiej oraz miast Tarnów i Opole) zanotowano wyższe wartości w 2024 roku, niż średnie z wielolecia, największy wzrost (powyżej 60%) stwierdzono dla miasta Opola i strefy lubelskiej (Rys. 15-2 i Tab. 15-2).

Przekroczenie standardu jakości powietrza (poziomu dopuszczalnego) nie wystąpiło w żadnej strefie, na żadnej stacji (Tab. 15-2).

Rozkład przestrzenny maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących CO na poszczególnych stacjach w roku 2024 wykazuje na niskie i umiarkowane stężenia na całym obszarze kraju z wyraźnym zaznaczeniem stacji na południu i południowym zachodzie oraz w Poznaniu (Rys. 15-2 i 15-3).

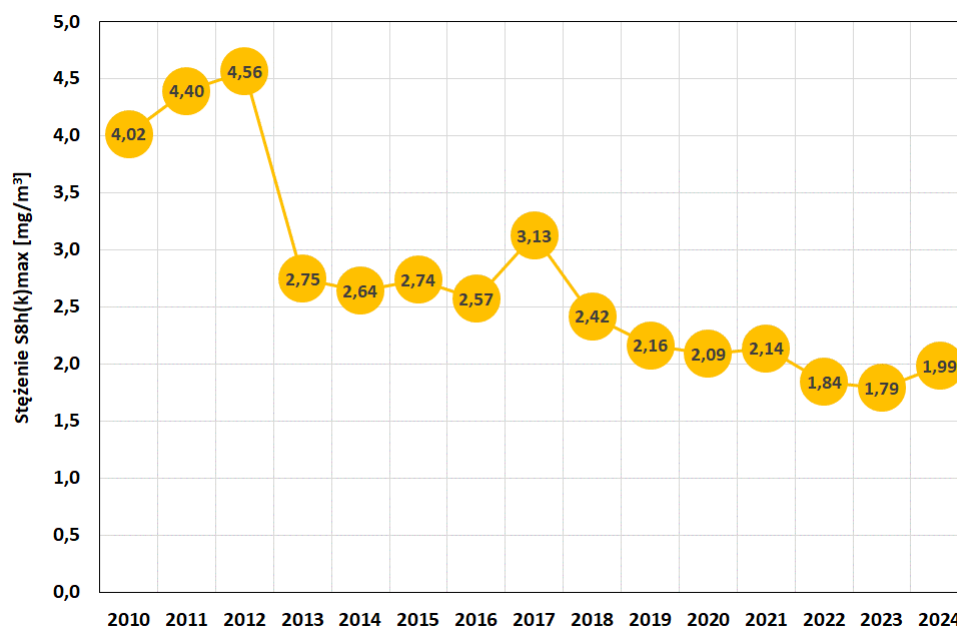


Rys. 15-3. Maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich kroczących tlenku węgla CO na stacjach pomiarowych w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

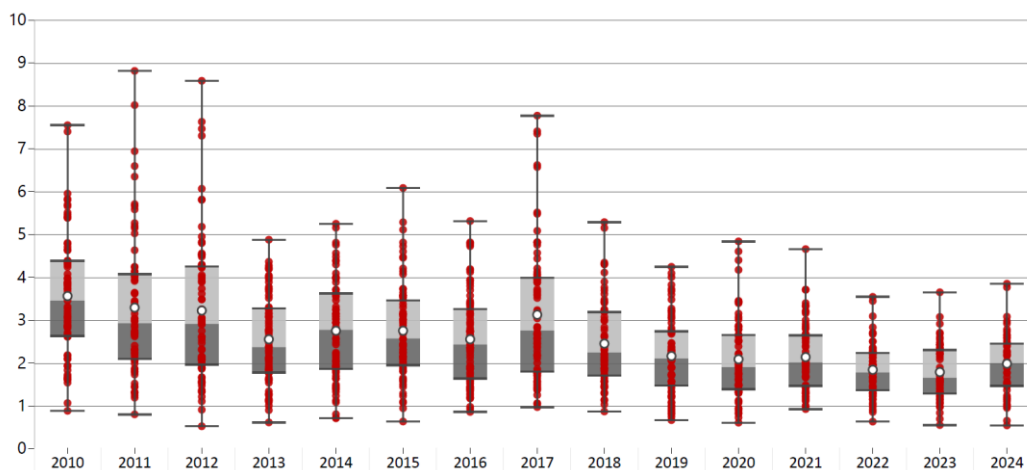
Przeprowadzona analiza zmian w okresie 2010-2024 potwierdza istotny statystycznie trend malejący maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących CO. W okresie 2010-2012 występował wzrost stężeń CO. Potem nastąpił gwałtowny spadek w roku 2013, a następnie stabilizacja z niewielkim wahnięciem w 2017 roku. Rok 2024 charakteryzował się jedną z najniższych wartości maksymalnego dobowego stężenia 8-godz. w całym analizowanym wieloleciu (Rys. 15-4a). Amplituda maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących CO w okresie 2010-2024 wyniosła $2,8 \text{ mg}/\text{m}^3$. Należy w tym

miejsu zaznaczyć, że do roku 2013 pomiary CO były prowadzone na 18-27 stacjach w kraju. Od roku 2014 liczba stacji CO znacząco wzrosła i ustabilizowała się na poziomie 68-82 stacji działających w różnych latach, co może mieć wpływ na uzyskane wyniki analizy zmian w czasie. Rozkłady statystyczne stężeń na poszczególnych stacjach pomiarowych w latach 2010-2024 wskazują na znaczną rozpiętość stężeń, a szczególności występowanie lokalnie wartości znacznie wyższych od wartości średnich w latach 2010-2012 (Rys. 15-4b).



Rys. 15-4a. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących tlenu węgla CO w Polsce w okresie 2010-2024

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 15-4b. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących (w mg/m³) tlenu węgla CO w Polsce w okresie 2010-2024 na stacjach pomiarowych

Wykres pudełkowy przedstawia parametry rozkładu statystycznego stężeń: wartość średnią (biała kropka „w pudełku”), 1 i 3 kwartył (dolna i górna krawędź „pudełka”), medianę (poziom pomiędzy jasno i ciemno szarym obszarem „pudełka”), minimum i maksimum (wąsy) oraz stężenia na pojedynczych stacjach (czerwone kropki).

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

W analizowanym okresie 2010-2024 generalnie najwyższe stężenia maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących CO były notowane na stacjach komunikacyjnych, zaś najniższe na pozamiejskich. Funkcjonująca jedna stacja na obszarach podmiejskich wskazuje na wysokie stężenia, bardzo widoczne i najwyższe w latach 2020-2024 i zbliżone do stacji komunikacyjnych w miastach w latach wcześniejszych, co może być związane z dużym ruchem pojazdów na trasach wylotowych z miast. Powyższe zależności utrzymują się przez cały analizowany okres 2010-2024 (Tab. 15-3).

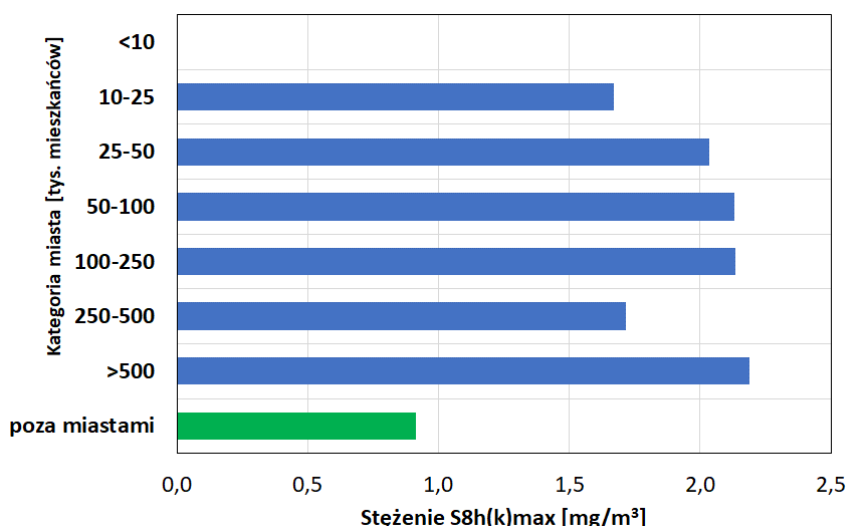
Tab. 15-3. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących tlenku węgla CO w latach 2010-2024 z uwzględnieniem typów stacji

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Stężenie S8h(k)max [mg/m ³]															
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
komunikacyjna	5,13	4,78	4,82	3,13	3,35	3,38	3,01	3,72	3,10	2,61	2,56	2,55	2,16	1,95	2,22	
miejska	4,03	4,53	4,71	2,79	2,59	2,70	2,52	3,10	2,30	2,13	2,00	2,02	1,77	1,76	1,94	
podmiejska						2,15	3,57	2,88	3,51	1,61	2,79	3,71	3,09	2,68	2,22	
pozamiejska	1,69	1,32	1,47	0,88	0,95	0,89	1,19	1,17	1,01	0,76	0,67	1,05	0,77	0,63	0,60	

15.2. Jakość powietrza w miastach

Przeprowadzona analiza różnic uśrednionych maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących CO dla miast w poszczególnych kategoriach liczby ludności wykazała, że najwyższe wartości w 2024 roku obserwowano w miastach o liczbie mieszkańców powyżej 500 tys. oraz nieco mniejsze dla miast z przedziałów 50-100 tys. i 100-250 tys. ludności. Wysokie stężenia dotyczyły również miast małych (10-25 tys. mieszkańców). Najniższe stężenia odnotowano się na terenach pozamiejskich (Rys. 15-5).



Rys. 15-5. Maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich kroczących tlenku węgla CO w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Średnie stężenia S8h(k)max dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w całym okresie od 2010 roku, jak przedstawiona dla roku 2024. Należy podkreślić, że w 2024 roku dla wszystkich kategorii miast, za wyjątkiem miast małych (10-25 tys.)

zanotowano wzrost stężeń średnich S8h(k)max tlenku węgla z roku na rok, najwyższy w przypadku miast największych (Tab. 15-4).

Tab. 15-4. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących tlenku węgla CO w latach 2010-2024 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

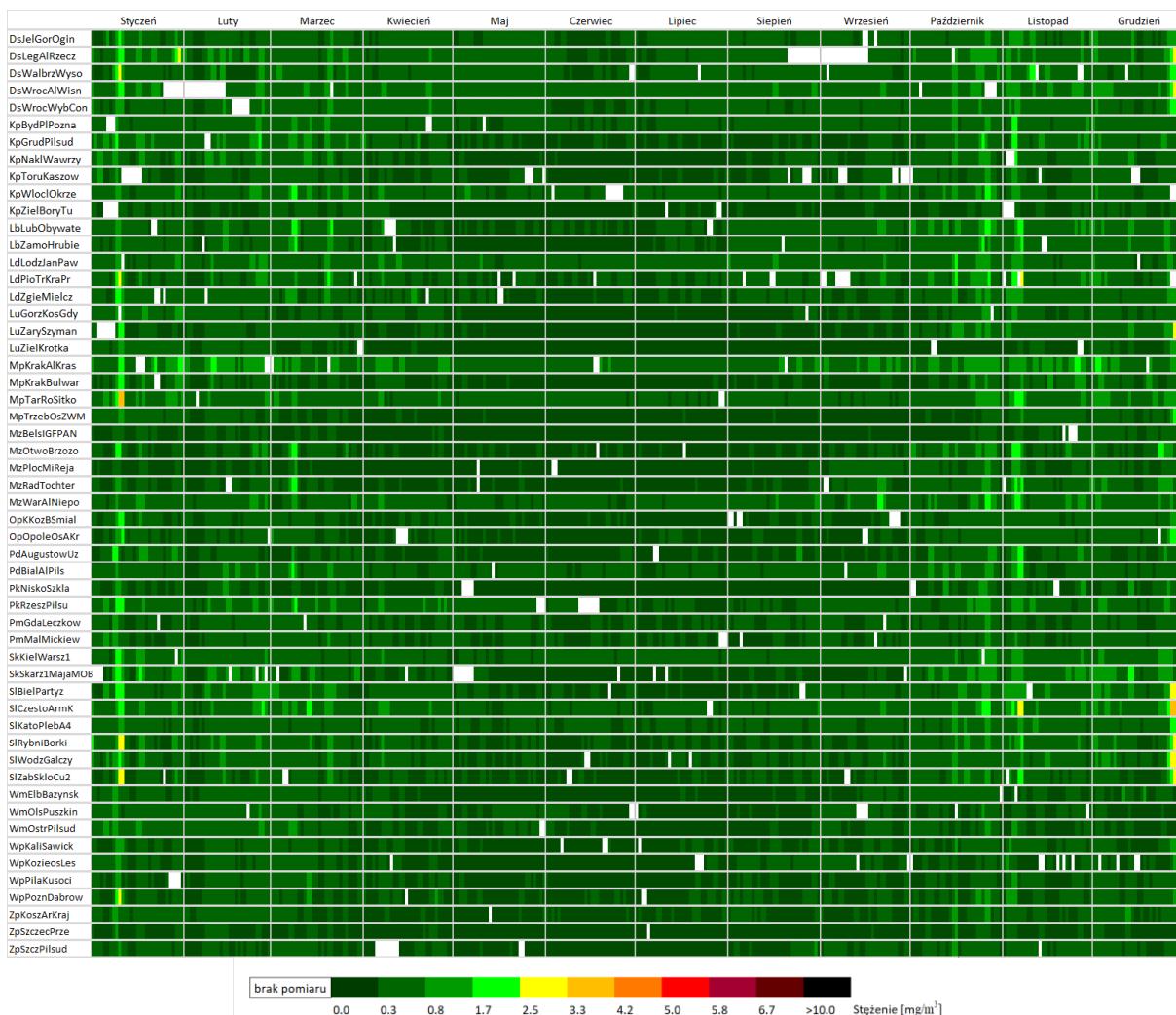
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Kategoria miasta	Stężenie S8h(k)max [mg/m ³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
>500	2,30	2,83	4,03	2,31	3,31	2,99	2,37	3,08	2,30	2,47	1,96	2,24	1,83	1,87	2,19
250-500	3,48	4,17	4,00	3,21	2,66	2,66	2,55	2,41	2,42	1,69	1,54	2,08	1,80	1,57	1,72
100-250	4,67	5,32	5,15	2,93	2,61	3,02	2,52	3,77	2,71	2,34	2,46	2,23	1,76	1,74	2,13
50-100			3,06	3,22	2,76	2,68	2,90	3,37	2,47	2,26	2,47	2,34	2,00	2,03	2,13
25-50	5,04	4,45	5,85	2,71	2,63	2,85	3,01	3,32	2,69	2,44	2,00	2,15	2,14	1,97	2,04
10-25					2,48	2,62	2,80	2,61	2,24	1,89	2,08	1,87	1,66	1,75	1,67
<10			3,49	2,11	1,93	1,95	1,55	2,84	1,76	1,24	1,48	1,86	1,80		
obszar poza miastami	1,69	1,32	1,47	0,88	0,95	0,89	1,19	1,17	1,16	1,07	0,73	1,13	1,04	0,94	0,91

15.3. Epizody wysokich stężeń

Przebieg maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących CO na poszczególnych stanowiskach uwzględnionych w analizach przedstawiono na Rys. 15-6. Dla każdego stanowiska każda maksymalna wartość stężenia 24-godz. oznaczona jest kolorem, który zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Miejsce puste (kolor biały) oznacza, że dla tego dnia brak wyniku pomiaru.

Maksymalne dobowe stężenia 8-godz. spośród średnich kroczących CO są z reguły wyższe w sezonie chłodnym, niż latem, ale różnice nie są bardzo duże. Tak niskie stężenia oraz ich niewielkie zróżnicowanie powoduje, że obliczona wartość graniczna przyjęta dla identyfikacji epizodu wysokiego stężenia (przy uwzględnieniu założeń identyfikacji epizodów opisanych w rozdziale 2 – 0,90 mg/m³ (próg epizodu) została przekroczona w 2024 roku trzy razy przez 3-4 dni (Tab. 15-5).



Rys. 15-6. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących tlenu węgla CO w 2024 r.

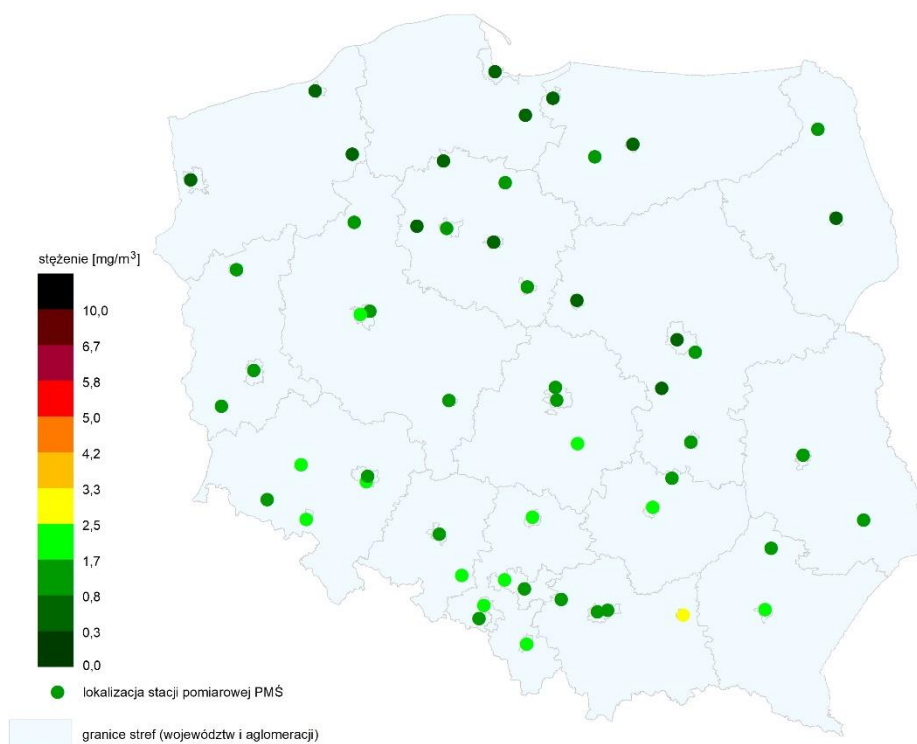
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 15-5. Charakterystyka epizodów wysokich stężeń tlenu węgla CO w 2024 roku

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Epizod			Stężenie S8h(k)max podczas epizodu [mg/m ³]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu (0,94 mg/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2024-01-09 do 2024-01-11	3	36	0,24	1,29	3,85
2	od 2024-11-04 do 2024-11-07	4	27	0,19	0,98	2,93
3	od 2024-12-27 do 2024-12-29	3	23	0,19	1,12	3,77

W trakcie pierwszego epizodu, trwającego 3 dni, zanotowano przekroczenie progu epizodu na 36 stacjach pomiarowych. Na mapie przedstawiono wartości uśrednionych stężeń zmierzonych na poszczególnych stacjach w czasie trwania epizodu (Rys. 15-7). Najwyższe stężenia S8h(k)max tlenu węgla odnotowano na stacjach miejskich zlokalizowanych w województwach: wielkopolskim, dolnośląskim, łódzkim, opolskim, świętokrzyskim, śląskim, małopolskim oraz podkarpackim, z maksimum na stacji w Tarnowie.

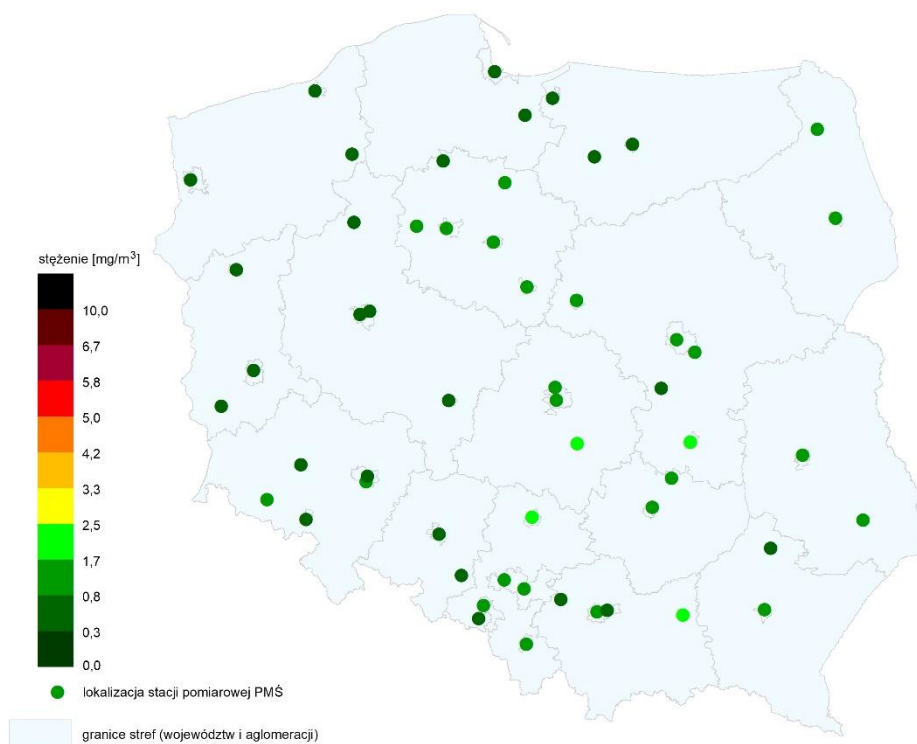


Rys. 15-7. Stężenia średnie z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich koczujących CO w okresie epizodu wysokich stężeń (09-11.01.2024)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

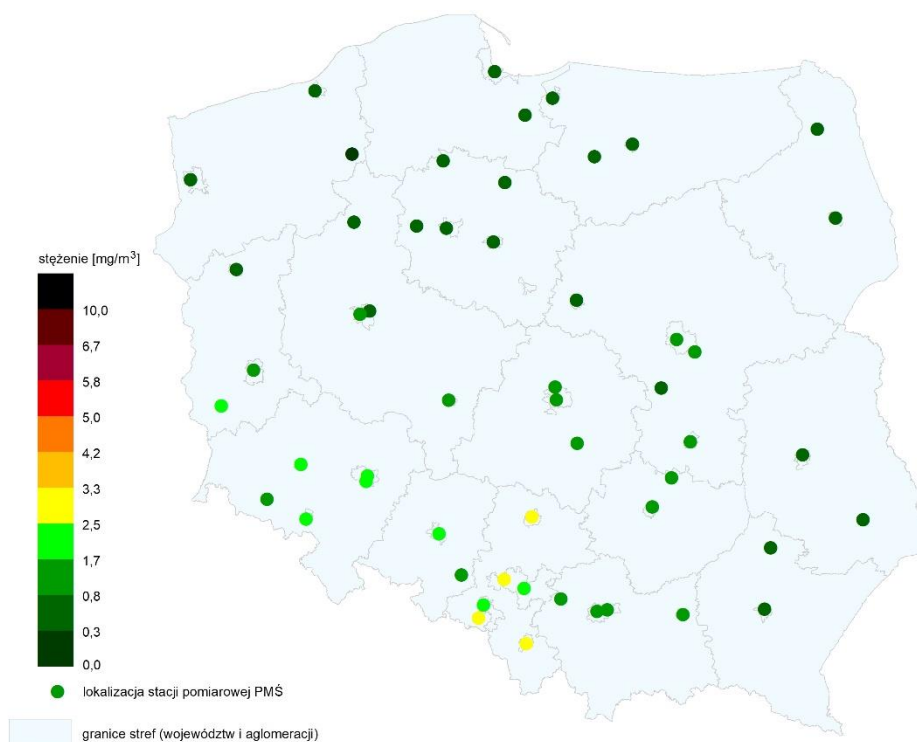
Drugi epizod miał miejsce w listopadzie, trwał 4 dni i objął swym zasięgiem 27 stacji pomiarowych, zlokalizowanych głównie w centrum kraju (Rys. 15-8). Najwyższe stężenia tlenku węgla notowano w czasie jego trwania na pojedynczych stacjach w województwach: łódzkim, mazowieckim, śląskim i małopolskim.

Trzeci epizod wystąpił w ostatnich dniach roku 2024, trwał 3 dni, a podwyższone wyniki S8h(k)max tlenku węgla stwierdzono przede wszystkim w województwie śląskim; mniejsze wartości, ale przekraczające próg epizodu, wskazały stacje w województwach dolnośląskim, opolskim i lubuskim (Rys. 15-9).



Rys. 15-8. Stężenia średnie z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących CO w okresie epizodu wysokich stężeń (04-07.11.2024)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 15-9. Stężenia średnie z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących CO w okresie epizodu wysokich stężeń (27-29.12.2024)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

16. Stężenia benzenu C₆H₆

W niniejszym rozdziale przedstawiono podsumowanie wyników pomiarów benzenu C₆H₆ na stacjach PMŚ w Polsce w 2024 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2023. Ocenę wykonano z odniesieniem do określonych prawnie kryteriów ustanowionych w celu ochrony zdrowia, podanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2021 r. poz. 845).

Tab. 16-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza C₆H₆

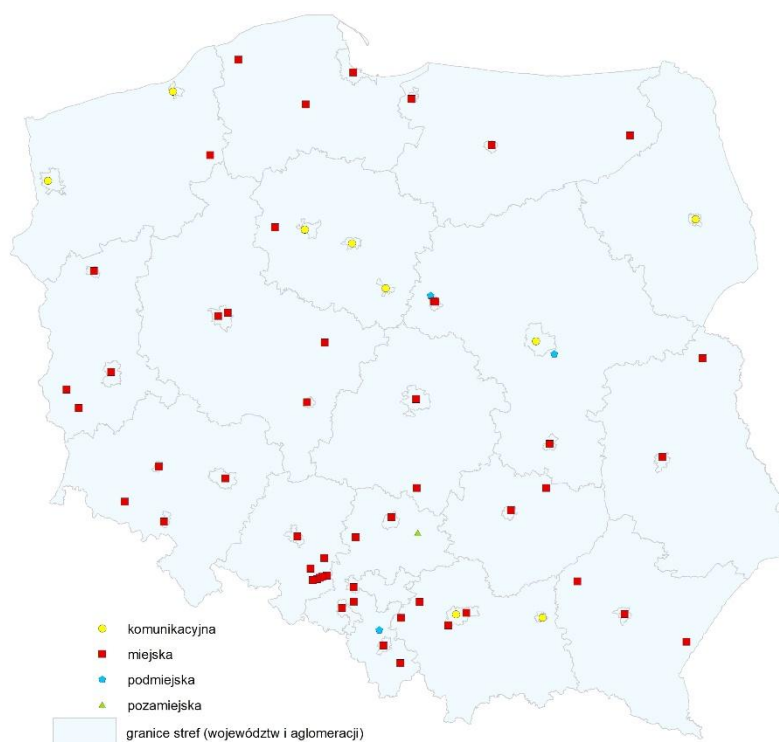
Kryterium	Okres uśredniania stężeń	Stężenie kryterialne [µg/m ³]	Wartość uwzględniona w ocenie [µg/m ³] ^{**)}	Parametr odpowiadający wartości normowanej
poziom dopuszczalny ^{*)}	rok kalendarzowy	6	6,5	Sa

Objaśnienia

^{*)} standard jakości powietrza

^{**)} zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu dopuszczalnego sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego do całości.

Ocenę zanieczyszczenia powietrza benzenu C₆H₆ w 2024 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 64 stanowisk pomiarowych, w tym 9 komunikacyjnych, 51 tła miejskiego, 3 podmiejskich i 1 pozamiejskiej (Rys. 16-1).

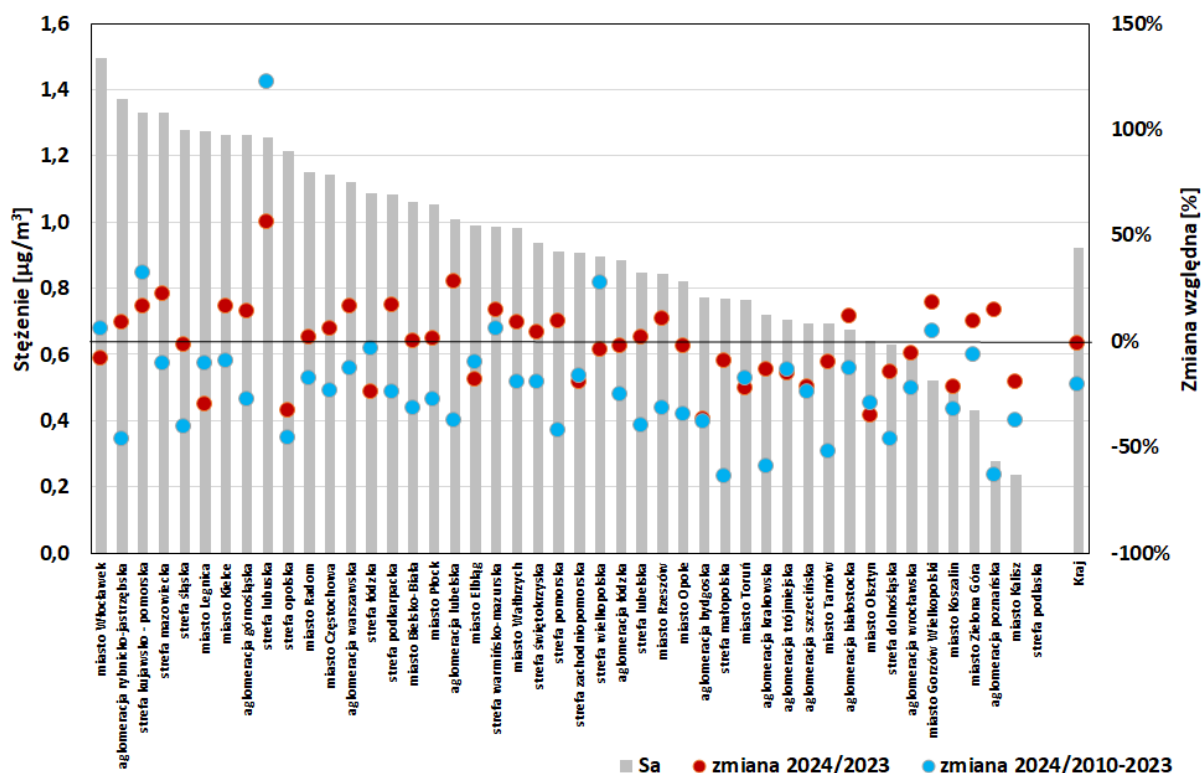


Rys. 16-1. Stacje pomiarowe benzenu C₆H₆ w 2024 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

16.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

Poniżej przedstawiono wyniki analiz dla benzenu C_6H_6 w roku 2024 dla wartości średnich rocznych w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i w okresie 2010-2023. Przedstawiono również relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji.

Stężenie średnie roczne C_6H_6 uśrednione na obszarze kraju z wartości średnich dla stref w 2024 roku wyniosło $0,92 \mu g/m^3$. Najwyższe stężenie średnie roczne benzenu, na poziomie $1,5 \mu g/m^3$ odnotowano dla miasta Włocławek, zaś najniższe (poniżej $0,3 \mu g/m^3$) w mieście Kalisz i aglomeracji poznańskiej (Rys. 16-2, Tab. 16-2). Na żadnej stacji w 2024 roku nie wystąpiło przekroczenie standardu jakości powietrza, tj. poziomu dopuszczalnego dla stężeń średnich rocznych benzenu (Tab. 16-2).



Rys. 16-2. Stężenie średnie roczne C_6H_6 w 2024 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2023

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

W 22 strefach na 45 analizowanych (w strefie podlaskiej nie prowadzono pomiarów C_6H_6 w 2024 roku) zanotowano wzrost stężeń średnich rocznych z roku na rok, największy (ponad 55%) dotyczył strefy lubuskiej. W pozostałych 23 strefach stężenia średnich rocznych C_6H_6 spadły, najbardziej w aglomeracji bydgoskiej, mieście Olsztyn oraz strefie opolskiej - na poziomie ponad 30% (Tab. 16-2).

Tab. 16-2. Parametry jakości powietrza dla benzenu C₆H₆ w 2024 r. (Stężenie średnie roczne Sa)

Kolorem czerwonym zaznaczono wzrosty stężeń

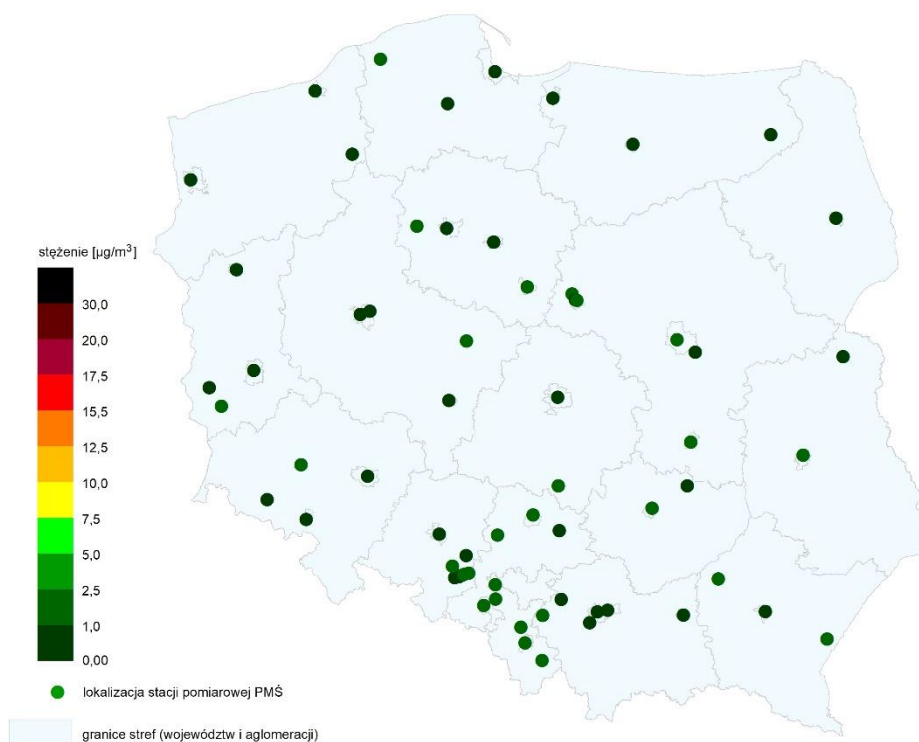
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [mg/m ³]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 5 µg/m ³	Min.	Śred.	Maks.	2024/2023	2023/2010-2023
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	1		0,6	0,6	0,6	-6,1%	-22,6%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		1,3	1,3	1,3	-30,1%	-10,7%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		1,0	1,0	1,0	8,8%	-19,4%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	1		0,6	0,6	0,6	-15,0%	-46,5%
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	1		0,8	0,8	0,8	-37,3%	-38,0%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		0,8	0,8	0,8	-22,5%	-17,7%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		1,5	1,5	1,5	-8,4%	5,7%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	1		1,3	1,3	1,3	16,4%	32,1%
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1		1,0	1,0	1,0	27,8%	-37,4%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	1		0,8	0,8	0,8	1,8%	-39,8%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		0,5	0,5	0,5	18,1%	4,3%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		0,4	0,4	0,4	9,0%	-6,9%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	2		0,9	1,3	1,6	55,8%	122,3%
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	1		0,9	0,9	0,9	-2,5%	-25,3%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1		1,1	1,1	1,1	-24,1%	-3,8%
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	2		0,7	0,7	0,7	-13,6%	-59,0%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		0,7	0,7	0,7	-9,9%	-52,3%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	3		0,6	0,8	1,1	-9,5%	-64,2%
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	1		1,1	1,1	1,1	16,5%	-13,0%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	2		1,0	1,1	1,1	0,9%	-27,6%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		1,2	1,2	1,2	1,6%	-18,0%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	2		0,9	1,3	1,7	21,9%	-11,0%
opolskie	PL1601	miasto Opole	1		0,8	0,8	0,8	-2,3%	-34,6%
opolskie	PL1602	strefa opolska	7		0,8	1,2	2,5	-33,1%	-46,0%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		0,8	0,8	0,8	10,5%	-31,7%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	2		1,1	1,1	1,1	16,7%	-24,0%
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	1		0,7	0,7	0,7	11,4%	-13,3%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	niewystarczająca kompletność danych dla 2024 roku, dane nieuwzględniane w analizach						
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	1		0,7	0,7	0,7	-15,6%	-13,7%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	2		0,7	0,9	1,1	9,4%	-42,3%
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	1		1,3	1,3	1,3	13,8%	-28,0%
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	1		1,4	1,4	1,4	8,4%	-46,5%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		1,1	1,1	1,1	-0,2%	-31,7%

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [mg/m³]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 5 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2024/2023	2023/2010-2023
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1		1,1	1,1	1,1	5,7%	-23,3%
śląskie	PL2405	strefa śląska	5		0,6	1,3	1,9	-1,9%	-40,5%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1		1,3	1,3	1,3	16,5%	-9,7%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1		0,9	0,9	0,9	3,9%	-19,6%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		0,6	0,6	0,6	-35,5%	-29,2%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		1,0	1,0	1,0	-18,2%	-10,4%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	1		1,0	1,0	1,0	14,4%	5,9%
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	1		0,3	0,3	0,3	14,4%	-63,2%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		0,2	0,2	0,2	-19,2%	-37,4%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	2		0,6	0,9	1,2	-4,5%	27,4%
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	1		0,7	0,7	0,7	-21,6%	-24,2%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		0,5	0,5	0,5	-21,6%	-32,2%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		0,9	0,9	0,9	-19,6%	-16,6%
Kraj			64	0	0,2	0,92	2,5	-1,5%	-20,7%

Odnosząc wartości stężeń średnich rocznych benzenu z 2024 roku do średnich z wielolecia 2010-2023 zauważalny jest spadek stężeń na obszarach 39 z 45 analizowanych stref, największy w strefie małopolskiej (ponad 64%) oraz aglomeracji poznańskiej (ponad 63%), a najmniejszy w strefie łódzkiej (poniżej 4%). Wzrost stężeń w roku 2024 w stosunku do wartości średnich z okresu 2010-2023 wystąpił w 6 strefach, największy (ponad 120%) dla strefy lubuskiej, a najmniejszy w Gorzowie Wielkopolskim (ponad 4%) (Rys. 16-2 i Tab. 16-2).

Rozkład przestrzenny stężeń średnich rocznych C_6H_6 na poszczególnych stacjach pomiarowych w 2024 roku nie wykazuje znaczących różnic pomiędzy stacjami (Rys. 16-3).

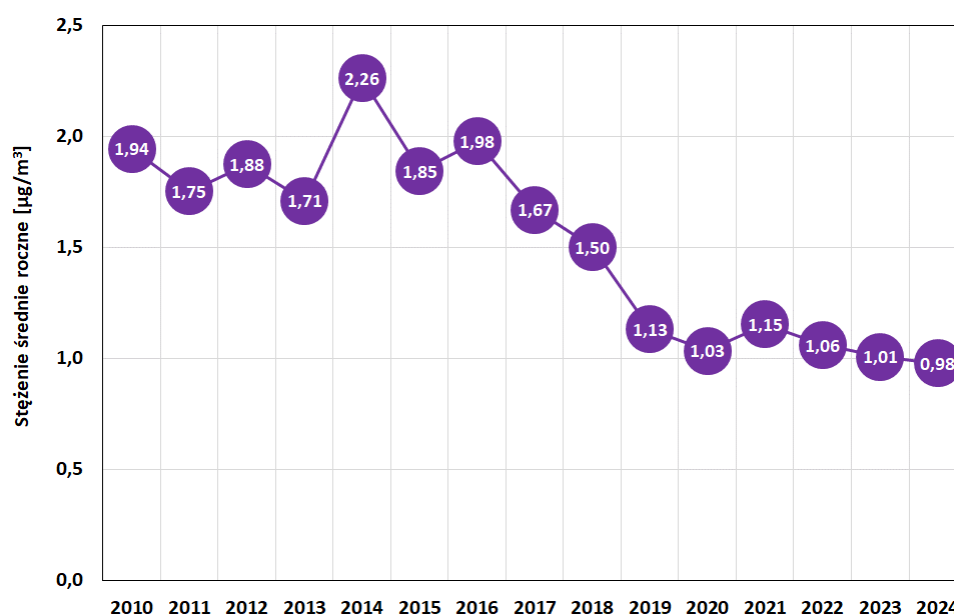


Rys. 16-3. Stężenia średnie roczne na stacjach pomiarowych benzenu C_6H_6 w 2024 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

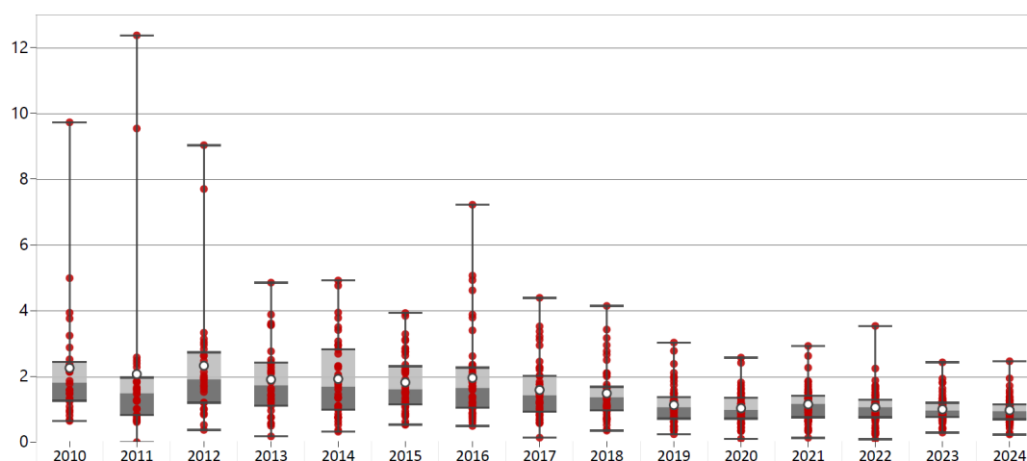
Analiza zmian stężeń średnich rocznych C_6H_6 w okresie 2010-2024 wskazuje na istotny statystycznie trend malejący, szczególnie widoczny w okresie 2014-2024. W okresie 2019-2024 można mówić o względnym ustabilizowaniu się stężeń. Najwyższe stężenie obserwowano w 2014 roku, zaś najniższe w 2024 (Rys. 16-4a).

Amplituda stężeń średnich rocznych w rozważanym okresie 2010-2024 wynosi $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Rozkłady statystyczne stężeń na poszczególnych stacjach pomiarowych w latach 2010-2024 wskazują na znaczną rozpiętość stężeń, a szczególności występowanie lokalnie wartości znacznie wyższych od wartości średnich w latach wcześniejszych (Rys. 16-4b).

Należy zaznaczyć, że w latach 2010-2012 pomiary C_6H_6 były prowadzone na maksymalnie 8 stacjach w kraju, w roku 2012 liczba ta wzrosła do 19 i następnie do 58 w roku 2014. W okresie 2014-2020 liczba stacji oscyluje od 50 do 60, zaś w latach 2021-2024 liczba stacji wzrosła powyżej 60. Niewielka liczba stacji do roku 2012 może mieć wpływ na uzyskane wyniki.



Rys. 16-4a. Zmiany stężeń średnich rocznych benzenu C_6H_6 w Polsce w okresie 2010-2024
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR



Rys. 16-4b. Zmiany stężeń ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) średnich rocznych benzenu C_6H_6 w Polsce w okresie 2010-2024 na stacjach pomiarowych

Wykres pudełkowy przedstawia parametry rozkładu statystycznego stężeń: wartość średnią (biała kropka „w pudełku”), 1 i 3 kwartył (dolna i górna krawędź „pudełka”), medianę (poziom pomiędzy jasno i ciemno szarym obszarem „pudełka”), minimum i maksimum (wąsy) oraz stężenia na pojedynczych stacjach (czerwone kropki).

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Podobnie jak w latach wcześniejszych, w 2024 roku stężenia średnie roczne benzenu na stacjach komunikacyjnych, miejskich i podmiejskich nie różniły się znacząco i wartości były wyższe niż na stacjach pozamiejskich. W 2024 roku najwyższe wartości uzyskano na stacjach podmiejskich i następnie miejskich (Tab. 16-4).

Tab. 16-3. Zmiany stężeń średnich rocznych benzenu C₆H₆ w latach 2010-2024 z uwzględnieniem typów stacji

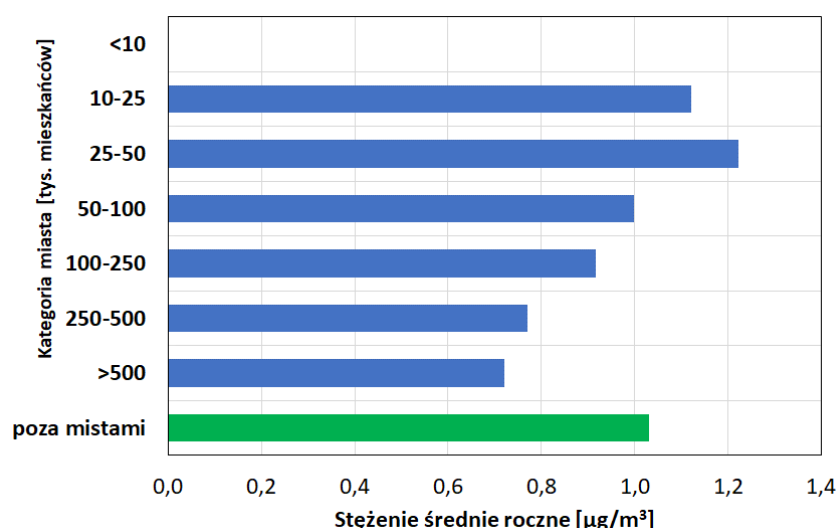
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Stężenie Sa [µg/m ³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
komunikacyjna	1,49	1,62	1,72	1,17	1,89	1,73	1,77	1,48	1,44	1,17	1,00	1,16	1,15	0,97	0,83
miejska	2,04	1,77	1,90	1,91	2,13	1,93	2,11	1,75	1,55	1,15	1,04	1,16	1,05	1,02	0,99
podmiejska					1,36	0,79	1,45	1,01		1,00	1,12	1,18	1,16	1,15	1,29
pozamiejska				1,12	1,69	1,35	1,17	1,10	1,03	0,89	0,74	0,87	0,69	0,58	0,59

16.2. Jakość powietrza w miastach

Przeprowadzona analiza różnic w zakresie uśrednionych stężeń średnich rocznych C₆H₆ uzyskanych dla miast w poszczególnych kategoriach liczebności populacji w 2024 roku wykazała, że najwyższe wartości obserwuje się w miastach małych tj. o liczbie mieszkańców w granicach 25-50 tys. oraz 10-25 tys. mieszkańców. Najniższe stężenia w 2024 roku dotyczyły największych miast, tj. aglomeracji powyżej 500 tys. ludności oraz miast w kategorii 250-500 tys. mieszkańców. Nieco wyższe stężenia benzenu występują na obszarach pozamiejskich. W najmniejszych miastach (poniżej 10 tys. mieszkańców) pomiary benzenu w 2024 roku nie były prowadzone (Rys. 16-5).

Średnie stężenia roczne benzenu dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały dużą zmienność w okresie 2010-2024, przy czym od 2018 roku stężenia dla wszystkich typów miast zbliżyły się do siebie znacząco. W 2024 roku w stosunku do roku poprzedniego zanotowano spadek stężeń średnich rocznych benzenu dla wszystkich miast z liczbą mieszkańców powyżej 50 tys., najbardziej znaczący dla kategorii 250-500 tys. mieszkańców. Niewielkie wzrosty stężeń z roku na rok dotyczyły miast małych, o liczbie mieszkańców 25-50 tys. i 10-25 tys. oraz obszarów pozamiejskich (Tab. 15-6).



Rys. 16-5. Średnie roczne stężenia benzenu C₆H₆ w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2024 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 16-4. Zmiany stężeń średnich rocznych benzenu C₆H₆ w latach 2010-2024 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Kategoria miasta	Stężenie S_a [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
>500	1,20	1,44	1,46	1,09	2,06	1,98	1,62	1,52	1,56	1,10	0,87	0,98	0,84	0,85	0,72
250-500				1,62	1,56	1,23	1,50	1,25	1,19	0,84	1,05	1,02	1,00	0,87	0,77
100-250	2,32	1,86	2,03	1,88	1,50	1,48	1,58	1,37	1,34	1,04	1,04	1,15	1,07	0,97	0,92
50-100			1,94	2,61	2,25	2,06	2,37	1,91	1,59	1,19	1,26	1,33	1,33	1,04	1,00
25-50				2,03	2,60	2,33	2,28	2,03	1,86	1,64	1,15	1,32	1,15	1,19	1,22
10-25				1,19	2,47	2,07	3,31	1,99	1,80	1,03	0,90	1,15	0,98	1,09	1,12
<10					3,41	4,93			0,93		1,12	0,85			
obszar poza miastami				1,12	2,42	1,66	1,69	1,62	1,41	0,88	0,89	1,00	0,84	0,94	1,03

16.3. Epizody wysokich stężeń

Przebieg stężeń dobowych benzenu na poszczególnych stanowiskach uwzględnionych w analizach przedstawiono na Rys. 16-6. Dla każdego stanowiska każda wartość stężenia 24-godz. oznaczona jest kolorem, który zależny jest od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Miejsce puste (kolor biały) oznacza, że dla tego dnia brak wyniku pomiaru.

Stężenia średnie dobowe C_6H_6 są wykazują podobną zmienność, jak w przypadku pyłu zawieszonego, tj. w sezonie chłodnym stężenia są wyższe niż latem, ale przy znacznie mniejszym zróżnicowaniu (Rys. 16-6).

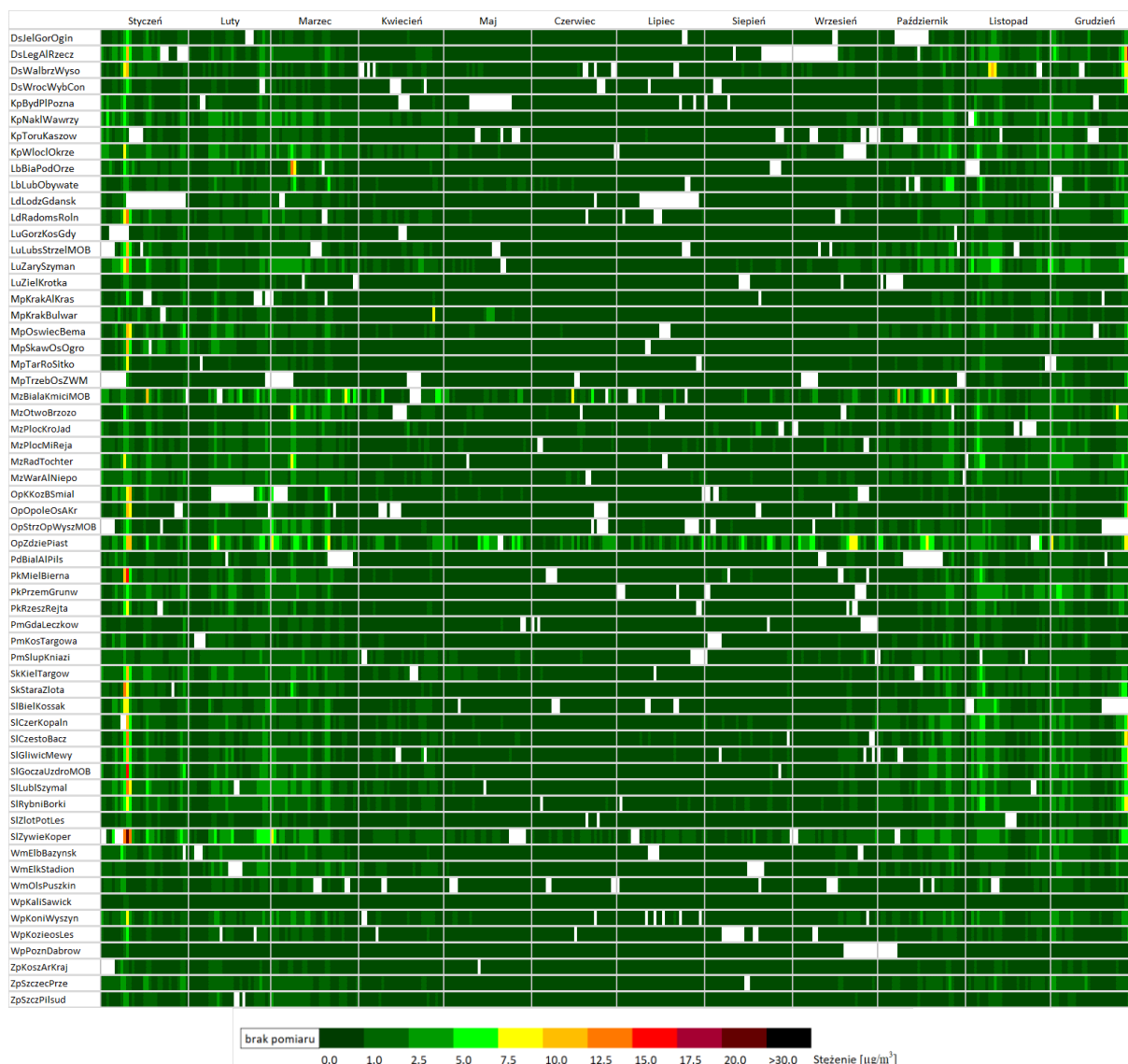
Przeprowadzona analiza statystyczna rozkładów stężeń średnich dobowych C_6H_6 w celu wyznaczenia progu, identyfikującego okresy epizodów pokazała, że oszacowany na poziomie $1,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ próg epizodu (wyznaczony przy uwzględnieniu założeń identyfikacji epizodów opisanych w rozdziale 2) był przekraczany przez co najmniej 3 dni w 5 okresach zimowych. Dwa pierwsze z nich wystąpiły zimą w pierwszym kwartale roku, a kolejne trzy w czwartym kwartale (Tab. 16-5).

Tab. 16-5. Charakterystyka epizodów wysokich stężeń benzenu C_6H_6 w 2024 roku

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Epizod			Stężenie S_{24} podczas epizodu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
Nr	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu ($1,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2024-01-08 do 2024-01-11	4	51	0,40	4,41	20,98
2	od 2024-02-26 do 2024-02-28	3	30	0,40	2,08	7,37
3	od 2024-10-25 do 2024-10-27	3	33	0,41	2,18	8,78
4	od 2024-11-05 do 2024-11-07	3	36	0,26	2,60	7,30
5	od 2024-12-26 do 2024-12-30	5	50	0,26	3,10	17,84

Pierwszy epizod miał miejsce w na początku stycznia i trwał 4 dni. Charakteryzował się najwyższym stężeniem średnim i stężeniem maksymalnym spośród rozważanych epizodów oraz największą liczbą stacji (51 z 64 analizowanych), na których zanotowano przekroczenie wyznaczonego progu epizodu przez stężenia dobowe. Epizod wyraźnie zaznaczył się na stacjach południowej Polski – od południowych krańców województwa lubuskiego, przez dolnośląskie, opolskie, śląskie, małopolskie, świętokrzyskie po podkarpackie (Rys. 16-7).



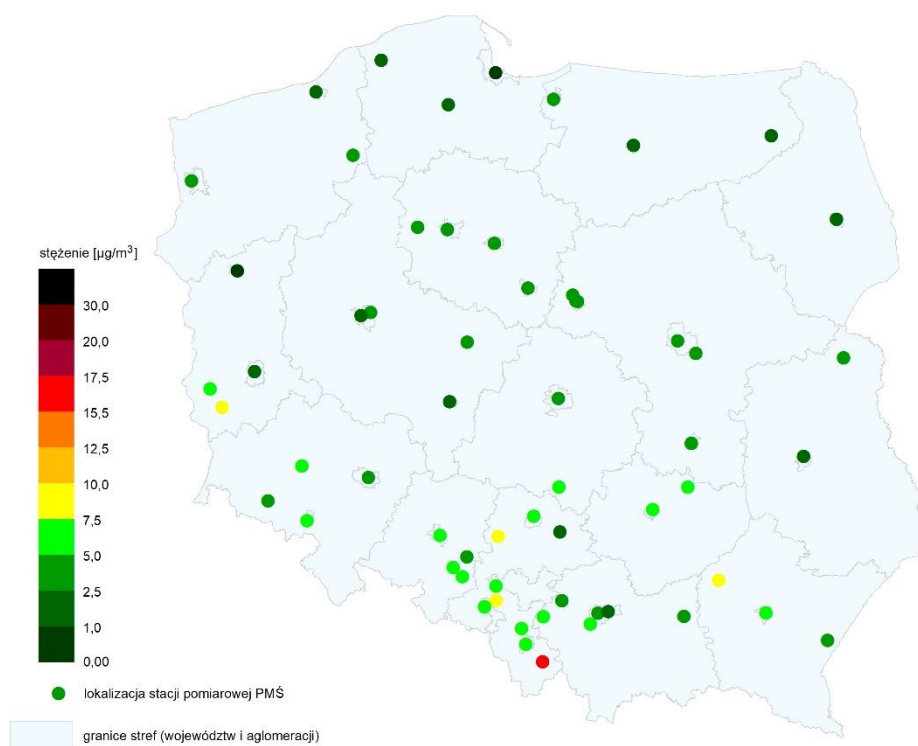
Rys. 16-6. Zmiany stężeń średnich dobowych benzenu C_6H_6 na stacjach pomiarowych w 2024 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Drugi epizod miał miejsce w końcu lutego i trwał 3 dni. Charakteryzował się o ponad połowę niższymi stężeniami średnimi oraz znacznie niższym stężeniem maksymalnym w trakcie jego trwania niż epizod pierwszy, przy niemal identycznych stężeniach minimalnych. Próg epizodu był przekroczony na 30 stacjach. Epizod zaznaczył się na stacjach w województwach opolskim i śląskim (Rys. 16-8).

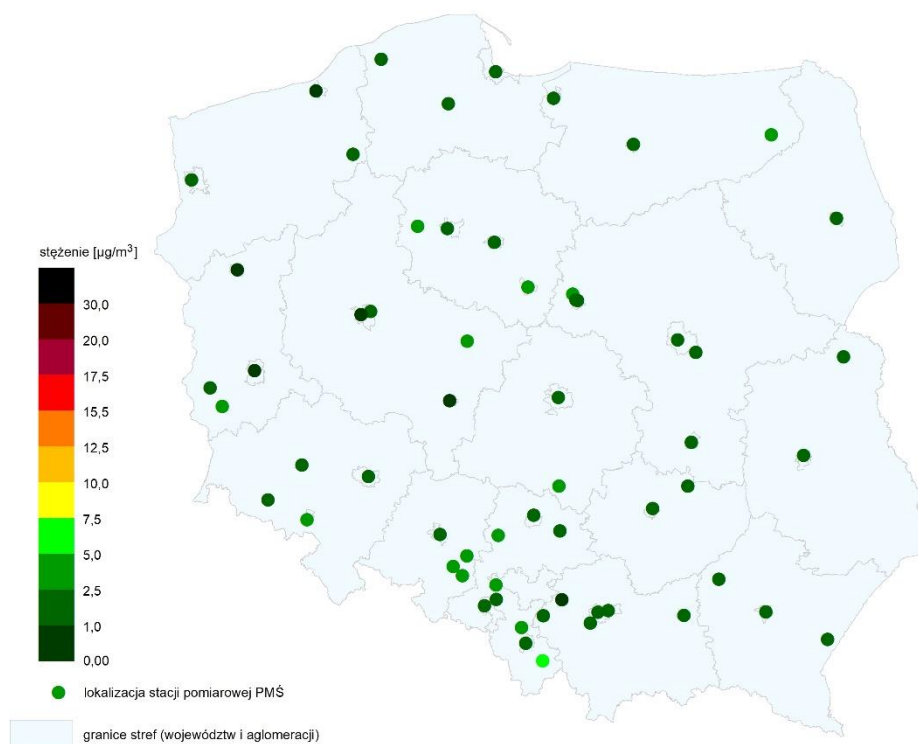
Trzeci epizod wystąpił w końcu października i trwał 3 dni. W trakcie jego trwania wystąpiły najwyższe stężenia minimalne. Próg epizodu był przekroczony na 33 stacjach. Epizod wyraźnie zaznaczył się w Polsce środkowej i południowej oraz w województwach lubuskim i lubelskim (Rys. 16-9).

Czwarty epizod wystąpił w listopadzie i trwał również 3 dni. Charakteryzował się stosunkowo niskim stężeniem średnim w trakcie trwania epizodu oraz najniższym stężeniem maksymalnym. Próg epizodu był przekroczony na 36 stacjach. Najwyższe stężenia

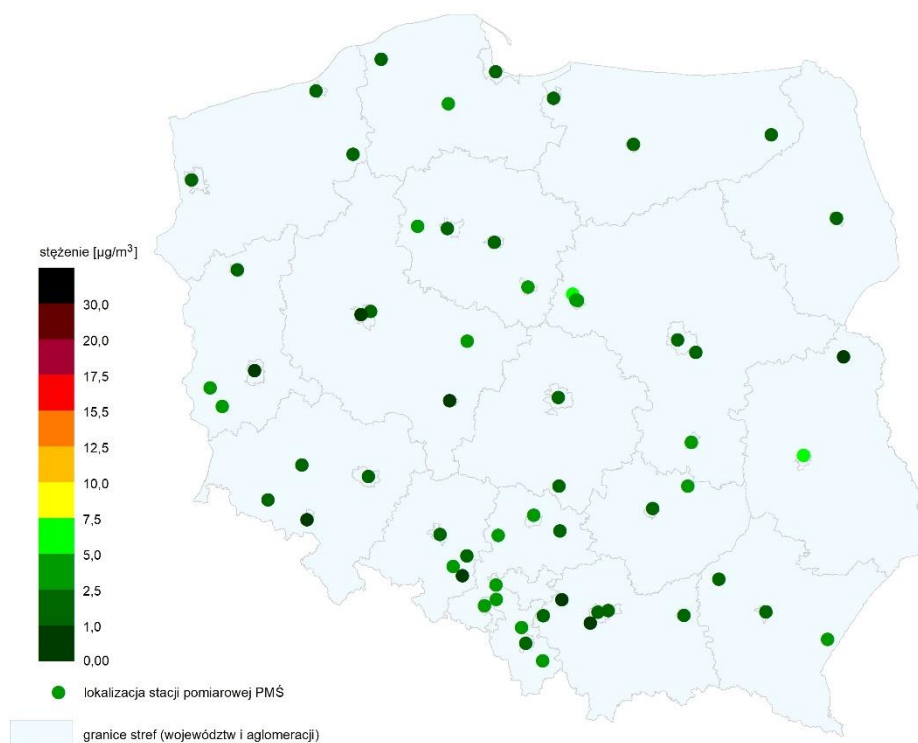
obserwowano na stacjach w pasie od województwa podlaskiego, przez mazowieckie, lubelskie, łódzkie, świętokrzyskie po opolskie, śląskie, małopolskie i podkarpackie (Rys. 16-10). Piąty epizod miał miejsce w ostatnich dniach roku. Trwał 5 dni i objął 50 stacji na terenie całego kraju, za wyjątkiem województw: zachodniopomorskiego, wielkopolskiego i warmińsko-mazurskiego (Rys. 16-11).



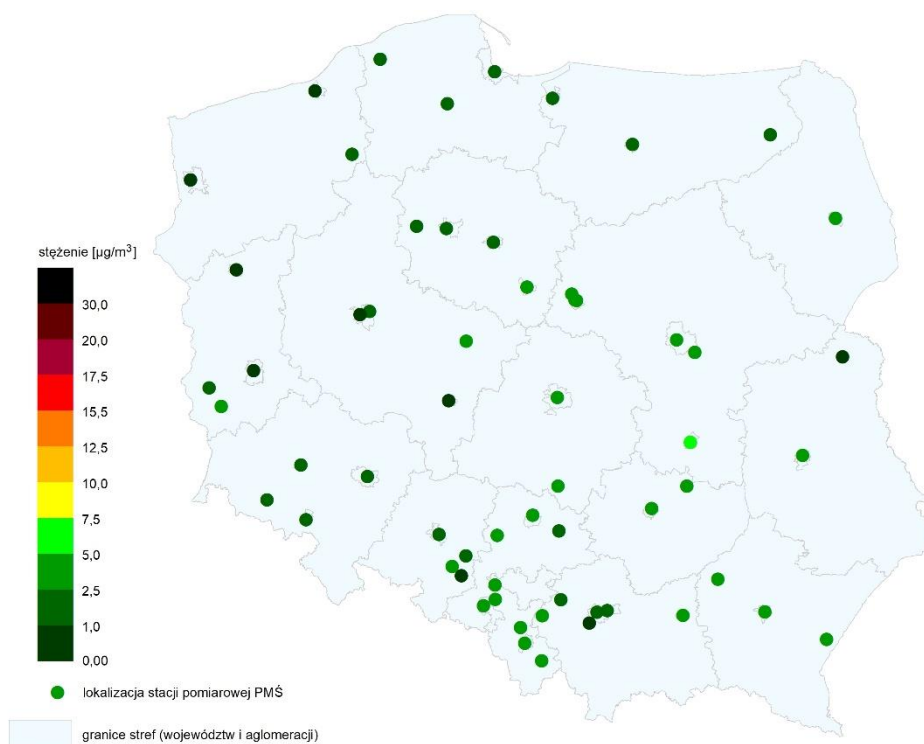
Rys. 16-7. Stężenia średnie benzenu C_6H_6 w okresie epizodu wysokich stężeń (08-11.01.2024)
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR



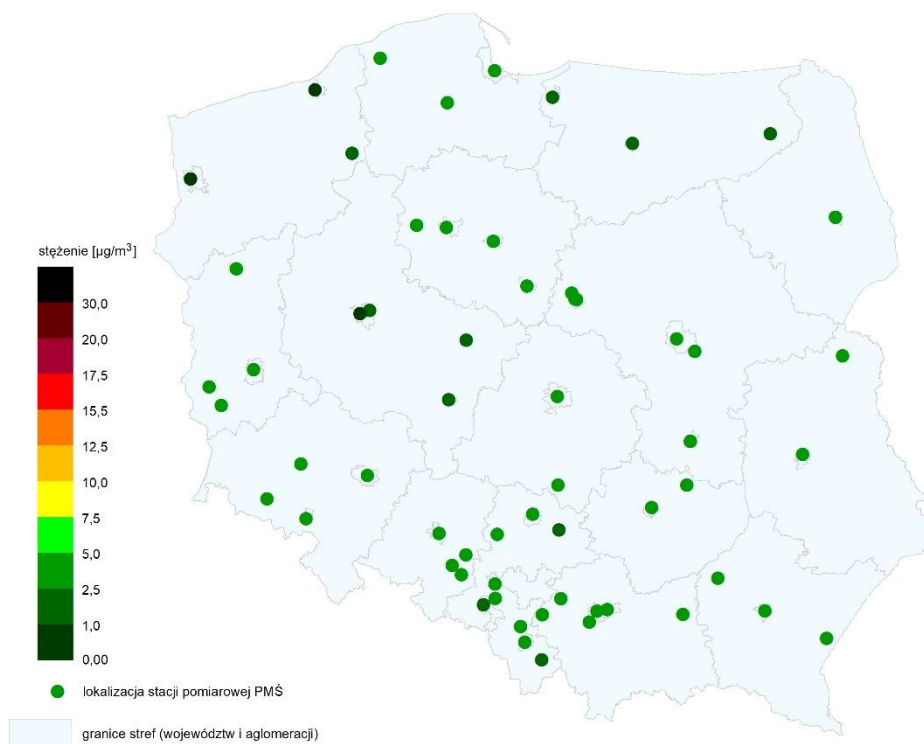
Rys. 16-8. Stężenia średnie benzenu C_6H_6 w okresie epizodu wysokich stężeń (26-28.02.2024)
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 16-9. Stężenia średnie benzenu C_6H_6 w okresie epizodu wysokich stężeń (25-27.10.2024)
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 16-10. Stężenia średnie benzenu C_6H_6 w okresie epizodu wysokich stężeń (05-07.11.2024)
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 16-11. Stężenia średnie benzenu C_6H_6 w okresie epizodu wysokich stężeń (26-30.12.2024)
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

17. Wnioski

17.1. Ocena przyczyn wysokich stężeń

W ostatniej dekadzie przeważały lata z warunkami termicznymi klasyfikowanymi od lekko ciepłych po ekstremalnie ciepłe (2019, 2020, 2023 i 2024). Od roku 2010, od którego analizowano zmiany stężeń zanieczyszczeń powietrza w niniejszym raporcie, tylko rok 2010 był bardzo chłodny, 2012 lekko chłodny, a 2013 i 2021 zostały określone jako normalne pod względem termicznym. Na tle wielolecia rok 2024 został uznany za ekstremalnie ciepły we wszystkich regionach kraju. Średnia temperatura powietrza w 2024 roku w Polsce wyniosła 10,9°C i była o 1,6°C wyższa od średniej z lat 2010-2023 i o 0,9°C wyższa od obserwowanej rok wcześniej. We wszystkich porach roku, poza jesienią, temperatura była wyższa niż rok wcześniej, a największą różnicę odnotowano wiosną. Pod względem sumy opadów atmosferycznych rok 2024 został sklasyfikowany jako normalny. Sprzyjające warunki meteorologiczne w 2024 roku umożliwiły wzmocnienie trendów malejących stężeń zanieczyszczeń powietrza obserwowanych w ostatnich latach i umocniły pozytywny wpływ podejmowanych działań w zakresie poprawy jakości powietrza, pomimo, że pod względem jakości powietrza w na wielu stacjach zaobserwowano nieznaczne pogorszenie sytuacji w stosunku do roku poprzedniego.

W 2024 roku przekroczenie standardów jakości powietrza zanotowano w przypadku:

1. Średniego rocznego stężenia B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ na 70 stacjach zlokalizowanych w 22 strefach. W raportach wojewódzkich dotyczących oceny jakości powietrza za rok 2024, dla wszystkich przypadków przekroczeń jako główną, decydującą przyczynę wskazano oddziaływanie emisji związanych z indywidualnym ogrzewaniem budynków (tzw. niską emisję) oraz, w kilku przypadkach, dodatkowo napływ zanieczyszczenia spoza granic strefy oraz niekorzystne warunki meteorologiczne sprzyjające zwiększeniu emisji oraz ograniczeniu przewietrzania i kumulacji zanieczyszczenia. Należy zaznaczyć, że we wszystkich strefach, w których wystąpiły przypadki przekroczeń poziomu docelowego, emisja B(a)P spadła (przeciętnie o 34%) z wyjątkiem miasta Opole (zanotowano znaczący wzrost emisji punktowej) oraz Kielce (wystąpił wzrost emisji komunalno-bytowej).
2. Dobowego stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ – na 10 stacjach w 7 strefach. Podobnie jak w przypadku B(a)P, w raportach wojewódzkich dotyczących oceny jakości powietrza za rok 2024, dla wszystkich przypadków przekroczeń pyłu zawieszonego PM₁₀, jako główną przyczynę wskazano oddziaływanie emisji związanych z indywidualnym ogrzewaniem budynków. Jako dodatkowe przyczyny wystąpienia przekroczeń w raportach wojewódzkich wskazano: oddziaływanie emisji związanej z ruchem pojazdów na głównej drodze leżącej w pobliżu stacji pomiarowej, napływ zanieczyszczeń spoza granic strefy, a także oddziaływanie emisji z zakładów przemysłowych, ciepłowni lub elektrowni zlokalizowanych w pobliżu stacji pomiarowych. Należy zaznaczyć, że we wszystkich strefach, w których wystąpiły przypadki przekroczeń dobowego poziomu dopuszczalnego

pyłu zawieszonego PM₁₀, emisja pyłu w 2024 roku spadła w stosunku do roku poprzedniego (przeciętnie o 19%), przy czym redukcja emisji w sektorze komunalno-bytowym była znacznie wyższa (o ponad 28%), przy zanotowanych niewielkich spadkach emisji z sektora transportu drogowego (przeciętnie o blisko 4% z wyjątkiem stref dolnośląskiej, opolskiej i śląskiej, dla których zanotowano wzrosty) oraz znaczących wzrostach emisji we wszystkich strefach z sektora maszyn rolniczych i ciągników (o 17%).

3. Maksymalnego stężenia średniego dobowego ze średnich kroczących S_{8h(k)}max O₃ – na 99 stacjach w 45 strefach, Percentyla 93,2 z maksymalnych stężeń średnich dobowych ze średnich kroczących S_{8h(k)}max O₃ – na 8 stacjach w 5 strefach oraz parametru AOT₄₀ dla O₃ – na 40 stacjach w 16 strefach. W raportach wojewódzkich dotyczących oceny jakości powietrza za rok 2024, poza warunkami pogodowymi sprzyjającymi powstawaniu ozonu w atmosferze, jako dodatkową przyczynę wystąpienia przekroczenia wskazano oddziaływanie emisji związanej z ruchem pojazdów na głównych drogach znajdujących się w obszarze reprezentatywności stacji pomiarowych, napływ zanieczyszczeń spoza granic strefy, a także oddziaływanie emisji z zakładów przemysłowych, ciepłowni lub elektrowni zlokalizowanych w pobliżu. W praktyce, na obszarze wszystkich stref z wyjątkiem miast Legnica, Włocławek i Zielona Góra oraz strefy lubuskiej, zanotowano spadek emisji NO_x (jednego z prekursorów O₃) w 2024 roku w stosunku do roku poprzedniego (przeciętnie o 17%), przy znacznie wyższym spadku emisji z transportu drogowego (na poziomie 31%). Warto dodać, że w 2024 roku znacząco wzrosła emisja NO_x z lotnisk (ponad 32%) oraz z maszyn rolniczych i ciągników (o 14%). W okresie wiosenno-letnim występują warunki meteorologiczne sprzyjające formowaniu się ozonu w powietrzu atmosferycznym (wysoka temperatura i duże nasłonecznienie). Stanowi to, oprócz emisji prekursorów ozonu, zwłaszcza z sektora transportu drogowego, główną przyczynę przekraczania poziomu docelowego ustanowionego dla stężenia ozonu w powietrzu atmosferycznym ze względu na ochronę zdrowia ludzi. Dodatkowo znaczenie ma również napływ zanieczyszczonego powietrza (w tym prekursorów ozonu) spoza granic kraju.
4. Średniego rocznego stężenia NO₂ - na 2 stacjach typu komunikacyjnego w 2 strefach. Jako główne przyczyny wystąpienia przekroczeń w tych dwóch strefach (aglomeracji krakowskiej i górnośląskiej), w raportach wojewódzkich dotyczących oceny jakości powietrza za rok 2024, wskazano oddziaływanie emisji związanej z komunikacją samochodową: ruchem pojazdów na głównej drodze leżącej w pobliżu stacji oraz intensywnym ruchem pojazdów w centrum miasta. Należy podkreślić, że w tych strefach emisja NO_x z sektora transportu drogowego spadła z roku na rok (przeciętnie o 27%), przy spadku emisji z obiektów punktowych (blisko o 10%) i znacznym wzroście emisji z maszyn rolniczych i ciągników (o ponad 30%).

17.2. Trendy zanieczyszczeń

W skali kraju w 2024 roku w stosunku do roku poprzedniego zauważalne jest dla większości zanieczyszczeń - z wyjątkiem dwutlenku azotu, benzenu, arsenu w pyłe zawieszonym PM₁₀ i ozonu (S_{8max}) nieznaczne pogorszenie jakości powietrza związane ze wzrostem stężeń. Dla

poszczególnych zanieczyszczeń wzrosty stężeń ocenianych parametrów z roku na rok nie były znaczące i wyniosły od kilku do kilkunastu procent.

Wykonane analizy porównawcze uzyskanych w 2024 roku stężeń w skali kraju na tle średnich z okresu 2010-2023 wykazały znaczne spadki, które dotyczyły wszystkich zanieczyszczeń z wyjątkiem O₃ (dla wskaźników Percentyl 93,2 i AOT40). Największe różnice stwierdzono dla B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ (60%). Istotne zmiany (przekraczające 20%-30%) zaobserwowano również w przypadku stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM_{2,5} i PM₁₀, benzenu, SO₂ oraz As, Cd i Ni oznaczanych w pyłe PM₁₀.

Trendy i tendencje malejące obserwowane w ostatnich latach wielu zanieczyszczeń powietrza w Polsce potwierdzają uzyskane wyniki przeprowadzonych analiz z zastosowaniem testu statystycznego Manna–Kendalla, przedstawionych w niniejszym rozdziale.

W kolejnych tabelach przedstawiono wyniki **Testu Z** określającego kierunek i wielkość nachylenia trendu: $Z > 0$ wskazuje na trend rosnący, zaś $Z < 0$ – na trend malejący. **Istotność** oznacza prawdopodobieństwo przypadkowego rozkładu analizowanych danych. Im prawdopodobieństwo jest niższe, tym trend statystyczny ma wyższą istotność.

Zastosowane w tabelach symbole oznaczają:

*** 0,1% prawdopodobieństwa,

** 1% prawdopodobieństwa,

* 5% prawdopodobieństwa,

+ 10% prawdopodobieństwa,

Puste pole oznacza brak trendu, Test Z pokazuje kierunek tendencji zmian.

17.2.1. Ocena statystyczna trendów zanieczyszczeń w skali kraju

Przeprowadzone analizy statystyczne zmian stężeń w okresie 2010-2024 wskazują na istotne statystycznie trendy malejące stężeń dla niemal wszystkich zanieczyszczeń ocenianych ze względu na ochronę zdrowia. Wyjątek stanowi O₃, w przypadku którego obserwuje się nieistotne statystycznie tendencje malejące dla maksymalnych dobowych 8-godzinnych średnich kroczących i percentyla 93,2 oraz tendencję rosnącą dla SOMO₃₅. W przypadku ochrony roślin dla O₃ dla wskaźnika rocznego AOT40, obserwuje się tendencję rosnącą.

Dla większości zanieczyszczeń obserwuje się najwyższą istotność statystyczną trendu. Dotyczy to pyłu zawieszonego PM_{2,5}, pyłu zawieszonego PM₁₀ i oznaczanych w nim B(a)P, Cd i Pb oraz zanieczyszczeń gazowych tj. NO₂, SO₂, CO i C₆H₆. W przypadku As i Ni oznaczanych w pyłe zawieszonym PM₁₀ oraz O₃ (wskaźnik AOT40 z 5 lat) poziomy istotności trendów są niższe (Tab. 17-1).

Tab. 17-1. Krajowe trendy zanieczyszczeń powietrza w okresie 2010-2024

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAPR

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM _{2,5}	Sa	1 rok	-4,55	***
PM ₁₀	Sa	1 rok	-4,45	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-4,45	***
BaP(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-3,96	***

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
As(PM10)	Sa	1 rok	-2,57	*
Cd(PM10)	Sa	1 rok	-4,45	***
Ni(PM10)	Sa	1 rok	-1,78	+
Pb(PM10)	Sa	1 rok	-4,55	***
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-1,19	
	Percentyl 93,2	8 godz.	-0,89	
	SOMO35	8 godz.	0,59	
NO ₂	Sa	1 rok	-4,35	***
	Percentyl 99,8	1 godz.	-3,96	***
SO ₂	Sa	1 rok	-4,85	***
	Percentyl 99,2	24 godz.	-4,35	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-4,26	***
CO	S8h(k)max	8 godz.	-4,06	***
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-3,66	***
O ₃	wskaźnik AOT40	1 godz.	0,79	
	wskaźnik AOT40 z 5 lat	1 godz.	-2,57	*

17.2.2. Ocena statystyczna trendów z uwzględnieniem typu obszaru

Testy statystyczne wykonane dla obszarów położonych **blisko dróg** (wyniki ze stacji komunikacyjnych) wskazują, że w okresie 2010-2024 obserwuje się istotne statystycznie trendy malejące dla wszystkich zanieczyszczeń. Dla metali ciężkich w pyłe zawieszonym PM10 nie można było przeprowadzić testów ze względu na zbyt krótki okres objęty pomiarami. Najwyższe istotności statystyczne trendów malejących dotyczą pyłu zawieszonego PM2,5 i PM10, NO₂ oraz CO (Tab. 17-2).

Tab. 17-2. Trendy zanieczyszczeń powietrza na obszarach w pobliżu dróg

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM2,5	Sa	1 rok	-4,27	***
PM10	Sa	1 rok	-4,45	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-3,96	***
BaP(PM10)	Sa	1 rok	-2,02	*
As(PM10)	Sa	1 rok	-	
Cd(PM10)	Sa	1 rok	-	
Ni(PM10)	Sa	1 rok	-	
Pb(PM10)	Sa	1 rok	-	
NO ₂	Sa	1 rok	-4,55	***
	Percentyl 99,8	1 godz.	-4,26	***
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-2,87	**
	Percentyl 99,7	1 godz.	-1,98	*
CO	S8h(k)max	8 godz.	-4,06	***
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-3,17	**

Analiza uzyskanych wyników testów statystycznych dla obszarów **miejskich** (wyniki ze stacji tła miejskiego) wskazuje, że w okresie 2010-2024 obserwuje się istotne statystycznie trendy malejące dla niemal wszystkich zanieczyszczeń. Wyjątek stanowią: Ni oznaczany w pyłe

zawieszonym PM10 oraz stężenia O₃ (oba analizowane parametry), dla których obserwuje się nieistotne statystycznie tendencje malejące.

Najwyższą istotność statystyczną odnotowano w przypadku pyłu zawieszonego PM2,5 i PM10, NO₂ (stężenie średnie roczne), SO₂, CO, C₆H₆ oraz B(a)P, Cd i Pb oznaczanych w pyłe zawieszonym PM10 (Tab. 17-3).

Tab. 17-3. Trendy zanieczyszczeń powietrza na obszarach miejskich

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM2,5	Sa	1 rok	-4,55	***
PM10	Sa	1 rok	-4,55	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-4,55	***
BaP(PM10)	Sa	1 rok	-3,86	***
As(PM10)	Sa	1 rok	-2,77	**
Cd(PM10)	Sa	1 rok	-4,35	***
Ni(PM10)	Sa	1 rok	-1,48	
Pb(PM10)	Sa	1 rok	-4,55	***
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-0,99	
	Percentyl 93,2	8 godz.	-0,30	
NO ₂	Sa	1 rok	-4,55	***
	Percentyl 99,8	1 godz.	-3,66	***
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-4,35	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-4,35	***
CO	S8h(k)max	8 godz.	-4,06	***
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-3,37	***

Przeprowadzone testy statystyczne dla obszarów **podmiejskich** (wyniki ze stacji tła podmiejskiego) wskazują, że w okresie 2010-2024 widoczne są istotne statystycznie trendy malejące dla pyłu zawieszonego PM2,5, pyłu zawieszonego PM10 oraz oznaczanego w nim B(a)P, a także dla NO₂ (zwłaszcza dla stężenia średniego rocznego). Najwyższą istotność statystyczną odnotowano w przypadku pyłu zawieszonego PM2,5 oraz pyłu zawieszonego PM10 i oznaczanego w nim B(a)P i Pb (mniej istotny). Dla As, Cd i Ni oznaczanych w pyłe zawieszonym PM10 oraz O₃ (S8h(k)max i percentyl 93,2 z maksymalnych dobowych 8-godzinnych średnich kroczących), SO₂ (percentyl 99,8 z wartości średnich dobowych) i CO nie odnotowano istotnych trendów w wieloleciu, a jedynie tendencje malejące. Dla C₆H₆ można zauważyć tendencję rosnącą (Tab. 17-4).

Tab. 17-4. Trendy zanieczyszczeń powietrza na obszarach podmiejskich

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM2,5	Sa	1 rok	-3,96	***
PM10	Sa	1 rok	-4,06	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-3,86	***
BaP(PM10)	Sa	1 rok	-4,26	***
As(PM10)	Sa	1 rok	-1,58	
Cd(PM10)	Sa	1 rok	-1,30	
Ni(PM10)	Sa	1 rok	-1,17	
Pb(PM10)	Sa	1 rok	-2,50	*
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-0,30	
	Percentyl 93,2	8 godz.	-0,49	

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
NO ₂	Sa	1 rok	-3,07	**
	Percentyl 99,8	1 godz.	-2,18	*
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-1,39	
	Percentyl 99,7	1 godz.	0,00	
CO	S8h(k)max	8 godz.	-0,36	
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	0,54	

Testy statystyczne dla przeprowadzonych obszarów **pozamiejskich** (wyniki ze stacji tła pozamiejskiego i regionalnego) wskazują, że w okresie 2010-2024 występują istotne statystycznie trendy malejące dla wszystkich zanieczyszczeń z wyjątkiem O₃ (percentyl 93,2), dla którego obserwuje się nieistotną statystycznie tendencję malejącą.

Najwyższą istotność statystyczną odnotowano w przypadku pyłu zawieszonego PM_{2,5} i PM₁₀, B(a)P, As i Pb oznaczanych w pyłe zawieszonym PM₁₀, NO₂, SO₂ i C₆H₆ (Tab. 17-5).

Tab. 17-5. Trendy zanieczyszczeń powietrza na obszarach pozamiejskich

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM _{2,5}	Sa	1 rok	-4,75	***
PM ₁₀	Sa	1 rok	-4,55	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-4,45	***
BaP(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-3,76	***
As(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-3,76	***
Cd(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-2,77	**
Ni(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-2,67	**
Pb(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-3,66	***
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-2,08	*
	Percentyl 93,2	8 godz.	-1,39	
NO ₂	Sa	1 rok	-4,55	***
	Percentyl 99,8	1 godz.	-4,45	***
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-4,65	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-4,55	***
CO	S8h(k)max	8 godz.	-3,17	**
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-3,77	***

17.2.3. Ocena statystyczna trendów zanieczyszczeń w miastach

Przeprowadzone testy statystyczne dla miast z liczbą mieszkańców **powyżej 0,5 mln** wskazują, że w okresie 2010-2024 występują istotne statystycznie trendy malejące dla pyłu zawieszonego PM_{2,5}, pyłu zawieszonego PM₁₀ oraz oznaczanych w nim B(a)P, As, Cd, Ni i Pb oraz zanieczyszczeń gazowych, tj. SO₂, NO₂, CO i C₆H₆. Dla O₃ zauważalne są nieistotne statystycznie tendencje wzrostowe w przypadku S8h(k)max i SOMO35 oraz słaby trend rosnący dla percentyla 93,2.

Najwyższą istotność statystyczną odnotowano w przypadku trendów malejących pyłu zawieszonego PM_{2,5} i PM₁₀ oraz SO₂ i NO₂ (wszystkie parametry) (Tab. 17-6).

Tab. 17-6. Trendy zanieczyszczeń powietrza na obszarach miast powyżej 0,5 mln mieszkańców

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM _{2,5}	Sa	1 rok	-4,16	***
PM ₁₀	Sa	1 rok	-4,16	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-3,86	***
BaP(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-2,74	**
As(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-1,97	*
Cd(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-3,28	**
Ni(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-1,86	+
Pb(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-2,85	**
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	1,09	
	Percentyl 93,2	8 godz.	2,08	*
	SOMO35	8 godz.	1,39	
NO ₂	Sa	1 rok	-3,66	***
	Percentyl 99,8	1 godz.	-3,56	***
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-3,66	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-3,96	***
CO	S8h(k)max	8 godz.	-2,47	*
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-2,47	*

Testy statystyczne wykonane dla miast liczących **od 250 tys. do 500 tys.** mieszkańców wskazują, że w okresie 2010-2024 wskazują na spadki stężeń dla wszystkich zanieczyszczeń. Istotnie statystycznie trendy malejące nie dotyczą tylko Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀, O₃ (wszystkie parametry) i SO₂ (percentyl 99,7), dla których obserwuje się nieistotne statystycznie tendencje malejące.

Najwyższą istotność statystyczną odnotowano w przypadku pyłu zawieszonego PM_{2,5}, pyłu zawieszonego PM₁₀ i oznaczanych w nim B(a)P, As, Cd i Pb oraz CO i C₆H₆ (Tab. 17-7).

Tab. 17-7. Trendy zanieczyszczeń powietrza na obszarach miast o liczbie mieszkańców 250-500 tys.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM _{2,5}	Sa	1 rok	-4,35	***
PM ₁₀	Sa	1 rok	-4,45	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-4,35	***
BaP(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-3,86	***
As(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-3,96	***
Cd(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-4,16	***
Ni(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-0,99	
Pb(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-4,06	***
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-1,19	
	Percentyl 93,2	8 godz.	-0,40	
	SOMO35	8 godz.	-1,19	
NO ₂	Sa	1 rok	-2,87	**
	Percentyl 99,8	1 godz.	-1,68	+
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-3,27	**
	Percentyl 99,7	1 godz.	-1,58	
CO	S8h(k)max	8 godz.	-3,96	***
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-3,63	***

Testy statystyczne wykonane dla miast z liczbą mieszkańców **100-250 tys.** wskazują, że w okresie 2010-2024 obserwuje się spadki dla niemal wszystkich zanieczyszczeń. Istotnie statystycznie trendy malejące nie dotyczą tylko Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 i O₃ (wszystkie parametry), dla których w większości obserwuje się nieistotne statystycznie tendencje malejące (tylko dla percentyla 93,2 tendencja rosnąca).

Wszystkie obserwowane trendy wykazały najwyższą istotność statystyczną (Tab. 17-8).

Tab. 17-8. Trendy zanieczyszczeń powietrza na obszarach miast o liczbie mieszkańców 100-250 tys.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM2,5	Sa	1 rok	-4,45	***
PM10	Sa	1 rok	-4,45	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-4,35	***
BaP(PM10)	Sa	1 rok	-4,45	***
As(PM10)	Sa	1 rok	-4,06	***
Cd(PM10)	Sa	1 rok	-3,56	***
Ni(PM10)	Sa	1 rok	-0,49	
Pb(PM10)	Sa	1 rok	-4,35	***
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-0,99	
	Percentyl 93,2	8 godz.	0,40	
	SOMO35	8 godz.	-1,09	
NO ₂	Sa	1 rok	-4,06	***
	Percentyl 99,8	1 godz.	-3,66	***
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-4,45	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-4,16	***
CO	S8h(k)max	8 godz.	-3,86	***
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-4,26	***

Przeprowadzone testy statystyczne dla miast z liczbą mieszkańców **50-100 tys.** wskazują, że w okresie 2010-2024 obserwuje się trendy malejące dla wszystkich badanych zanieczyszczeń, z wyjątkiem As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 (tendencja malejąca) oraz ozonu (dla percentyla 93,2 z wartości średnich 8-godzinnych i SOMO35 stwierdzono tendencję rosnącą, a dla maksymalnej wartości z 8-godzinnych średnich nieznaczną tendencję malejącą).

Najwyższą istotność statystyczną odnotowano w przypadku pyłu zawieszonego PM2,5, pyłu zawieszonego PM10 i oznaczanych w nim B(a)P, Cd i Pb oraz SO₂, NO₂ (stężenie średnie roczne) i CO (Tab. 17-9).

Tab. 17-9. Trendy zanieczyszczeń powietrza na obszarach miast o liczbie mieszkańców 50-100 tys.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM2,5	Sa	1 rok	-4,55	***
PM10	Sa	1 rok	-4,35	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-3,96	***
BaP(PM10)	Sa	1 rok	-3,86	***
As(PM10)	Sa	1 rok	-0,40	
Cd(PM10)	Sa	1 rok	-4,06	***
Ni(PM10)	Sa	1 rok	-2,18	*

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
Pb(PM10)	Sa	1 rok	-3,86	***
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-0,20	
	Percentyl 93,2	8 godz.	1,39	
	SOMO35	8 godz.	0,30	
NO ₂	Sa	1 rok	-3,76	***
	Percentyl 99,8	1 godz.	-3,17	**
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-3,86	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-3,66	***
CO	S8h(k)max	8 godz.	-2,99	**
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-3,36	***

Przeprowadzone testy statystyczne dla miast z liczbą mieszkańców **25-50 tys.** wskazują, że w okresie 2010-2024 dla większości zanieczyszczeń obserwuje się spadki stężeń. Istotnych statystycznie trendów malejących nie odnotowano tylko dla niklu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 i ozonu (percentyl 93,2 z max dobowych 8-godzinnych średnich krocących i SOMO35), dla których obserwuje się nieistotną statystycznie tendencję malejącą. Najwyższą istotność statystyczną odnotowano w przypadku pyłu zawieszonego PM2,5 i PM10 i oznaczanych w nim B(a)P, Cd i Pb oraz NO₂, SO₂ i CO (Tab. 17-10).

Tab. 17-10. Trendy zanieczyszczeń powietrza na obszarach miast o liczbie mieszkańców 25-50 tys.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM2,5	Sa	1 rok	-4,09	***
PM10	Sa	1 rok	-4,55	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-4,55	***
BaP(PM10)	Sa	1 rok	-3,66	***
As(PM10)	Sa	1 rok	-2,18	*
Cd(PM10)	Sa	1 rok	-3,56	***
Ni(PM10)	Sa	1 rok	-0,49	
Pb(PM10)	Sa	1 rok	-4,06	***
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-2,57	*
	Percentyl 93,2	8 godz.	-0,49	
	SOMO35	8 godz.	-1,39	
NO ₂	Sa	1 rok	-4,75	***
	Percentyl 99,8	1 godz.	-3,56	***
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-3,96	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-3,96	***
CO	S8h(k)max	8 godz.	-3,56	***
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-3,09	**

Przeprowadzone testy statystyczne dla miast z liczbą mieszkańców **10-25 tys.** wskazują, że w okresie 2010-2024 wystąpiły istotne statystycznie trendy malejące dla pyłu zawieszonego PM2,5 i PM10, B(a)P, NO₂, SO₂, CO, benzenu oraz As, Cd i Pb oznaczanych w pyłe zawieszonym PM10. Dla pozostałych zanieczyszczeń – O₃ i Ni w pyłe zawieszonym PM10 – obserwuje się nieistotne statystycznie tendencje malejące.

Najwyższą istotność statystyczną odnotowano w przypadku pyłu zawieszonego PM10 i PM2,5, oznaczanych w pyłe zawieszonym PM10 dwóch metali ciężkich tj. Cd i Pb oraz NO₂ (stężenie średnie roczne) i SO₂ (percentyl 99,2) (Tab. 17-11).

Tab. 17-11. Trendy zanieczyszczeń powietrza na obszarach miast o liczbie mieszkańców 10-25 tys.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM2,5	Sa	1 rok	-4,35	***
PM10	Sa	1 rok	-3,86	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-3,86	***
BaP(PM10)	Sa	1 rok	-3,07	**
As(PM10)	Sa	1 rok	-2,18	*
Cd(PM10)	Sa	1 rok	-4,35	***
Ni(PM10)	Sa	1 rok	-0,89	
Pb(PM10)	Sa	1 rok	-4,65	***
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-1,28	
	Percentyl 93,2	8 godz.	-0,55	
	SOMO35	8 godz.	-1,28	
NO ₂	Sa	1 rok	-3,96	***
	Percentyl 99,8	1 godz.	-3,37	***
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-3,66	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-3,27	**
CO	S8h(k)max	8 godz.	-3,11	**
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-2,13	*

W miastach **poniżej 10 tys.** mieszkańców pomiary PMŚ są prowadzone rzadziej niż dla innych typów miast. Przeprowadzone testy statystyczne wskazują, że w okresie 2010-2024 zaobserwowano istotne statystycznie trendy malejące dla pyłu zawieszonego PM10, B(a)P, NO₂ (średnia roczna), SO₂ i CO. Nieistotna statystycznie tendencja malejąca wystąpiła dla NO₂ (percentyl 99,8) oraz wszystkich parametrów ocenianych w przypadku O₃. Dla metali ciężkich w pyłe zawieszonym PM10 i C₆H₆ serie pomiarowe były za krótkie, by przeprowadzić analizę trendów.

Najwyższą istotność statystyczną odnotowano w przypadku SO₂ (percentyl 99,2) (Tab. 17-12).

Tab. 17-12. Trendy zanieczyszczeń powietrza na obszarach miast do 10 tys. mieszkańców

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM2,5	Sa	1 rok	-2,49	*
PM10	Sa	1 rok	-2,99	**
	Percentyl 90,4	24 godz.	-2,62	**
BaP(PM10)	Sa	1 rok	-2,96	**
As(PM10)	Sa	1 rok	-	
Cd(PM10)	Sa	1 rok	-	
Ni(PM10)	Sa	1 rok	-	
Pb(PM10)	Sa	1 rok	-	
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-1,53	
	Percentyl 93,2	8 godz.	-1,53	
	SOMO35	8 godz.	-1,28	
NO ₂	Sa	1 rok	-2,99	**
	Percentyl 99,8	1 godz.	-1,28	
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-4,09	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-2,99	**
CO	S8h(k)max	8 godz.	-1,87	+
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-	

18. Bibliografia

Publikacje i raporty

1. GIOŚ 2025a, „Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2024”; praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez INF AIR i Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Kobus D., Skotak K., GIOŚ, Warszawa 2025
2. GIOŚ 2025b, Wskaźniki średniego narażenia na pył zawieszony PM_{2,5} dla miast powyżej 100 tys. mieszkańców i aglomeracji oraz krajowy wskaźnik średniego narażenia w 2024 roku. GIOŚ, Warszawa 2025
<https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/documents/download/120310>
3. IMGW 2025, „Klimat Polski 2024”. IMGW-PIB, 2025. <https://imgw.pl/wp-content/uploads/2025/07/RAPORT-IMGW-PIB-Klimat-Polski-2024.pdf>
4. GIOŚ 2024, „Jakość powietrza w Polsce w roku 2023 w świetle wyników pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Skotak K., Degórska A., Bratkowski J., Syrzycki M., Kobus D., Warszawa 2024
<https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/documents/download/115614>
5. GIOŚ 2023, Program Wykonawczy Państwowego Monitoringu Środowiska na rok 2024. Monitoring jakości powietrza. Program ten stanowi wypełnienie przepisu art. 4a ust. 1 pkt 5 ustawy z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska (t.j. Dz. U. z 2020 r. poz. 995 z późn. zm.). <https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/content/monitoring>
6. WHO 2021, „WHO global air quality guidelines”, Światowa Organizacja Zdrowia, 2021.
<https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/551b515e-2a32-4e1a-a58c-cdaecd395b19/content>

Dokumenty w zakresie prawa krajowego

7. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska (t.j. Dz. U. z 2025 r. poz. 647, 1080)
8. Ustawa z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska (t.j. t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 425)
9. Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 11 grudnia 2020 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. z 2020 r. poz. 2279)
10. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (t.j. Dz. U. 2021 r. poz. 845)
11. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 września 2012 r. w sprawie sposobu obliczania wskaźników średniego narażenia oraz sposobu oceny dotrzymania pułapu stężenia ekspozycji (*dla pyłu zawieszonego PM_{2,5}*) (Dz.U. 2022 poz. 2430)
12. Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 13 listopada 2020 r. w sprawie zakresu i sposobu przekazywania informacji dotyczących zanieczyszczenia powietrza (Dz. U. 2020 r. poz. 2221)
13. Strategiczny program państwowego monitoringu środowiska na lata 2020-2025. Monitoring jakości powietrza. GIOŚ, Warszawa 2020

Dokumenty w zakresie prawa Unii Europejskiej i dokumenty metodyczne:

14. Dyrektywa Komisji (UE) 2015/1480 z dnia 28 sierpnia 2015 r. zmieniająca niektóre załączniki do dyrektyw Parlamentu Europejskiego i Rady 2004/107/WE i 2008/50/WE ustanawiających przepisy dotyczące metod referencyjnych, zatwierdzania danych i lokalizacji punktów pomiarowych do oceny jakości powietrza (Dz. Urz. UE L 226 z 29.08.2015, str. 4-11)
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2015:226:FULL&from=PL>
15. Decyzja wykonawcza Komisji Europejskiej 2011/850/UE z dnia 12 grudnia 2011 r. ustanawiająca zasady stosowania dyrektyw 2004/107/WE i 2008/50/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do systemu wzajemnej wymiany informacji oraz sprawozdań dotyczących jakości otaczającego powietrza (Dz. Urz. UE L 335 z 17.12.2011, str. 86)
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011D0850&from=PL>
16. 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)
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:152:0001:0044:PL:PDF>
17. 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)
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:023:0003:0016:PL:PDF>