



GŁÓWNY INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA

**Jakość powietrza w Polsce w roku 2023
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/27/2024/DMŚ/NFOŚ z dnia 1 marca 2024 r. zawartej pomiędzy Głównym Inspektorem Ochrony Środowiska a Instytutem Ochrony Środowiska – Państwowym Instytutem Badawczym oraz Infair Sp. z o.o., finansowanej ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Warszawa, 2024

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 (PMŚ).

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

Spis treści

1. Wprowadzenie	4
2. Przyjęte w opracowaniu założenia, kryteria i oznaczenia.....	5
3. Podstawy prawne monitoringu jakości powietrza w ramach PMŚ	9
4. Charakterystyka warunków meteorologicznych	12
5. Stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5}	17
5.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	18
5.2. Wskaźnik średniego narażenia	23
5.3. Jakość powietrza w miastach	26
5.4. Epizody wysokich stężeń	27
5.5. Ocena skutków zdrowotnych	33
6. Stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀.....	36
6.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	37
6.2. Jakość powietrza w miastach	45
6.3. Epizody wysokich stężeń	48
7. Stężenia benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀	54
7.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	55
7.2. Jakość powietrza w miastach	59
7.3. Epizody wysokich stężeń	61
8. Stężenia arsenu As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀	68
8.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	69
8.2. Jakość powietrza w miastach	73
8.3. Epizody wysokich stężeń	75
9. Stężenia niklu Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀	77
9.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	78
9.2. Jakość powietrza w miastach	83
9.3. Epizody wysokich stężeń	84
10. Stężenia kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀	87
10.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	88
10.2. Jakość powietrza w miastach	92
10.3. Epizody wysokich stężeń	94

11. Stężenia ołowiu Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10	96
11.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	97
11.2. Jakość powietrza w miastach	102
11.3. Epizody wysokich stężeń	103
12. Stężenia ozonu O₃	106
12.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	107
12.2. Jakość powietrza w miastach	116
12.3. Epizody wysokich stężeń	118
12.4. Ocena jakości powietrza w skali kraju – ochrona roślin	122
13. Stężenia dwutlenku azotu NO₂	130
13.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	131
13.2. Jakość powietrza w miastach	139
13.3. Epizody wysokich stężeń	141
14. Stężenia dwutlenku siarki SO₂	146
14.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	147
14.2. Jakość powietrza w miastach	156
14.3. Epizody wysokich stężeń	158
15. Stężenia tlenku węgla CO	161
15.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	162
15.2. Jakość powietrza w miastach	166
15.3. Epizody wysokich stężeń	168
16. Stężenia benzenu C₆H₆	170
16.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	171
16.2. Jakość powietrza w miastach	175
16.3. Epizody wysokich stężeń	176
17. Podsumowanie	181
17.1. Ocena w skali kraju	181
17.2. Trendy zanieczyszczeń	181
17.2.1. Ocena statystyczna trendów zanieczyszczeń w skali kraju	182
17.2.2. Ocena statystyczna trendów z uwzględnieniem typu obszaru	183
17.2.3. Ocena statystyczna trendów zanieczyszczeń w miastach	185
18. Bibliografia	190

1. Wprowadzenie

Raport podsumowujący wyniki badań prowadzonych przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska w ramach pomiarów Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ) za rok 2023 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 tabelarycznej oraz graficznej), 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 2023 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 2023 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 2010-2023 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 2023 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 2023 roku z uwzględnieniem zmian w stosunku do roku 2022 i w okresie wielolecia 2010-2022 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 2023 oraz w okresie 2010-2023 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 0,5 mln,
 - 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 O_3 oraz Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM_{10} zastosowano ostrzejsze kryterium na poziomie 150%, a dla NO_2 - 180%). 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 zwięzłej 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 2019-2023 dla poszczególnych miast i aglomeracji oraz krajowy wskaźnik średniego narażenia dla 2023 roku⁴;

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

- 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

S_{OMO35} - 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

A_{OT40} - wskaźnik jakości powietrza dla ozonu pod kątem ochrony roślin, obliczany na podstawie stężeń 1-godz., jako suma różnic pomiędzy stężeniem jednogodzinnym wyrażonym w µg/m³, a wartością 80 µg/m³, dla każdej godziny w ciągu doby pomiędzy godziną 8:00 a 20:00 czasu środkowoeuropejskiego (CET), dla której stężenie jest większe niż 80 µg/m³

Skróty zanieczyszczeń:

pył PM_{2,5} - pył zawieszony o średnicy aerodynamicznej ziaren poniżej 2,5 µm

pył PM₁₀ - pył zawieszony o średnicy aerodynamicznej ziaren poniżej 10 µm

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 2023 roku zgodnie z zapisami zawartymi w dokumencie „Strategiczny program państwowego monitoringu środowiska na lata 2020-2025. 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 2024 r. poz. 425 czy t. j. Dz. U. z 2021 r. poz. 1070, z późn. zm.). Program został opracowany w Departamencie Monitoringu Środowiska Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska i zatwierdzony przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska.

Zgodnie z tym programem w roku 2023 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,
 - 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,
 - analizy wybranych epizodów wysokich stężeń zanieczyszczeń,
 - monitoring prekursorów ozonu;
2. zadania związane z modelowaniem i prognozowaniem zanieczyszczenia powietrza:
 - wspomaganie systemu ocen jakości powietrza metodami modelowania matematycznego,
 - 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 (Dz. U. z 2024 r. poz. 54, z późn. zm.);
- ustawa z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska (t. j. Dz. U. z 2024 r. poz. 425);
- 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 ((t. j. Dz. U. z 2024 r. poz. 1112);
- 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 (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 1112),
- 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 (t. j. Dz. U. z 2024 r. poz. 870);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2021 r. poz. 845);
- 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 (Dz. U. z 2022 r. poz. 2430);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 sierpnia 2012 r. w sprawie krajowego celu redukcji narażenia (Dz. U. z 2012 r. poz. 1030);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2010 r. Nr 16 poz. 87);
- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 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 czystsze powietrze dla Europy (Dz. Urz. UE L 152 z 11.06.2008 str.1 oraz Dz. Urz. UE L 226 z 29.08.2015, str. 4);
- dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2004/107/WE z dnia 15 grudnia 2004 r. w sprawie arsenu, kadmu, niklu, rtęci i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w otaczającym powietrzu (Dz. Urz. UE L 23 z 26.01.2005, str. 3, Dz. Urz. UE L 87 z 31.03.2009, str. 109 oraz Dz. Urz. UE L 226 z 29.08.2015, str. 4);
- 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 oraz Dz. Urz. UE L 72 z 14.03.2019, str. 141);

- 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 (Dz. Urz. UE L 335 z 17.12.2011, str. 86-106);
- Konwencja w sprawie transgranicznego zanieczyszczania powietrza na dalekie odległości (Dz. U. 1985 r. Nr 60 poz. 311);
- 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) (Dz. U. z 1988 r. Nr 40 poz. 313);
- program monitoringu Bałtyku (COMBINE) w ramach Konwencji o ochronie środowiska morskiego obszaru Morza Bałtyckiego (Dz. U. z 2000 r. Nr 28 poz. 346);
- program Global Atmosphere Watch (GAW) Światowej Organizacji Meteorologicznej (WMO);
- Konwencja Wiedeńska o Ochronie Warstwy Ozonowej (Dz. U. z 1992 r. Nr 98 poz. 488).

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. Zadanie było realizowane przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Roczne oceny jakości powietrza w strefach były wykonywane przez Departament Monitoringu Środowiska GIOŚ, w tym przez regionalne wydziały monitoringu środowiska funkcjonujące w strukturze Departamentu, badania i pomiary były realizowane przez oddziały regionalne Centralnego Laboratorium Badawczego. Realizacja całości zadania była koordynowana przez Departament Monitoringu Środowiska.

Oddziały regionalne Centralnego Laboratorium Badawczego – odpowiedzialne za pomiary poziomu substancji w powietrzu – w roku 2023 wykonywały wraz z jednostkami włączonymi do PMŚ pomiary m.in. stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀ i PM_{2,5}, SO₂, NO₂, NO_x, O₃, C₆H₆, CO oraz Pb, As, Cd, Ni i benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM₁₀. Aktualna sieć monitoringu jakości powietrza została opracowana w oparciu o wyniki oceny pięcioletniej wykonanej w 2019 roku. W 2023 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 2,0, 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.

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. Taka sytuacja wystąpiła w 2023 roku. 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 benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM₁₀, pyłu zawieszonego PM₁₀ i PM_{2,5} 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 2023 przedstawiono na podstawie danych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego (IMGW-PIB), a w szczególności opracowanego raportu „Klimat Polski 2023”.

Rok 2023 był ekstremalnie ciepłym i jednocześnie drugim najcieplejszym, po rekordowo ciepłym 2019 roku. Najchłodniejszy był rok 2010, od którego zaczynają się przeprowadzone w kolejnych rozdziałach analizy stanu zanieczyszczenia powietrza w wieloleciu. Rok 2023 we wszystkich regionach został uznany za ekstremalnie ciepły, jedynie na Pobrzeżach - jako anomalnie ciepły. 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 (Rys. 4-1).

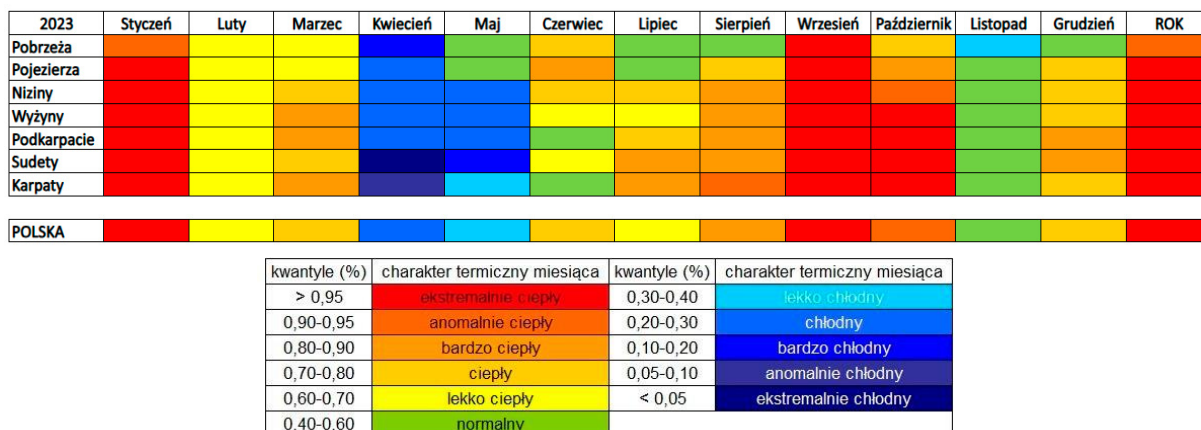
ROK	REGION						
	POBRZEŻA	POJEZIERZA	NIZINY	WYŻYNY	PODKARPACIE	SUDETY	KARPATY
2010							
2011							
2012							
2013							
2014							
2015							
2016							
2017							
2018							
2019							
2020							
2021							
2022							
2023							

Rys. 4-1. Charakterystyka termiczna lat 2010-2023

Źródło: IMGW-PIB

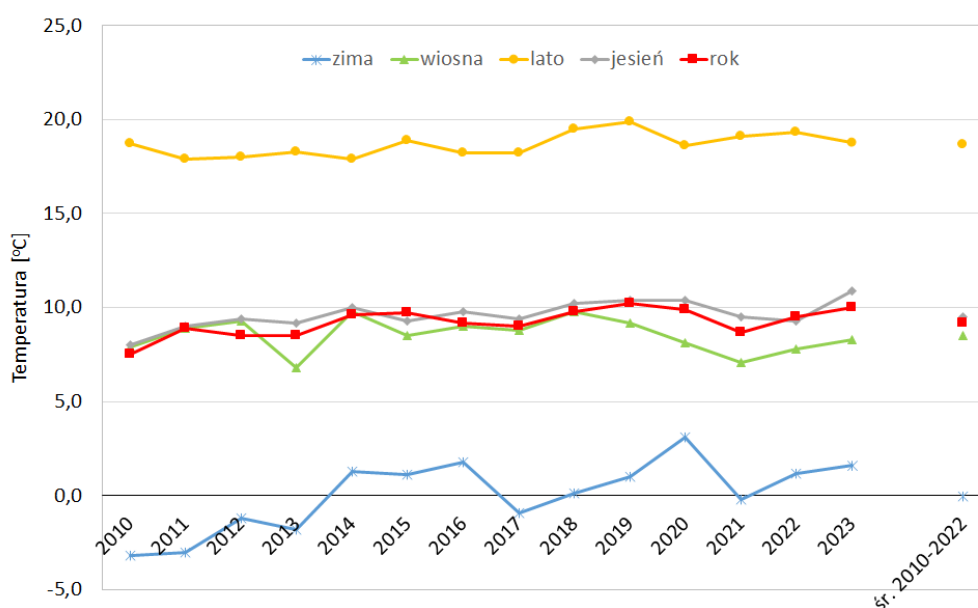
Najcieplejszym miesiącem roku 2023 w Polsce był sierpień – średnia wartość temperatury wyniosła 19,6°C i była wyższa o 1,1 stopnia od średniej wieloletniej (1991-2020) wartości temperatury dla tego miesiąca. Z kolei najchłodniejszym miesiącem był luty – średnia miesięczna wartość temperatury wyniosła 1,5°C i była o 1,6 stopnia wyższa od normy klimatologicznej. Kwiecień był szczególnie chłodny w stosunku do normy wieloletniej (anomalnia wyniosła –1,0°C). Szczególnie ciepłe względem normy wieloletniej były: styczeń, wrzesień oraz październik z anomaliami przekraczającymi +2,0°C. Najwyższą anomalię zanotowano w styczniu (+4,0°C). Warunki termiczne w roku 2023 we wszystkich regionach klimatycznych sklasyfikowane były jako: ekstremalnie ciepłe we wrześniu, anomalnie i ekstremalnie ciepłe w styczniu i październiku, bardzo ciepłe, ciepłe i lekko ciepłe w lutym i marcu, natomiast listopad został sklasyfikowany jako miesiąc normalny pod względem termicznym. Jedynie kwiecień i maj były miesiącami chłodniejszymi. W czerwcu, lipcu

i sierpniu oraz grudniu zaznacza się nieco większe zróżnicowanie przestrzenne klas termicznych, natomiast ogólnie warunki w można określić jako ciepłe (Rys. 4-2).



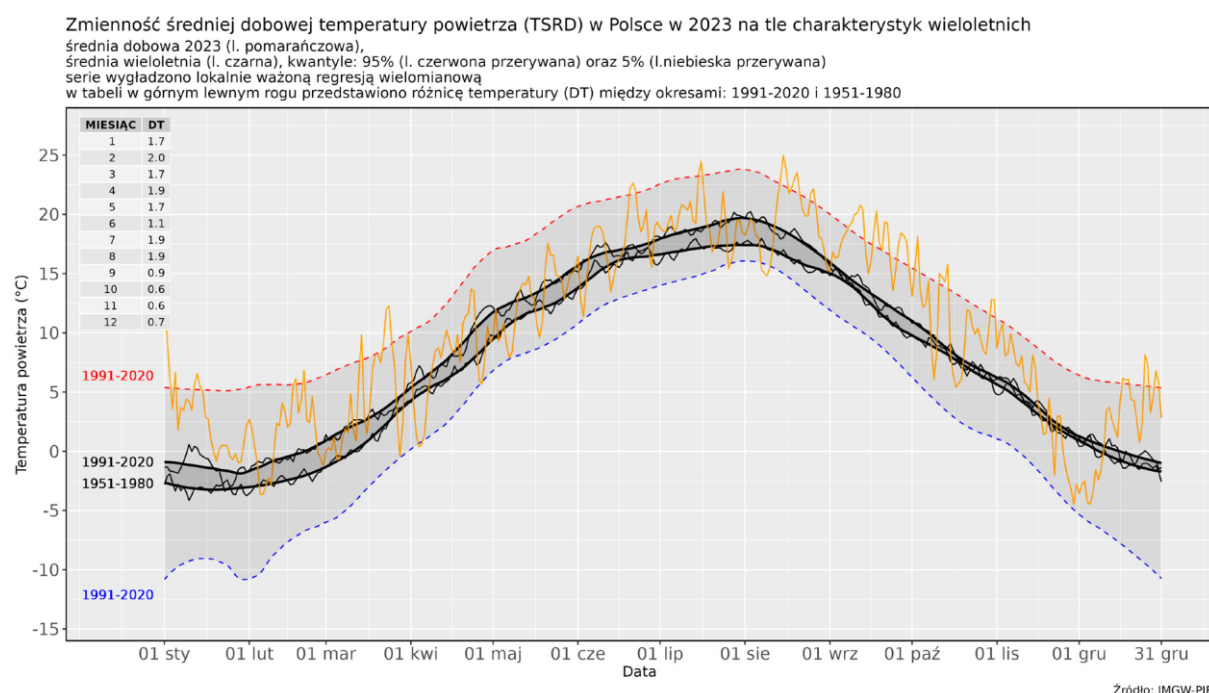
Rys. 4-2. Charakterystyka termiczna roku 2023 w Polsce i poszczególnych regionach.
Poszczególne klasy wyznaczono na podstawie wartości z wielolecia 1991-2020
Źródło: IMGW-PIB

Obserwowany w ostatniej dekadzie wzrost temperatury średniej rocznej wyhamował w 2021 roku, ale powrócił w latach 2022 i 2023. Średnia temperatura powietrza w 2023 roku w Polsce wyniosła 10°C i była o 0,8°C wyższa od średniej z lat 2010-2022 i o 0,5°C wyższa od obserwowanej rok wcześniej. Jedynie latem temperatura była niższa od notowanej w 2022 roku – o 0,5°C, ale wyższa od średniej o 0,1°C. W pozostałych porach roku odnotowano wzrosty w stosunku do poprzedniego roku – zimą o 0,4°C, wiosną o 0,5°C i jesienią o 1,6°C. W stosunku do średniej z lat 2010-2022 temperatura zimą wzrosła o 1,7°C, wiosną była niższa o 0,2°C, latem wyższa o 0,1°C a jesienią wyższa o 1,4°C (Rys. 4-3).



Rys. 4-3. Średnie temperatury powietrza w Polsce w poszczególnych porach roku w latach 2010-2023
Źródło danych: IMGW-PIB, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Zgodnie z oceną IMGW-PIB w 2023 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 dobowa temperatura powietrza przekraczała wartości kwantyla 95% tego elementu, były w minionym roku częstsze i zdecydowanie bardziej długotrwałe niż epizody chłodu (średnia dobowa temperatura 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 na początku stycznia 2023 roku, z wartościami o ponad 5 stopni przewyższającymi wartości kwantyla 95%. Wspomnieć należy również o stosunkowo długotrwałym okresie bardzo wysokich temperatur w sierpniu oraz wrześniu, który był najcieplejszym wrześniem od 73 lat z anomalią wynoszącą +3,9°C (Rys. 4-4).



Rys. 4-4. Zmienność średniej dobowej temperatury w Polsce w 2023 roku na tle charakterystyk wieloletnich
Źródło: IMGW-PIB

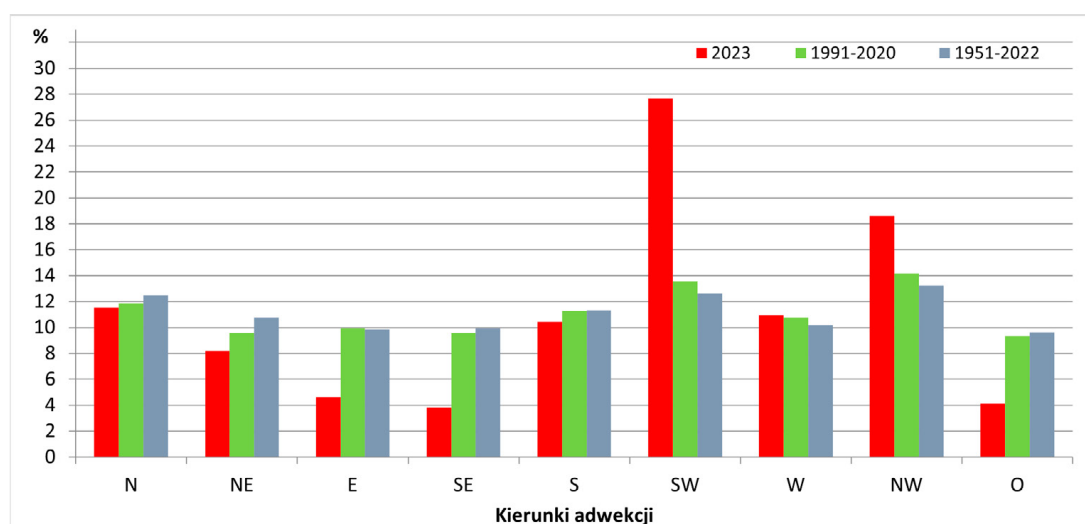
Warunki meteorologiczne w sezonie ciepłym mają decydujący wpływ na poziom stężeń ozonu. Ozon jest zanieczyszczeniem wtórnym powstającym w powietrzu atmosferycznym w wyniku reakcji fotochemicznych z udziałem tzw. prekursorów ozonu (tlenków azotu, węglowodorów i innych substancji), przy sprzyjających warunkach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

W 2023 roku warunki meteorologiczne, podobnie jak w latach poprzednich (poza 2021 r.), sprzyjały powstawaniu ozonu.

Pod względem sumy opadów atmosferycznych rok 2023 został sklasyfikowany jako normalny. W okresie 2010-2022 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 2023 roku znacząco dominowały masy powietrza napływające z sektora zachodniego (od NW do SW, 57%), a następnie z sektora południowego (od SE do SW, około 42%). W stosunku do okresu normalnego częstość spływu mas powietrza z sektora zachodniego była wyższa o ponad 2% niż w wieloleciu 1991-2020. W roku 2023 szczególnie dominował typ SW, osiągając niemal 28% częstości oraz typ NW z częstością na poziomie 19%. Wartość SW w roku 2023 znacznie przewyższała wartości z wielolecia, gdzie częstość tego typu cyrkulacji utrzymywała się na poziomie 12-14%. Najmniejszy udział w analizowanym roku miał typ SE z częstością na poziomie niespełna 4%, przy czym częstość z wielolecia wynosiła 10% (Rys. 4- 5).



Rys. 4-5. Częstość występowania poszczególnych kierunków napływu mas powietrza nad Polskę w roku 2023 na tle wartości średnich z lat 1991-2020 i 1951-2022

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 2023 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. 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

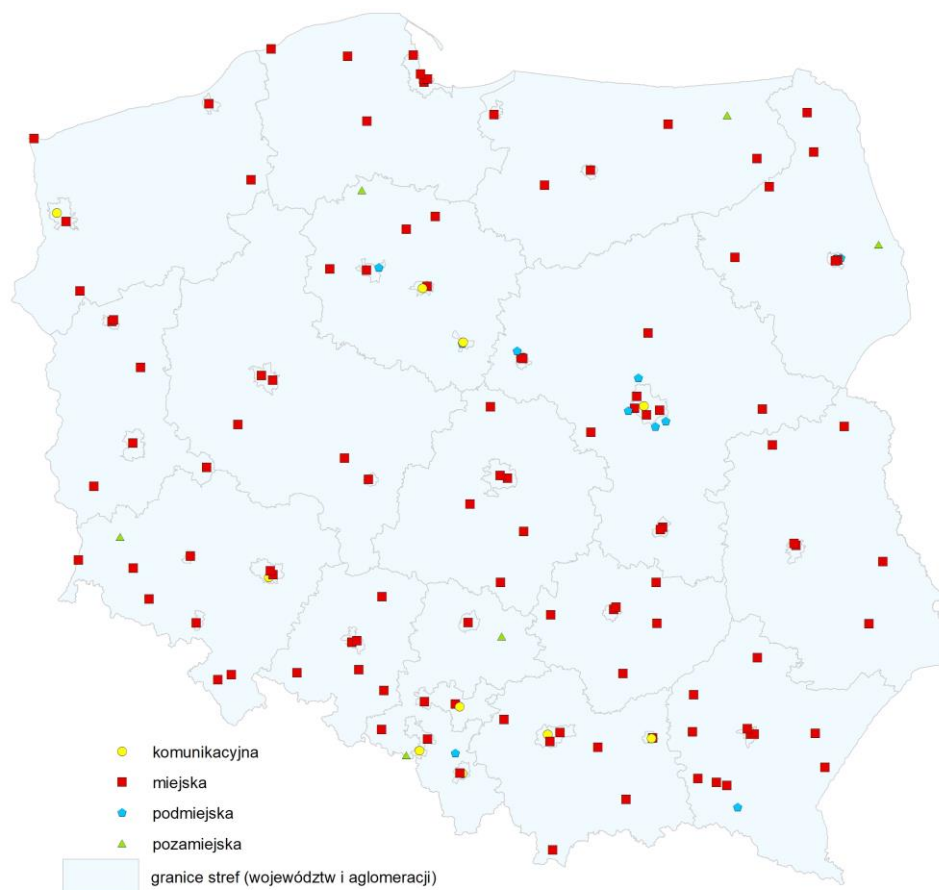
^{*)} standard jakości powietrza

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

Ocenę zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym PM_{2,5} w 2023 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących ze 136 stanowisk pomiarowych, w tym 108 stacji tła miejskiego, 12 komunikacyjnych oraz 10 podmiejskich i 6 pozamiejskich (Rys. 5.1).



Rys. 5-1. Stacje pomiarowe pyłu zawieszonego PM_{2,5} w 2023 r. uwzględnione w ocenie

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

5.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

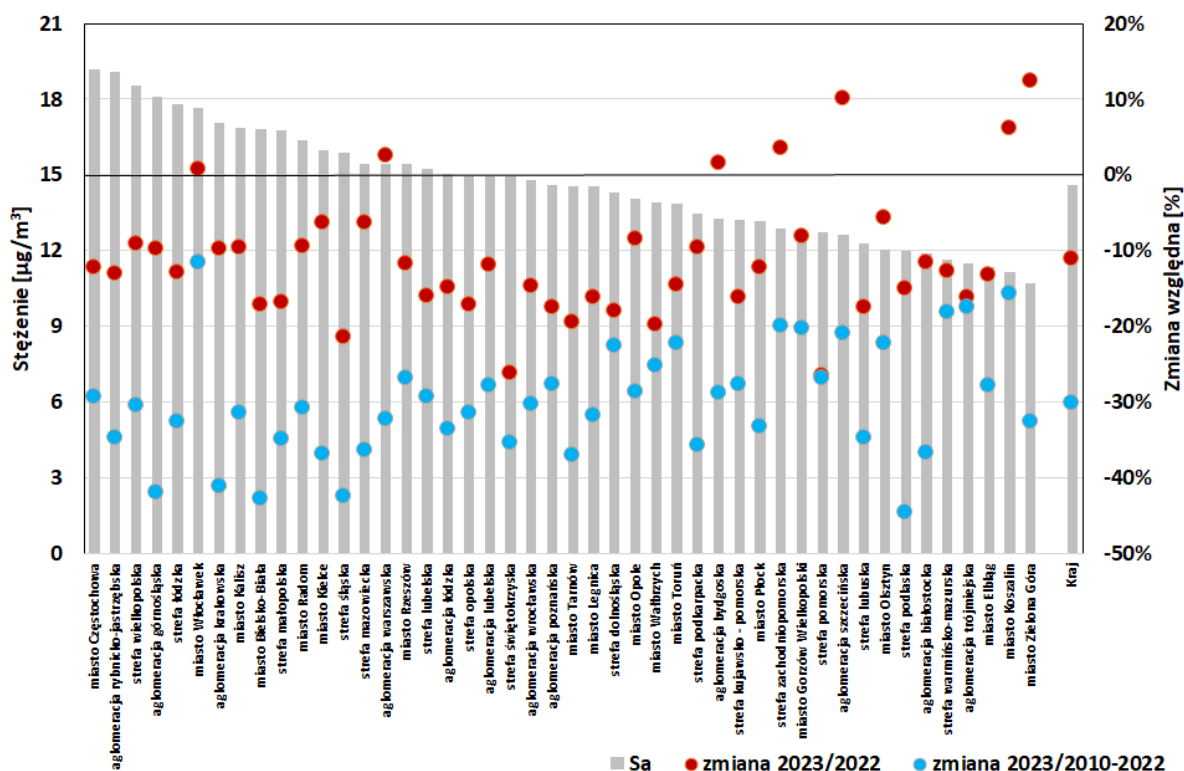
W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki średnich rocznych stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} w roku 2023 w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i w wieloleciu 2010-2022. Przedstawiono również zależności pomiędzy stężeniami pyłu zawieszonego PM_{2,5} na różnych typach stacji.

Stężenie średnie roczne pyłu zawieszonego PM_{2,5} uśrednione na obszarze kraju z wartości średnich obliczonych dla poszczególnych stref, wyniosło w 2023 r. 14,6 µg/m³. Największą wartość średnią odnotowano w strefie miasto Częstochowa (19,2 µg/m³), zaś najmniejszą w mieście Zielona Góra (10,7 µg/m³) (Rys. 5-2 i Tab. 5-2).

Dla 7 stref (miasto Zielona Góra, aglomeracja szczecińska, miasto Koszalin, strefa zachodniopomorska, aglomeracja warszawska oraz aglomeracja bydgoska i miasto Włocławek) zanotowano wzrost stężenia średniego rocznego w roku 2023 w stosunku do roku poprzedniego, przy czym dla Zielonej Góry oraz aglomeracji szczecińskiej wzrost ten przekroczył 10%. W przypadku pozostałych 39 stref, dla których odnotowano spadek stężeń z roku na rok, największą poprawę jakości powietrza (przekraczającą 20%) zanotowano dla stref pomorskiej i świętokrzyskiej (Tab. 5.2, Rys. 5-2).

Analiza zmian stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM_{2,5} w 2023 roku na tle średniej z wielolecia 2010-2022 wskazuje na spadki dla wszystkich stref. Zmiany te wyniosły od -11,7% w mieście Włocławek do -44,6% w strefie podlaskiej, przy średnim spadku dla kraju na poziomie -30,1% (Rys. 5-2 i Tab. 5-2).

Na żadnej spośród 136 poddanych analizie stacji nie został przekroczony standard jakości powietrza tj. poziom dopuszczalny pyłu zawieszonego PM_{2,5} określony dla II fazy i tym samym również dla I fazy (Tab. 5-2).



Rys. 5-2. Stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM_{2,5} w 2023 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2022

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

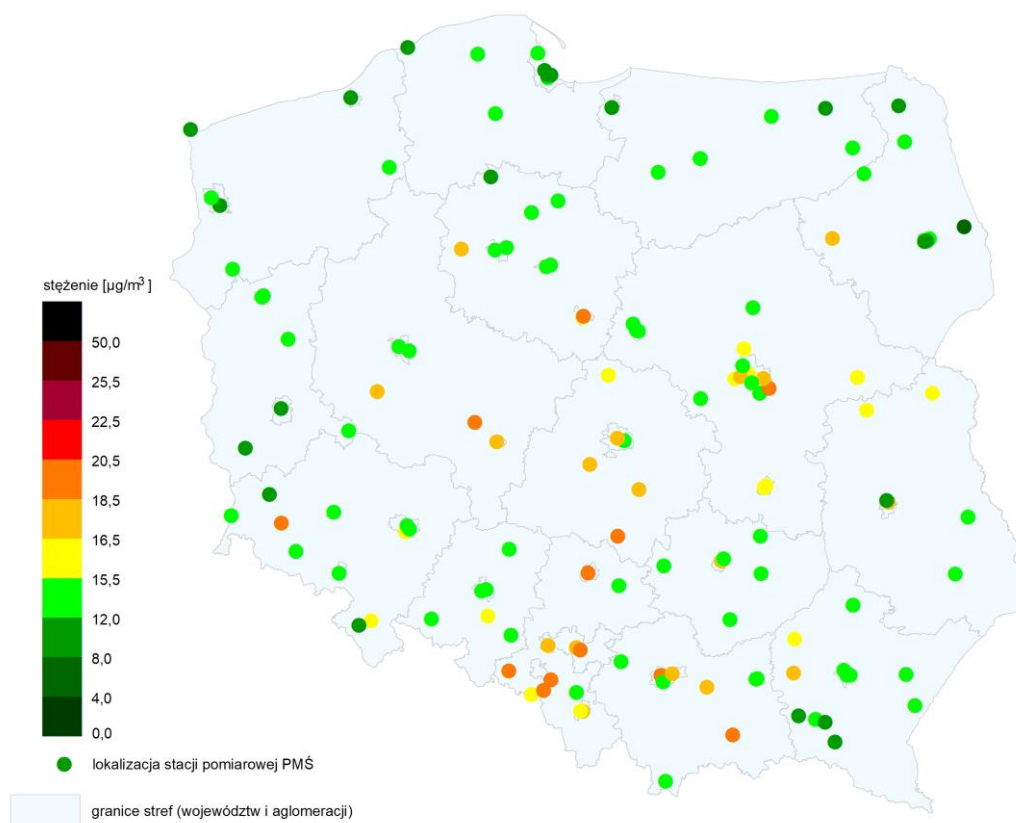
Tab. 5-2. Parametry jakości powietrza dla pyłu zawieszonego PM_{2,5} w 2023 r. (stężenie średnie roczne S_a). Kolorem **czzerwonym** zaznaczono wzrosty stężeń

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

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]			Stężenie S _a [µg/m ³]			Zmiana względna S _a [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z S _a > 20 µg/m ³	z S _a > 25 µg/m ³	Min.	Śred.	Maks.	2023/2022	2023 / 2010-2022
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	3			13,7	14,8	16,5	-14,7%	-30,4%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1			14,5	14,5	14,5	-16,2%	-31,8%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1			13,9	13,9	13,9	-19,9%	-25,3%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	6			11,0	14,3	19,7	-18,0%	-22,5%
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	2			12,5	13,3	14,1	1,5%	-28,8%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	2			12,7	13,8	15,0	-14,6%	-22,3%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	2			15,6	17,7	19,7	0,7%	-11,7%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	4			8,4	13,2	16,7	-16,2%	-27,7%
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	2			11,5	15,0	18,5	-12,0%	-27,8%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	4			14,2	15,2	16,2	-16,0%	-29,3%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	2			12,8	12,8	12,8	-8,2%	-20,3%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1			10,7	10,7	10,7	12,4%	-32,6%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	3			9,2	12,3	15,1	-17,6%	-34,7%
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	2			13,1	15,0	17,0	-14,9%	-33,6%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	4			16,0	17,8	19,8	-13,0%	-32,6%
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	3			15,3	17,1	19,0	-9,8%	-41,1%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	2			14,5	14,5	14,6	-19,4%	-37,0%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	4			14,4	16,8	20,4	-16,9%	-34,9%
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	5			12,4	15,4	17,8	2,5%	-32,3%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	2			12,1	13,2	14,3	-12,2%	-33,3%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	2			16,3	16,4	16,4	-9,4%	-30,7%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	8			12,9	15,5	19,6	-6,4%	-36,4%
opolskie	PL1601	miasto Opole	2			13,6	14,0	14,5	-8,5%	-28,7%
opolskie	PL1602	strefa opolska	4			14,3	15,0	15,6	-17,3%	-31,4%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	4			12,2	15,4	20,4	-11,7%	-26,9%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	9			8,4	13,5	17,4	-9,7%	-35,8%
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	4			10,6	11,9	13,7	-11,6%	-36,8%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	5			5,9	12,0	16,7	-15,0%	-44,6%
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	5			10,1	11,5	12,9	-16,1%	-17,5%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	3			10,8	12,7	14,9	-26,5%	-26,9%
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	3			16,5	18,1	19,9	-9,8%	-41,9%
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	2			19,1	19,1	19,1	-13,0%	-34,7%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	2			15,5	16,8	18,1	-17,1%	-42,8%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1			19,2	19,2	19,2	-12,3%	-29,3%

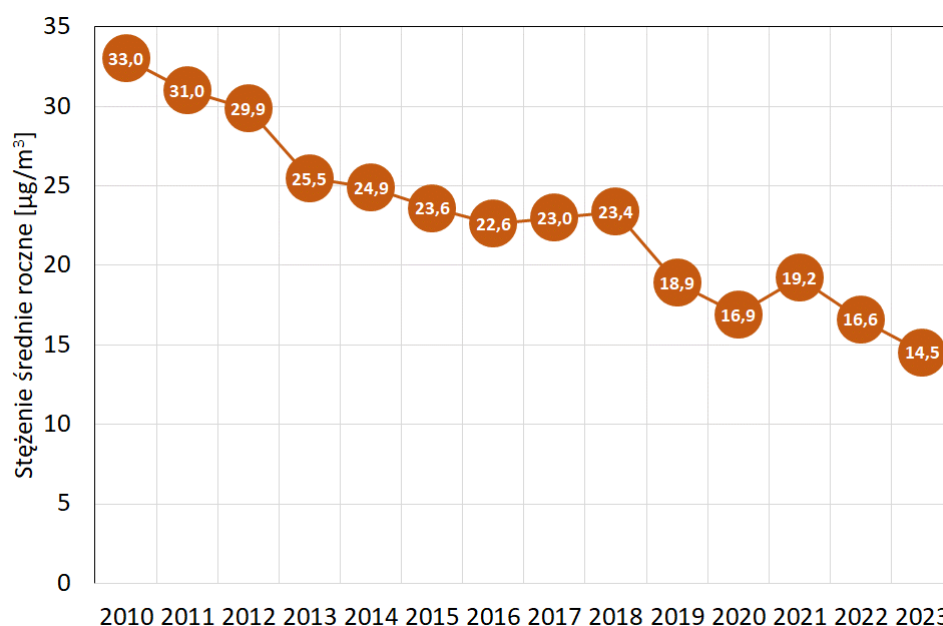
Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]			Stężenie Sa [µg/m³]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 20 µg/m³	z Sa > 25 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2023/ 2022	2023 / 2010-2022
śląskie	PL2405	strefa śląska	4			12,7	15,9	19,3	-21,4%	-42,4%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	2			14,7	16,0	17,2	-6,3%	-36,9%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	4			14,3	14,9	15,5	-26,1%	-35,4%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1			12,1	12,1	12,1	-5,7%	-22,2%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1			11,4	11,4	11,4	-13,3%	-27,9%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	4			8,7	11,6	13,0	-12,7%	-18,1%
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	2			14,3	14,6	14,9	-17,6%	-27,6%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1			16,9	16,9	16,9	-9,6%	-31,5%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	2			17,9	18,5	19,1	-9,2%	-30,5%
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	2			10,5	12,6	14,7	10,0%	-20,9%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1			11,2	11,2	11,2	6,1%	-15,7%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	3			10,9	12,9	15,0	3,5%	-20,0%
Kraj			136	0	0	5.9	14.6	20,4	-11,1%	-30,1%

W rozkładzie 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 2023 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 wyraźnie 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 (Rys. 5-4). Amplituda stężeń średnich rocznych w okresie 2010-2023 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 2 latach – 130). Nie pozostaje to bez znaczenia dla analiz trendów zmian.



Rys. 5-4. Zmiany stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM_{2,5} w Polsce w okresie 2010-2023, obliczonych na podstawie danych ze stacji

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

Najwyższe stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5} były notowane na stacjach komunikacyjnych, zaś najniższe na stacjach pozamiejskich. Najbardziej zbliżone do siebie były uśrednione wartości dla stacji miejskich i podmiejskich, gdzie różnice nie przekroczyły 0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tab. 5-3).

Tab. 5-3. Zmiany stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM_{2,5} w latach 2010-2023 z uwzględnieniem typów stacji

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

Typ stacji	Stężenie Sa [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
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
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
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
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

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 (t. j. 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}

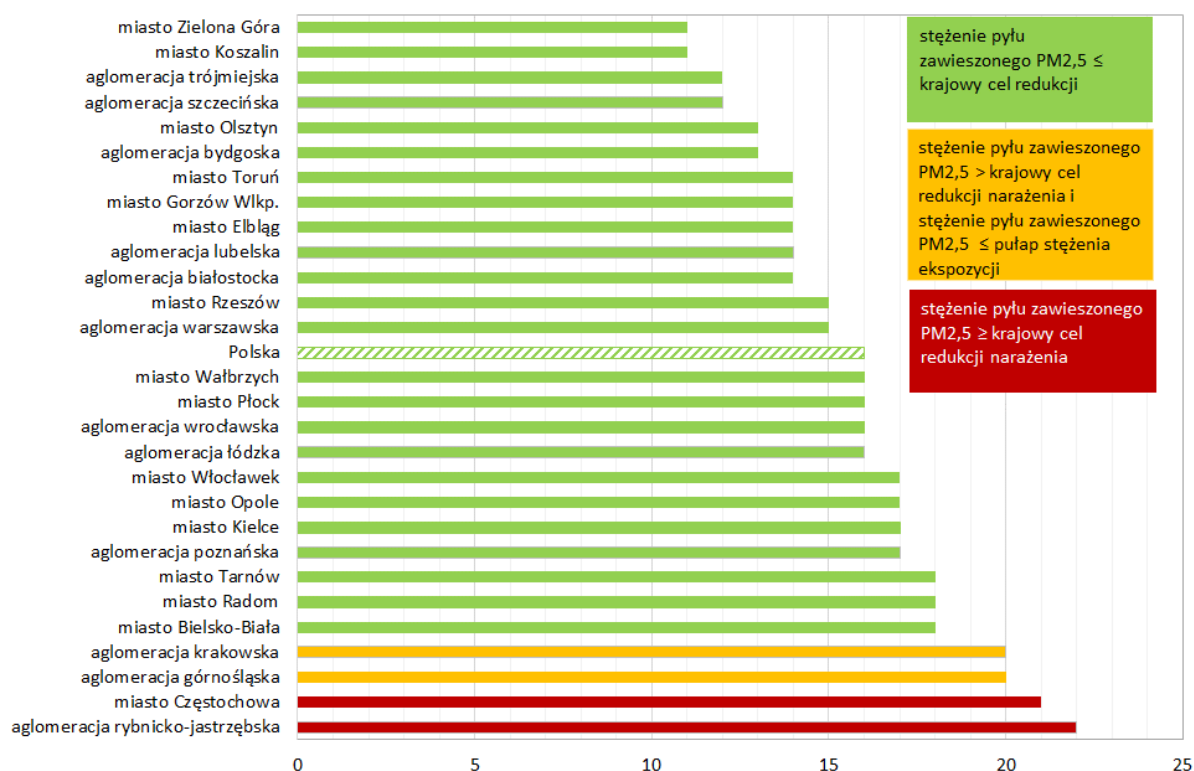
^{**)} poziomy dla pyłu zawieszonego w powietrzu ustala się w warunkach rzeczywistych

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

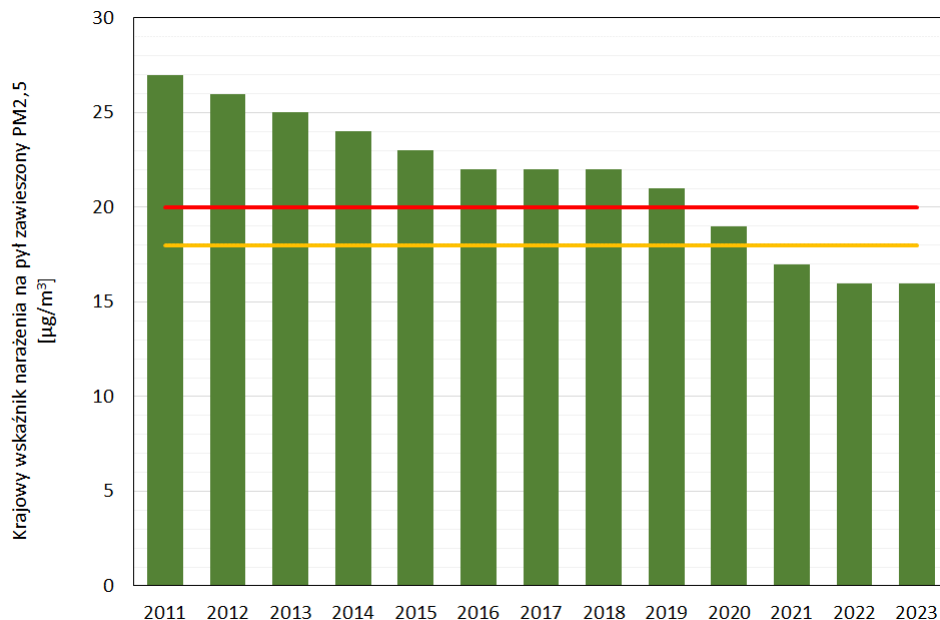
^{****)} standard jakości powietrza

Na podstawie średnich rocznych stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} dla poszczególnych stanowisk pomiarowych wykorzystywanych do oceny wskaźnika średniego narażenia dla lat 2021-2023 określono wartości wskaźnika dla poszczególnych miast i aglomeracji oraz krajowy wskaźnik średniego narażenia dla 2023 roku. Wartość krajowego wskaźnika średniego narażenia na pył zawieszony PM_{2,5} dla 2023 roku wyniosła 16 µg/m³. W 24 miastach i aglomeracjach osiągnął on niższe wartości od pułapu stężenia ekspozycji, wynoszącego 20 µg/m³, przy czym w 13 był niższy od krajowego wskaźnika średniego narażenia (16 µg/m³). Wskaźnik średniego narażenia był wyższy od pułapu stężenia ekspozycji w mieście Częstochowa i aglomeracji rybnicko-jastrzębskiej, a równy mu w aglomeracjach górnośląskiej i krakowskiej (Rys. 5-5). Najwyższa wartość wskaźnika średniego narażenia, którą wyznaczono dla aglomeracji rybnicko-jastrzębskiej (22 µg/m³), była dwukrotnie wyższa od najniższych, wyznaczonych dla miast Zielona Góra i Koszalin (11 µg/m³).

Rok 2023 był rokiem, w którym odnotowano wartość krajowego wskaźnika narażenia na pył zawieszony PM_{2,5} równą tej z roku poprzedniego, a niższą od wyznaczonej dla 2021 roku. Jednocześnie był to trzeci 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 2023 roku
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

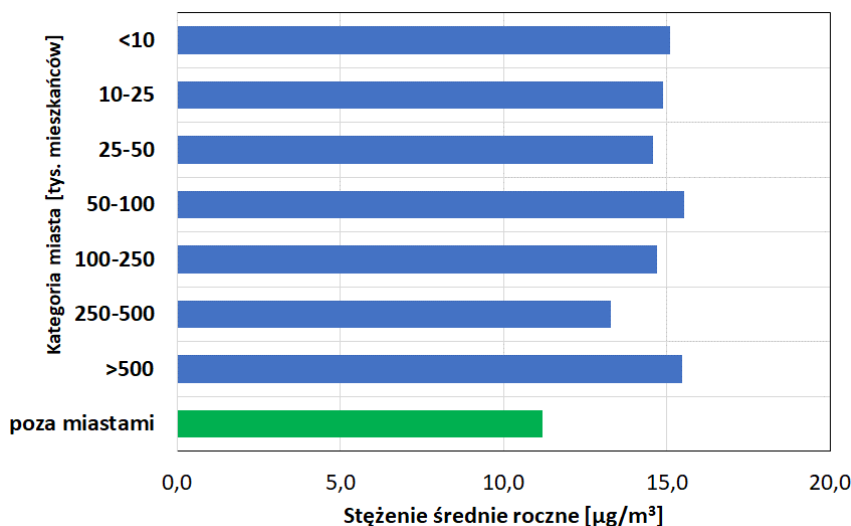


Rys. 5-6. Krajowe wskaźniki średniego narażenia na pył zawieszony PM_{2,5} w latach 2011-2023 na tle wartości odniesienia: linia żółta - krajowy cel redukcji narażenia, linia czerwona – pułap stężenia ekspozycji

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 2023 roku były miasta z liczbą ludności w granicach 50-100 tys. mieszkańców oraz aglomeracje (z liczbą mieszkańców powyżej 0,5 mln.). Bardzo zbliżone stężenie uzyskano również dla miast bardzo małych z liczbą mieszkańców nie przekraczającą 10 tys. 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 2023 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 2010-2023 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

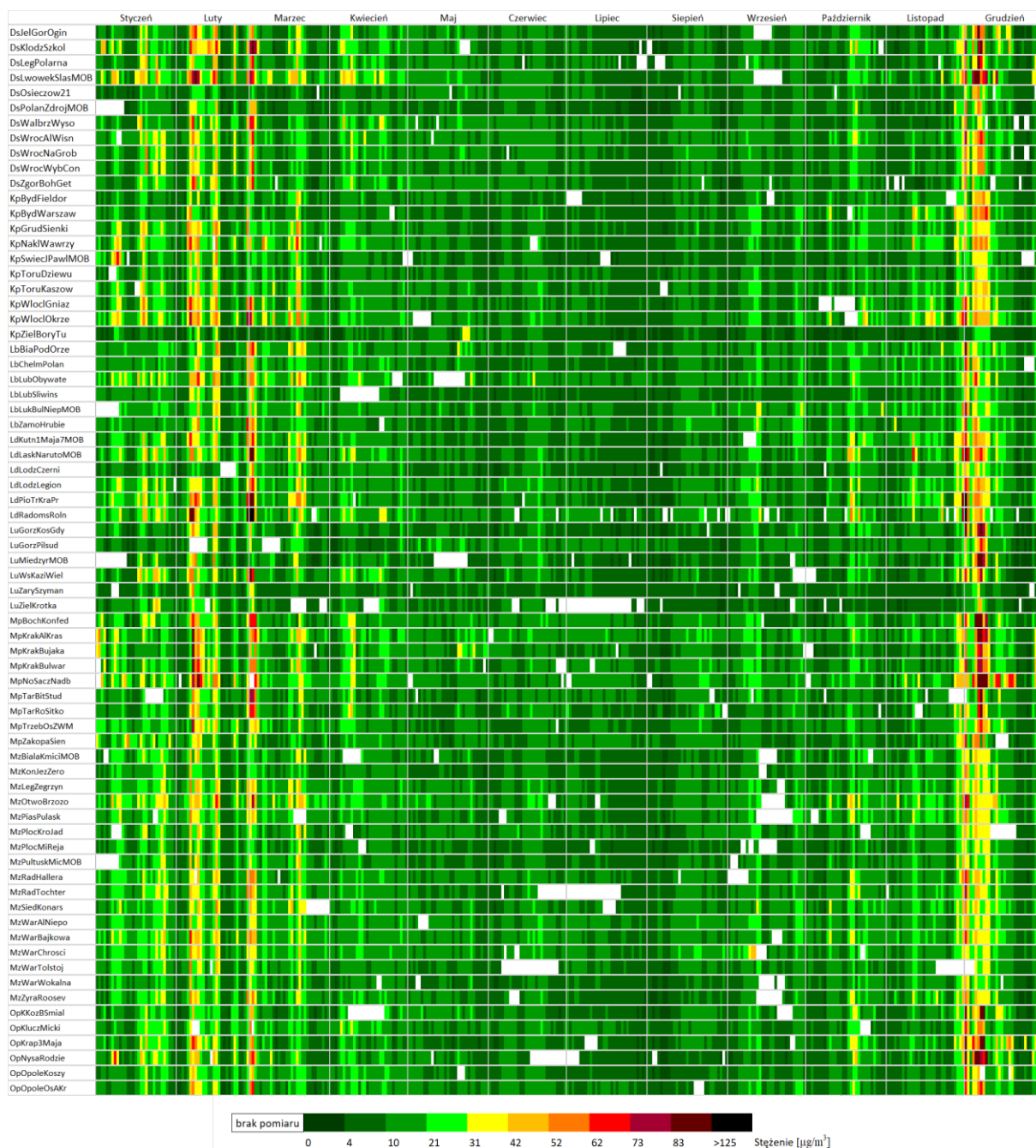
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

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

Średnie roczne stężenia dla miast w poszczególnych kategoriach charakteryzowały się zmiennością w okresie 2010-2023. Najwyższe stężenia w całym analizowanym okresie obserwowano dla miast 50-100 tys. mieszkańców, zaś najniższe dla miast małych (<10 tys.). Największy spadek w 2023 r. w stosunku do średniej z lat wcześniejszych przekraczający 10 µg/m³ odnotowano dla miast najbardziej zanieczyszczonych tj. z liczbą mieszkańców w przedziale 50-100 tys., zaś najmniejszy dla małych miast (poniżej 10 tys. mieszkańców) - nieco ponad 6 µg/m³ (Tab. 5-5).

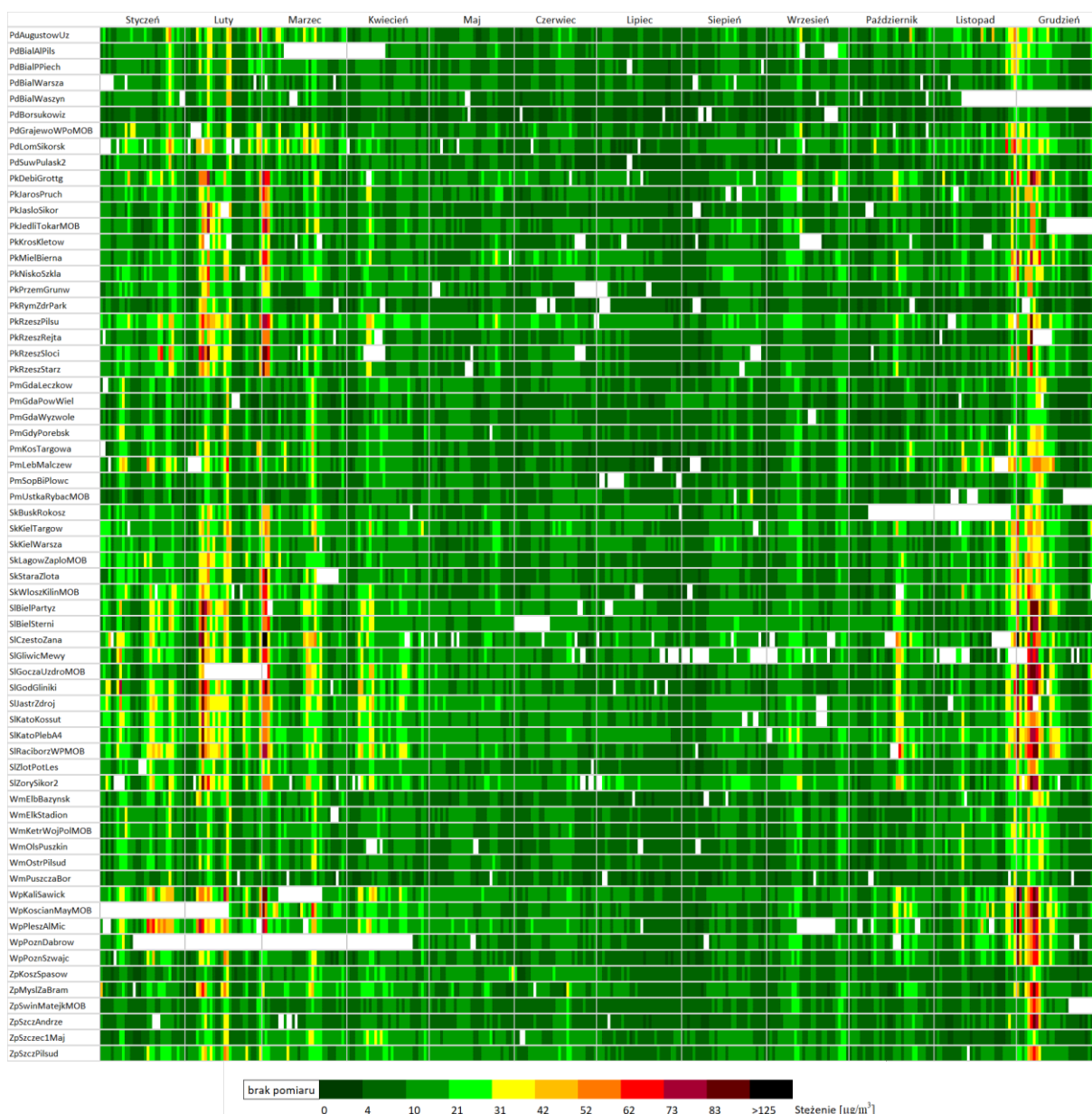
5.4. Epizody wysokich stężeń

Na rysunku 5-8 przedstawiono przebieg dobowych stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} w 2023 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 2023 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 2023 r.

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

Przeprowadzona analiza rozkładów dobowych stężeń wykazała, że w 2023 r. wystąpiło sześć epizodów wysokich stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} (przy uwzględnieniu założeń identyfikacji epizodów opisanych w rozdziale 2). Miały one różny czas trwania i różny zasięg przestrzenny. Najdłuższy epizod – trwający 14 dni – odnotowano na przełomie listopada i grudnia, w którym aż na 127 stacjach zanotowano przekroczenie wartości uznanej za próg epizodu na poziomie 19,3 µg/m³. Maksymalna wartość dobowa stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5} przekroczyła wówczas 172 µg/m³. Pozostałe pięć epizodów zaobserwowano w okresie styczeń – marzec, które trwały od 4 do 7 dni. Najwyższe stężenie średnie odnotowano dla epizodu czwartego, który był widoczny na przełomie lutego i marca (Tab. 5-6).

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 2023 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 (19,3 µg/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2023-01-07 do 2023-01-10	4	86	6,6	22,6	79,1
2	od 2023-01-23 do 2023-01-27	5	96	2,0	23,7	64,7
3	od 2023-02-05 do 2023-02-11	7	118	2,3	32,9	106,8
4	od 2023-02-28 do 2023-03-03	4	116	5,3	38,4	148,0
5	od 2023-03-16 do 2023-03-22	7	115	2,3	24,9	71,2
6	od 2023-11-27 do 2023-12-10	14	127	1,9	35,5	172,5

Pierwszy epizod z początku stycznia trwał 4 dni i charakteryzował się najwyższym stężeniem minimalnym odnotowanym w trakcie jego trwania i najniższym stężeniem średnim. Przekroczenie wyznaczonego progu epizodu wystąpiło na najmniejszej liczbie stacji (83 ze 136 analizowanych). Najwyższe stężenia przekraczające 1,5-krotność progu odnotowano na stacjach zlokalizowanych w województwach: kujawsko-pomorskim, śląskim, opolskim, dolnośląskim i pomorskim (Rys. 5-9).

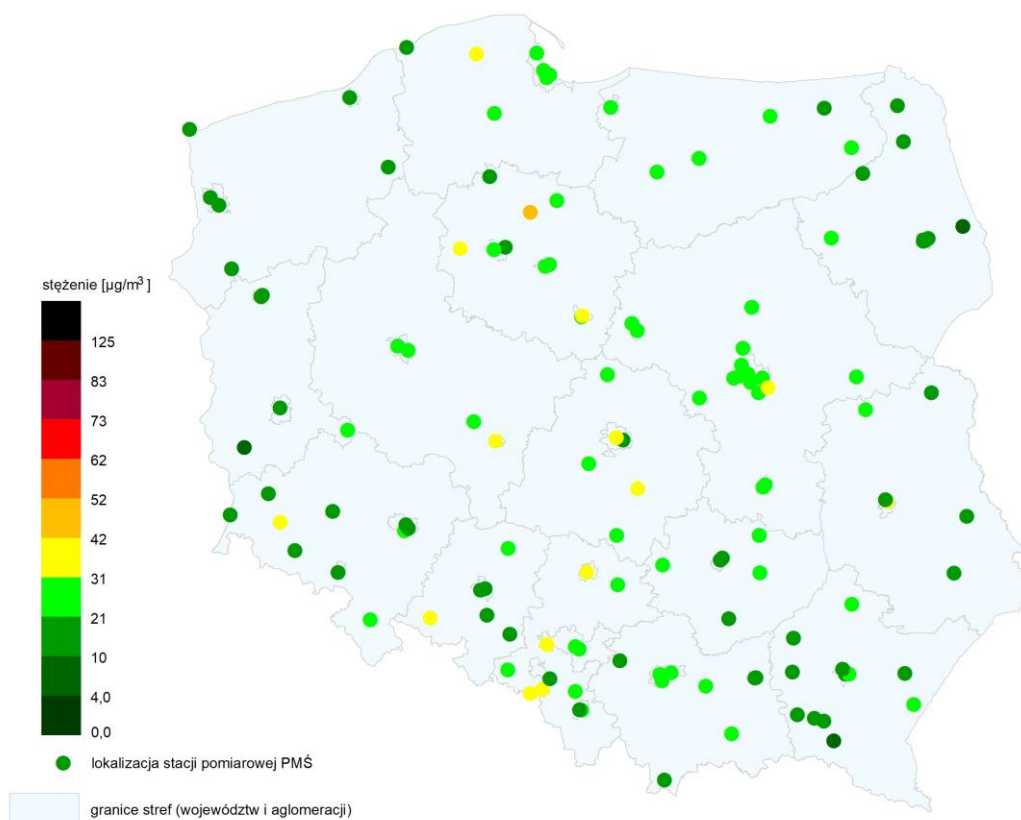
Drugi epizod pod koniec stycznia trwał 5 dni i charakteryzował się najniższym stężeniem maksymalnym spośród rozważanych 6 epizodów dla pyłu zawieszonego PM_{2,5}. Próg epizodu przekroczony był na 96 stacjach. Epizod wyraźnie zaznaczył się w centralnej i południowej Polsce, z najwyższymi stężeniami przekraczającymi 1,5-krotność progu na stacjach w woj. wielkopolskim, podkarpackim, mazowieckim, lubuskim i łódzkim (Rys. 5-10).

Trzeci epizod, który miał miejsce na początku lutego trwał 7 dni i był znacznie bardziej intensywny niż pierwszy i drugi. Stężenia średnie i maksymalne były znacznie wyższe niż we wcześniejszych epizodach. Najmniej był on zauważany na północy kraju. Najbardziej zaznaczył się on na stacjach województw dolnośląskiego, śląskiego, małopolskiego podkarpackiego i łódzkiego, gdzie przekraczano 2-krotność wyznaczonego progu epizodu (Rys. 5-11).

Czwarty epizod z przełomu lutego i marca był epizodem trwającym zaledwie 4 dni, ale charakteryzował się najwyższą średnią spośród wszystkich analizowanych. Próg epizodu był przekroczony na 116 stacjach, przy czym na wielu z nich stężenie przekraczało ten próg nawet 3-krotnie. Objął on swym zasięgiem środkową i południową część Polski, z najwyższymi wartościami przekraczającymi 2-krotność wyznaczonego progu epizodu na stacjach w województwach łódzkim, śląskim, podkarpackim i dolnośląskim oraz południową częścią województwa wielkopolskiego (Rys. 5-12).

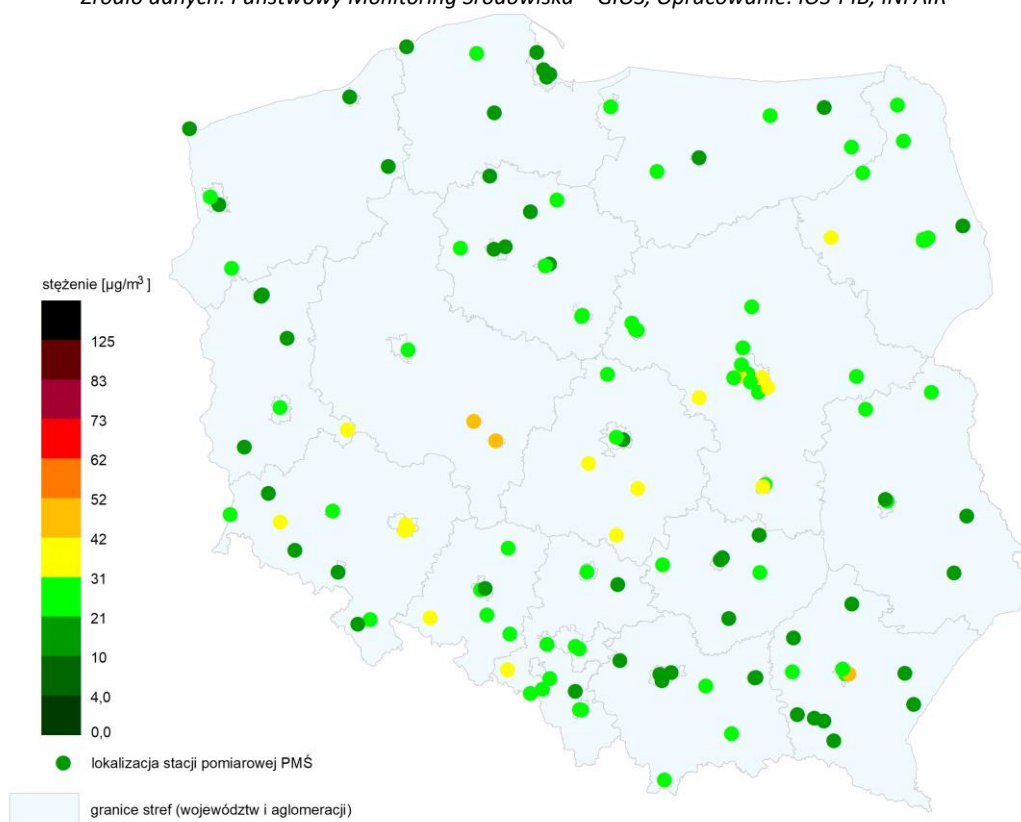
Piąty epizod, który miał miejsce pod koniec marca charakterystyką i zasięgiem przypominał epizod drugi, pomimo, iż był zauważalny na większej liczbie stacji (próg epizodu był przekroczony na 115 stacjach). Objął on swym zasięgiem środkową i południową część Polski, z najwyższymi wartościami stężeń (ponad 1,5-krotność progu) na stacjach w województwach kujawsko-pomorskim, łódzkim, śląskim, mazowieckim i małopolskim (Rys. 5-13).

Ostatni epizod miał miejsce pod koniec roku na przełomie listopada i grudnia. Swoim zasięgiem objął on praktycznie cały kraj a próg epizodu był przekroczony na największej liczbie stacji (127). Charakteryzował się również najwyższą wartością maksymalną. Najwyższe stężenia z przekroczeniem 2-krotności wyznaczonego progu epizodu obserwowano na stacjach w województwach wielkopolskim, małopolskim, śląskim, opolskim, dolnośląskim oraz łódzkim (Rys. 5-14).



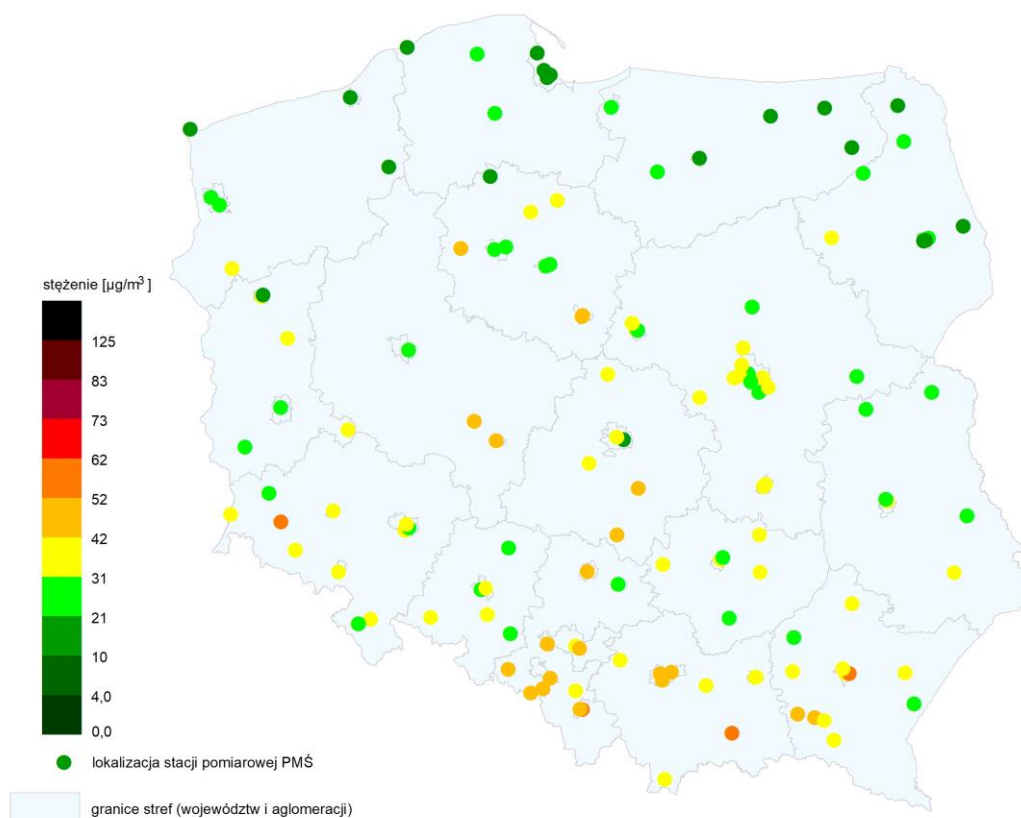
Rys. 5-9. Stężenia średnie pyłu zawieszonego $\text{PM}_{2,5}$ w okresie epizodu wysokich stężeń (07-10.01.2023)

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



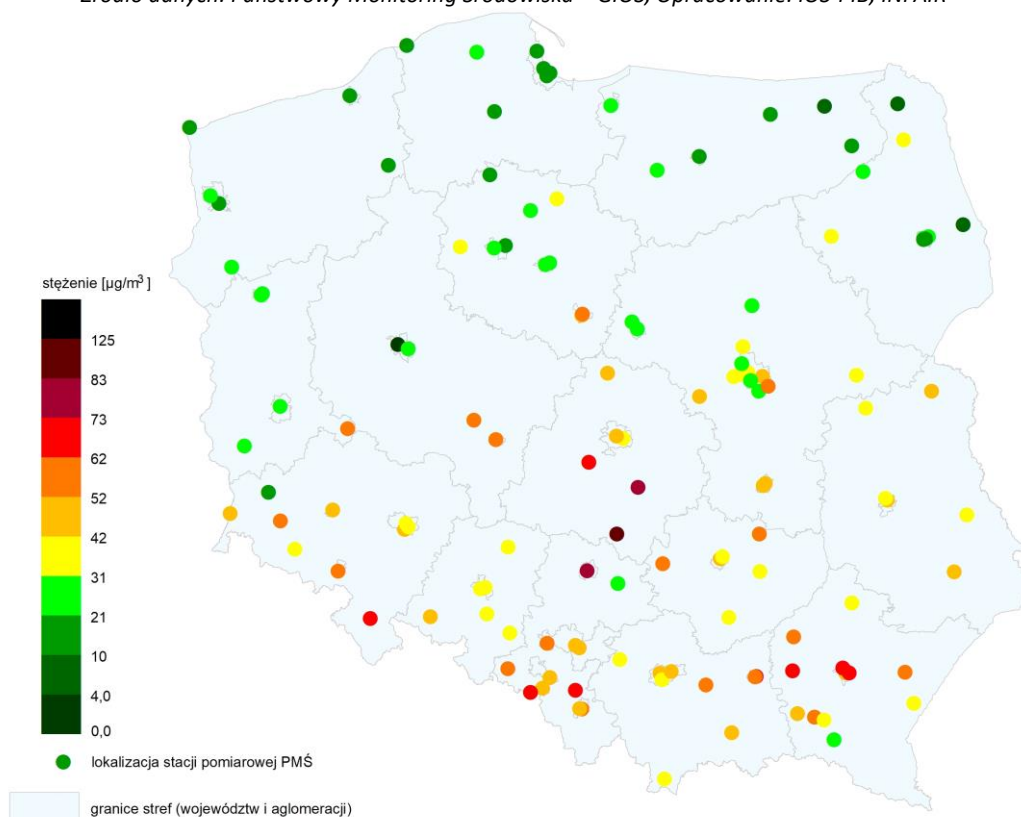
Rys. 5-10. Stężenia średnie pyłu zawieszonego $\text{PM}_{2,5}$ w okresie epizodu wysokich stężeń (23-27.01.2023)

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



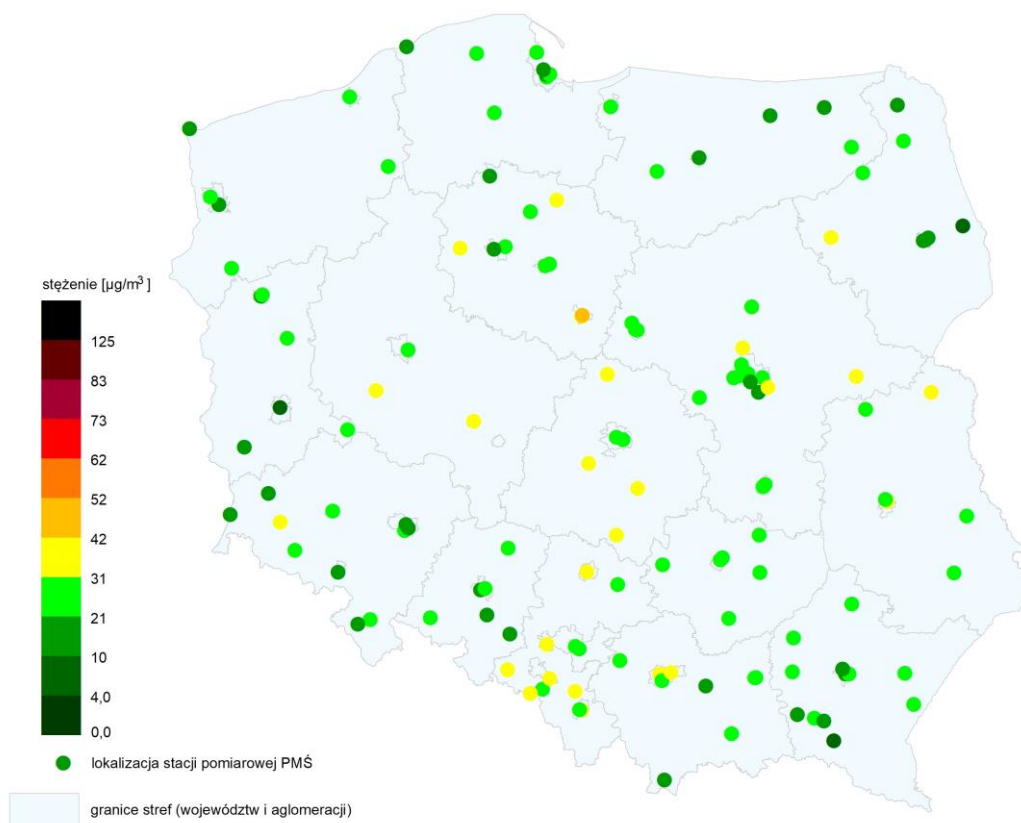
Rys. 5-11. Stężenia średnie pyłu zawieszonego $\text{PM}_{2,5}$ w okresie epizodu wysokich stężeń (05-11.02.2023)

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



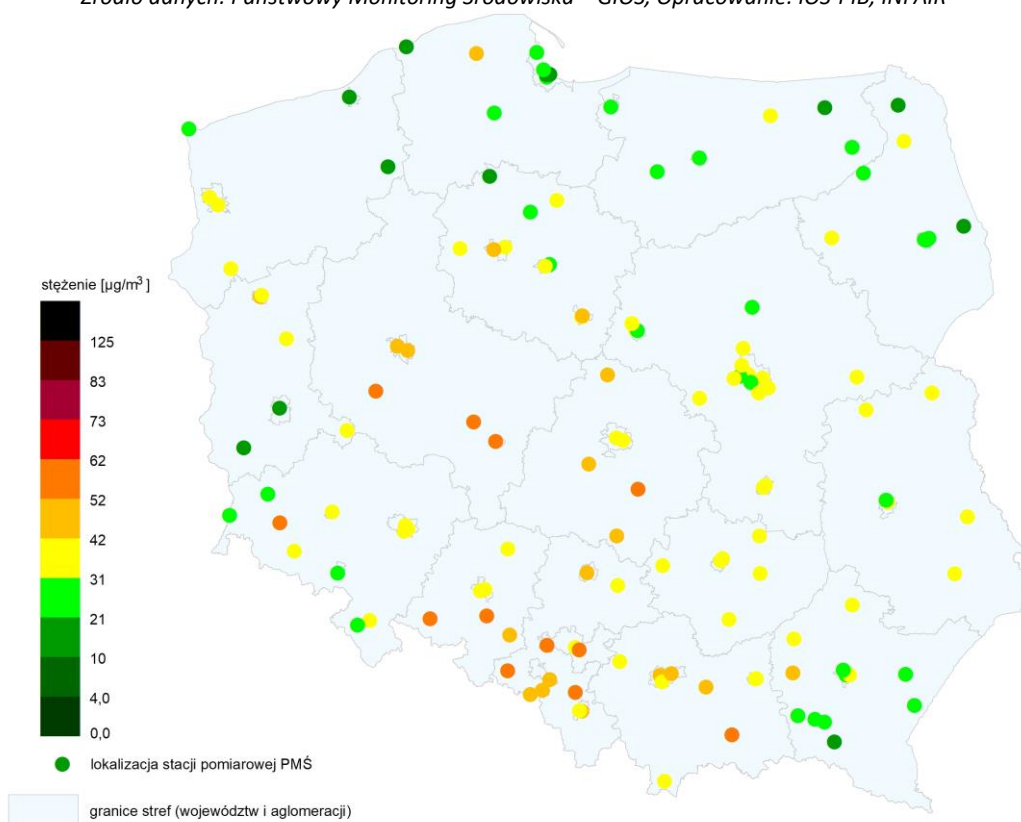
Rys. 5-12. Stężenia średnie pyłu zawieszonego $\text{PM}_{2,5}$ w okresie epizodu wysokich stężeń (28.02-03.03.2023)

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



Rys. 5-13. Stężenia średnie pyłu zawieszonego $\text{PM}_{2,5}$ w okresie epizodu wysokich stężeń (16-22.03.2023)

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



Rys. 5-14. Stężenia średnie pyłu zawieszonego $\text{PM}_{2,5}$ w okresie epizodu wysokich stężeń (27.11-10.12.2023)

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 2023 roku wynosiła 25 332 i była o 25% niższa od oszacowanej dla roku poprzedniego (33 905 zgonów).

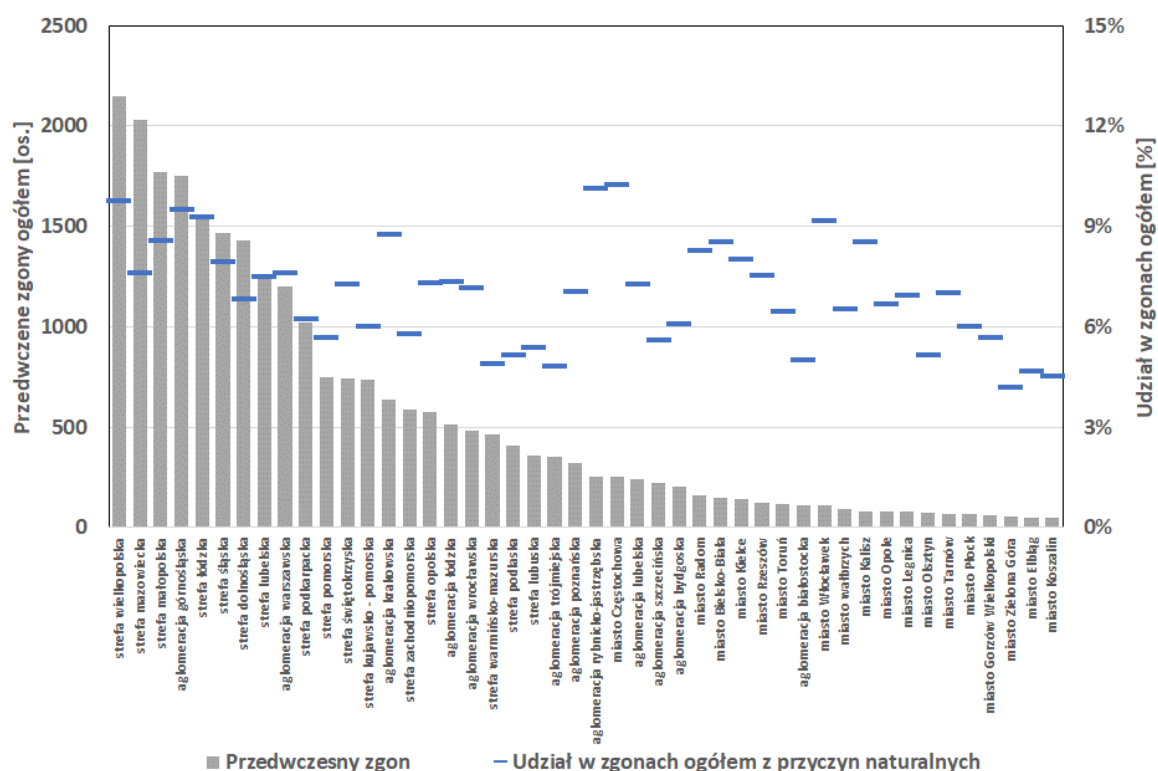
Przeprowadzone analizy wskazują, że najwięcej przedwczesnych zgonów wystąpiło w strefach wielkopolskiej i mazowieckiej (powyżej 2 tys. w każdej z nich), zaś najmniej (poniżej 50 przypadków) – w miastach Koszalin i Elbląg. Największy udział liczby przedwczesnych zgonów powodowanych długookresowym narażeniem na pył zawieszony PM_{2,5} w ogólnej liczbie zgonów z przyczyn naturalnych przekraczający 10% zaobserwowano w strefach miasto Częstochowa oraz aglomeracji rybnicko-jastrzębskiej, zaś najniższych (poniżej 5%) dotyczył miast Zielona Góra, Koszalin i Elbląg oraz aglomeracji trójmiejskiej i strefy warmińsko-mazurskiej (Tab. 5-7, Rys. 5-15).

Tab. 5-7. Skutki zdrowotne powodowane długookresowym (stężenie średnie roczne) narażeniem na pył zawieszony PM_{2,5} w 2023 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	481	71	7,2%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	76	83	7,0%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	94	94	6,5%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	1430	71	6,8%
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	201	62	6,1%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	115	59	6,5%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	107	106	9,2%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	735	53	6,0%
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	238	72	7,3%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	1245	74	7,5%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	63	55	5,7%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	52	37	4,2%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	358	50	5,4%
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	512	79	7,4%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1546	90	9,3%
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	634	79	8,8%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	68	66	7,0%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	1772	70	8,6%
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	1197	64	7,6%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	66	59	6,0%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	158	81	8,3%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	2030	61	7,6%
opolskie	PL1601	miasto Opole	77	61	6,7%
opolskie	PL1602	strefa opolska	574	71	7,3%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	120	61	7,5%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	1023	55	6,2%
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	110	38	5,0%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	410	48	5,1%
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	353	46	4,8%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	749	47	5,7%

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Przedwczesne zgony ogółem		
			Liczba [os.]	Wskaźnik [os. na 100 tys.]	Udział w zgonach ogółem z przyczyn naturalnych [%]
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	1748	101	9,5%
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	255	93	10,1%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	145	87	8,5%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	252	122	10,3%
śląskie	PL2405	strefa śląska	1468	75	7,9%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	143	78	8,0%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	739	75	7,3%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	75	45	5,2%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	47	42	4,7%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	463	43	4,9%
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	322	60	7,1%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	79	85	8,5%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	2147	75	9,7%
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	224	58	5,6%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	46	44	4,5%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	585	51	5,8%
Kraj			25332	67	7,0%



Rys. 5-15. Liczba przedwczesnych zgonów powodowanych długookresowym narażeniem na pył zawieszony PM_{2,5} w na tle udziału liczby przedwczesnych zgonów w zgonach ogółem z przyczyn naturalnych w strefach w 2023 roku.

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

O poziomie ryzyka na zanieczyszczenie powietrza pyłem zawieszonym PM_{2,5} dla danej populacji zamieszkującej daną strefę decyduje 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 2023 roku średnio w Polsce 67 przedwczesnych zgonów na każde 100 tys. mieszkańców) pokazuje, że najwyższe wartości (przekraczające 100 przedwczesnych zgonów na każde 100 tys. mieszkańców) dotyczą miast Częstochowa i oraz aglomeracji górnośląskiej. Najniższe wartości dla tego wskaźnika w 2023 roku (poniżej 40 zgonów na 100 tys. mieszkańców) zaobserwowano dla miasta Zielona Góra oraz aglomeracji białostockiej.

6. Stężenia pyłu zawieszonego PM10

W niniejszym rozdziale przedstawiono podsumowanie wyników pomiarów stężeń pyłu zawieszonego PM10 na stacjach PMŚ w Polsce w 2023 roku z uwzględnieniem zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2022. 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

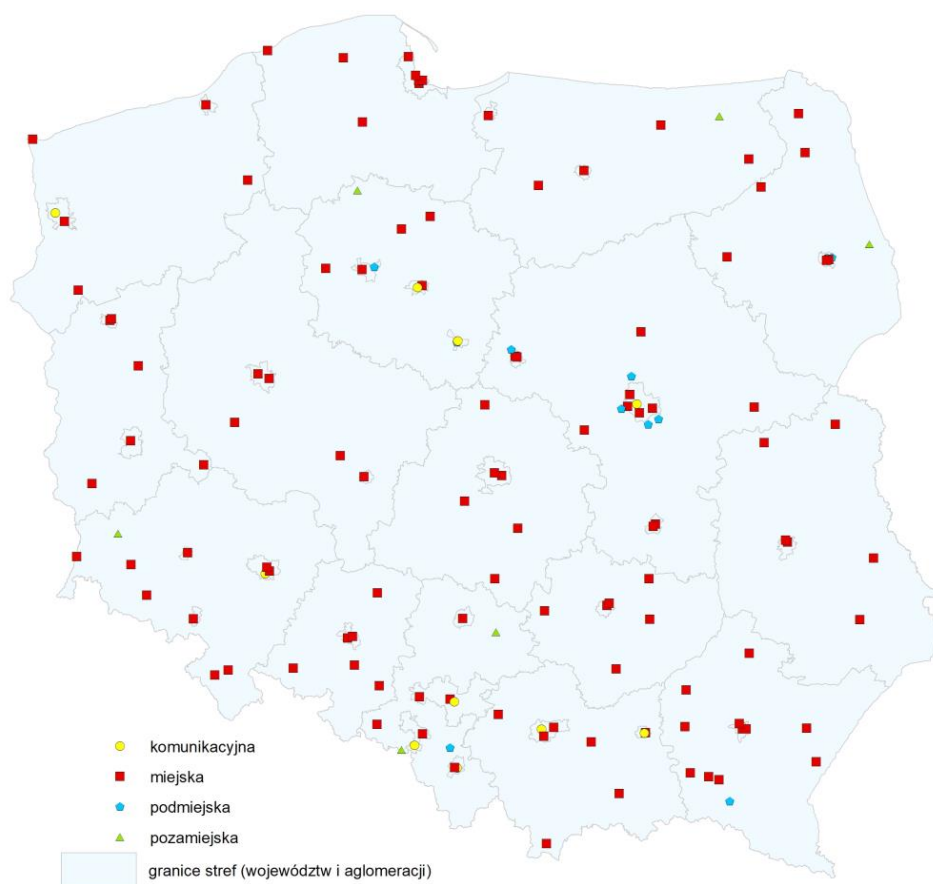
Kryterium	Okres uśredniania stężeń	Stężenie kryterialne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Wartość uwzględniona w ocenie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$ ***)	Parametr odpowiadający wartości normowanej
poziom dopuszczalny*)	24 godziny	50**)	50,5	Percentyl 90,4
	1 rok	40	40,5	Sa
poziom informowania	24 godziny	100	100,5	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 2023 r. uwzględnione w ocenie

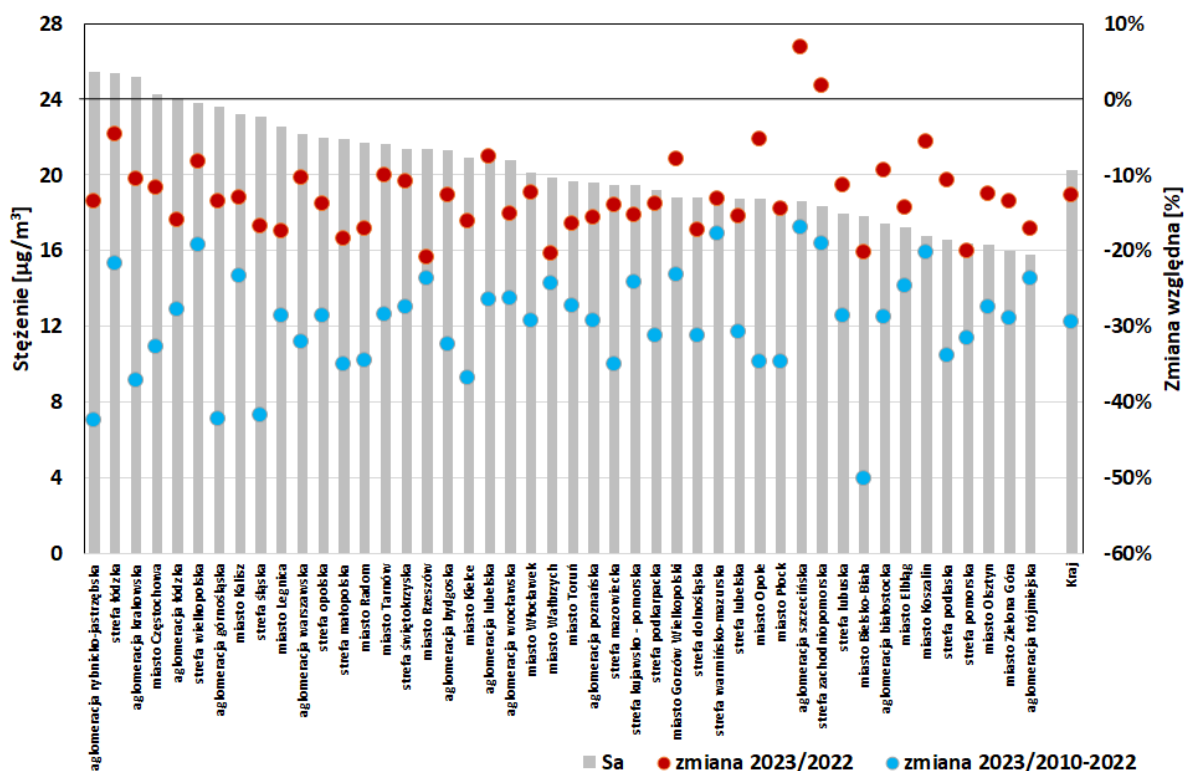
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Ocenę zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym PM₁₀ w 2023 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 252 stanowisk pomiarowych, w tym 197 stacji tła miejskiego, 173 komunikacyjnych, 221 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 2023 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 2010-2022. Przedstawiono również zależności pomiędzy stężeniami średnimi rocznymi pyłu zawieszonego PM₁₀ na różnych typach stacji.

Stężenie średnie roczne w oku 2023 pyłu zawieszonego PM₁₀ uśrednione dla kraju wyniosło 20,3 µg/m³. Największą wartość średnią roczną uzyskano dla aglomeracji rybnicko-jastrzębskiej (25,4 µg/m³), zaś najmniejszą dla aglomeracji trójmiejskiej (15,8 µg/m³), co wskazuje na znaczne zróżnicowanie stężeń pomiędzy strefami (Rys. 6-2 i Tab. 6-2). Na obszarze żadnej strefy w Polsce w 2023 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 2023 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wieloletnia 2010-2022

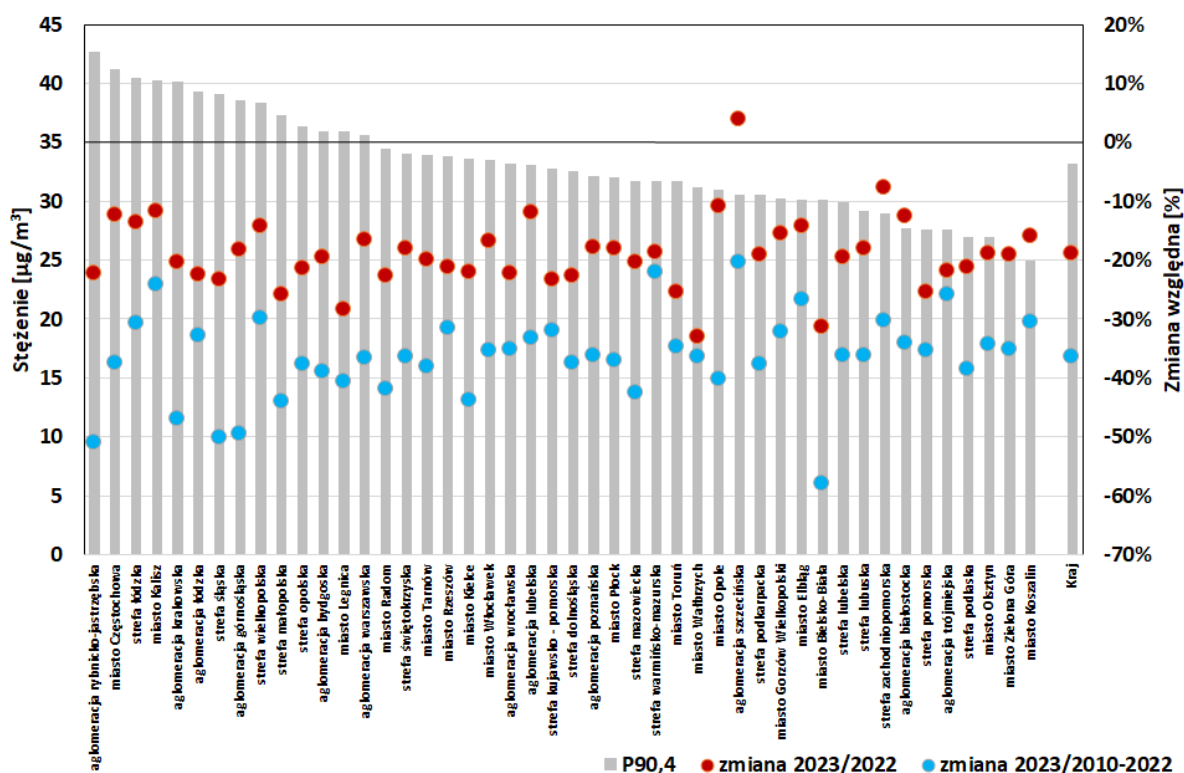
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Analiza zmian stężeń średnich rocznych w strefach z roku na rok wskazuje, że jedynie dla 2 stref: aglomeracji szczecińskiej i strefy zachodniopomorskiej, zanotowano wzrost stężeń w roku 2023. Wzrosty te nie przekroczyły 7%. W przypadku pozostałych stref, dla których

zanotowano spadki, różnice względne zmian z roku na rok mieściły się w granicach od -4,7% w strefie łódzkiej do -21,0% w Rzeszowie. Odnosząc wartości uzyskane dla 2023 r. do średnich z wielolecia obejmującego okres 2010-2022 można zauważyć istotny spadek średnich stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀ w 2013 roku dla wszystkich stref, od -17% w aglomeracji szczecińskiej do -50% w mieście Bielsko-Biała. Bardzo wyraźne spadki (przekraczające 40%) odnotowano również w strefie śląskiej i aglomeracjach górnośląskiej 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 2023 r. 33,1 µg/m³. Podobnie jak w przypadku stężeń średnich rocznych, największą wartość średnią percentyla 90,4 odnotowano dla aglomeracji rybnicko-jastrzębskiej (42,7 µg/m³), zaś najmniejszą dla Koszalina (25,0 µg/m³), a więc różnica pomiędzy nimi wyniosła 17,7 µg/m³ (Rys. 6-3 i Tab. 6-3).

Na 3 stacjach zlokalizowanych na terenie stref dolnośląskiej i małopolskiej nie został dotrzymany standard jakości powietrza, tj. został przekroczony dobowy poziom dopuszczalny pyłu zawieszonego PM₁₀ z dozwolona częstością przekroczeń (Tab. 6-3).



Rys. 6-3. Percentyl 90,4 dla stężeń dobowych pyłu zawieszonego PM₁₀ w 2023 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2022

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

Tab. 6-2. Parametry jakości powietrza dla pyłu zawieszonego PM10 w 2023 r. (stężenie średnie roczne Sa). Kolorem **czzerwonym** zaznaczono wzrosty stężeń

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-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.	2023/2022	2023 / 2010-2022
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	2		20,7	20,8	20,8	-15,2%	-26,3%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		22,6	22,6	22,6	-17,5%	-28,6%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		19,8	19,8	19,8	-20,4%	-24,4%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	17		11,0	18,8	31,5	-17,3%	-31,3%
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	2		20,3	21,3	22,3	-12,7%	-32,4%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	3		18,5	19,7	20,8	-16,5%	-27,3%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	3		15,0	20,1	24,3	-12,4%	-29,2%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	10		12,1	19,4	27,3	-15,3%	-24,2%
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	2		17,9	20,8	23,7	-7,6%	-26,5%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	9		13,7	18,7	21,6	-15,5%	-30,9%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	2		18,5	18,8	19,1	-8,0%	-23,2%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	2		15,0	16,0	17,0	-13,6%	-29,0%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	6		15,4	18,0	21,0	-11,4%	-28,7%
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	6		16,3	24,1	28,2	-16,0%	-27,9%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	17		20,2	25,4	29,6	-4,7%	-21,8%
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	8		21,3	25,2	31,4	-10,6%	-37,2%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	2		20,6	21,6	22,7	-10,1%	-28,4%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	18		13,1	21,9	28,8	-18,5%	-35,1%
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	6		16,6	22,2	32,8	-10,5%	-32,1%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	2		18,0	18,6	19,3	-14,6%	-34,7%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	2		21,2	21,7	22,2	-17,2%	-34,5%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	11		11,3	19,5	22,1	-14,0%	-35,0%
opolskie	PL1601	miasto Opole	2		17,9	18,7	19,6	-5,3%	-34,7%
opolskie	PL1602	strefa opolska	7		19,8	22,0	26,5	-13,9%	-28,7%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	4		17,7	21,4	26,7	-21,0%	-23,7%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	14		15,0	19,2	23,1	-13,9%	-31,3%
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	3		16,5	17,4	18,5	-9,5%	-28,8%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	5		7,3	16,6	22,7	-10,7%	-33,9%
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	4		13,2	15,8	19,5	-17,1%	-23,8%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	7		12,4	16,4	20,0	-20,1%	-31,6%
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	7		21,0	23,6	29,2	-13,6%	-42,3%
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	2		24,5	25,4	26,4	-13,6%	-42,4%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		17,8	17,8	17,8	-20,3%	-50,1%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	2		20,6	24,3	28,0	-11,7%	-32,8%

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.	2023/2022	2023 / 2010-2022
śląskie	PL2405	strefa śląska	14		14,6	23,1	28,4	-16,8%	-41,8%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	3		18,4	20,9	22,7	-16,2%	-36,9%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	10		14,2	21,4	27,8	-11,0%	-27,6%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		16,3	16,3	16,3	-12,5%	-27,5%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		17,3	17,3	17,3	-14,3%	-24,8%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	8		11,8	18,8	26,2	-13,2%	-17,9%
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	4		18,1	19,6	22,6	-15,7%	-29,2%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		23,2	23,2	23,2	-13,1%	-23,4%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	11		19,3	23,8	30,6	-8,3%	-19,3%
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	2		16,7	18,6	20,5	6,8%	-17,0%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	2		15,8	16,8	17,7	-5,6%	-20,3%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	5		15,3	18,3	21,5	1,7%	-19,1%
Kraj			252	0	7.3	20.3	32,8	-12,8%	-29,5%

Tab. 6-3. Parametry jakości powietrza dla pyłu zawieszonego PM10 w 2023 r. (stężenie średnie dobowe, percentyl 90,4).

Kolorem **czzerwonym** zaznaczono wzrosty stężeń

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

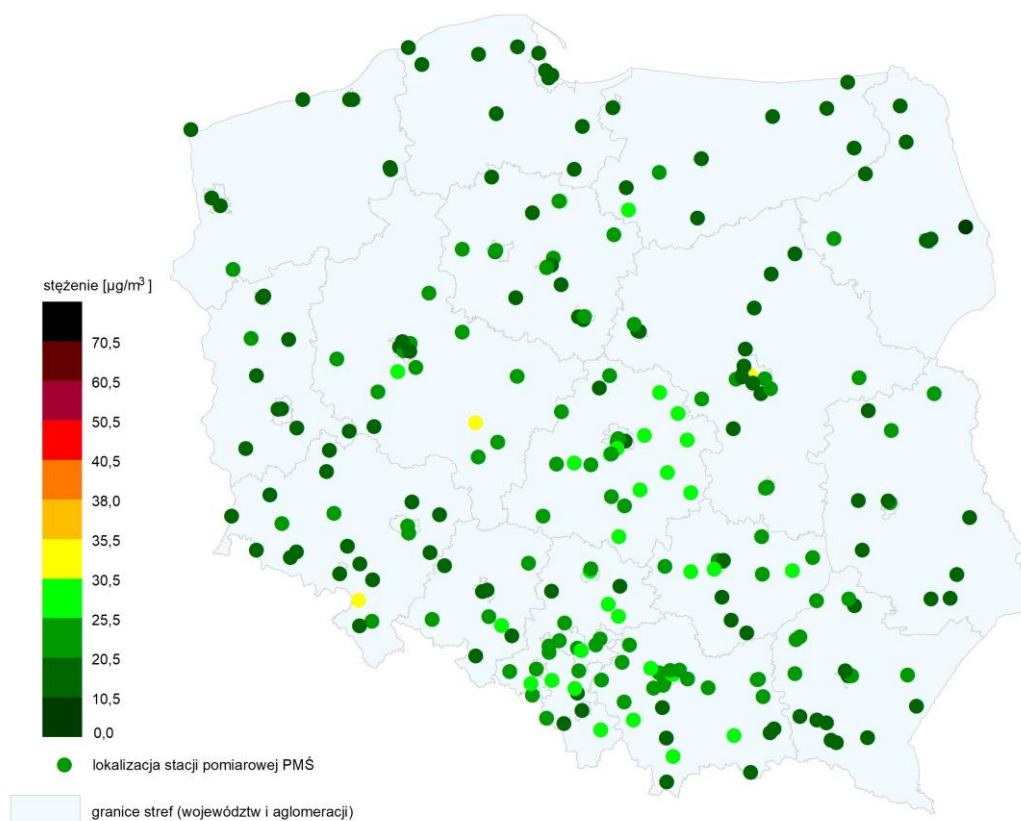
Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie P90,4 [µg/m³]			Zmiana względna P90,4 [%]		Liczba stacji z liczbą dni >35	Liczba dni z S24 >50 µg/m³ [-]		
			uwzgl. w ocenie	z P90,4 >50 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2023/2022	2023 / 2010-2022		Min.	Śred.	Maks.
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	2		32,8	33,2	33,6	-22,3%	-35,1%		9	9	9
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		35,9	35,9	35,9	-28,3%	-40,7%		15	15	15
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		31,2	31,2	31,2	-33,0%	-36,5%		10	10	10
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	17	1	19,2	32,5	66,3	-22,7%	-37,4%	1	0	12	56
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	2		34,4	35,9	37,5	-19,6%	-39,0%		7	10	12
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	3		29,8	31,7	33,8	-25,5%	-34,7%		2	4	7
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	3		21,7	33,4	40,8	-16,9%	-35,4%		1	10	19
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	10		21,3	32,8	44,8	-23,4%	-32,0%		0	7	19
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	2		28,9	33,0	37,1	-12,0%	-33,3%		3	7	11
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	9		21,8	29,9	33,0	-19,6%	-36,3%		0	6	8
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	2		29,9	30,3	30,6	-15,6%	-32,2%		5	7	8
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	2		24,9	25,9	26,8	-19,2%	-35,1%		2	3	3
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	6		24,1	29,2	34,7	-18,2%	-36,3%		3	6	11
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	6		27,1	39,3	43,9	-22,4%	-32,8%		3	13	22

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.	2023/ 2022	2023 / 2010-2022		Min.	Śred.	Maks.
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	17		31,9	40,5	46,4	-13,7%	-30,8%		4	17	29
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	8		33,4	40,1	48,6	-20,4%	-47,0%		11	19	31
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	2		30,3	33,9	37,5	-20,0%	-38,1%		8	11	13
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	18	2	21,8	37,3	55,7	-25,9%	-44,0%	2	2	18	44
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	6		27,0	35,7	50,1	-16,6%	-36,7%		1	9	35
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	2		31,4	32,0	32,6	-18,2%	-37,0%		0	1	1
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	2		34,0	34,5	35,0	-22,6%	-41,9%		9	11	13
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	11		20,0	31,7	35,7	-20,4%	-42,5%		0	4	11
opolskie	PL1601	miasto Opole	2		29,9	31,0	32,1	-10,9%	-40,4%		3	4	5
opolskie	PL1602	strefa opolska	7		31,8	36,3	45,2	-21,4%	-37,8%		5	14	25
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	4		30,0	33,8	42,2	-21,3%	-31,6%		6	13	20
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	14		24,7	30,5	37,5	-19,2%	-37,7%		1	6	15
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	3		26,3	27,7	29,1	-12,5%	-34,1%		0	1	2
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	5		13,4	27,0	35,6	-21,2%	-38,5%		0	3	10
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	4		24,5	27,6	32,1	-21,9%	-25,9%		0	2	4
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	7		21,0	27,6	33,0	-25,4%	-35,5%		0	3	6
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	7		34,4	38,6	46,3	-18,3%	-49,6%		11	15	26
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	2		41,7	42,7	43,7	-22,3%	-51,1%		16	20	23
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		30,1	30,1	30,1	-31,4%	-58,0%		11	11	11
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	2		33,2	41,2	49,3	-12,4%	-37,5%		7	20	33
śląskie	PL2405	strefa śląska	14		22,5	39,1	48,6	-23,3%	-50,3%		3	17	31
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	3		30,4	33,6	35,5	-22,0%	-43,8%		8	9	11
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	10		22,2	34,0	42,8	-18,1%	-36,5%		0	9	20
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		26,9	26,9	26,9	-18,9%	-34,3%		1	1	1
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		30,1	30,1	30,1	-14,2%	-26,8%		2	2	2
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	8		19,3	31,7	46,0	-18,7%	-22,1%		0	6	28
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	4		29,1	32,1	38,0	-17,8%	-36,3%		4	8	15
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		40,3	40,3	40,3	-11,7%	-24,3%		18	18	18
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	11		29,6	38,3	47,5	-14,3%	-29,9%		5	16	29
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	2		28,8	30,6	32,3	3,9%	-20,5%		3	4	5
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	2		24,5	25,0	25,4	-16,1%	-30,6%		0	1	1
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	5		23,8	28,9	33,3	-7,8%	-30,3%		2	3	7
Kraj			252	3	13,4	33,1	66,3	-19,0%	-36,5%	3	0	9	56

Dla wszystkich stref z wyjątkiem aglomeracji szczecińskiej (wzrost stężeń o 3,9%) w 2023 roku wartości percentyla 90,4 pyłu zawieszonego PM₁₀ były niższe niż rok wcześniej. Różnice względne spadków stężeń zawierały się w granicach od -7,8% w strefie zachodniopomorskiej do -33,0% w mieście Wałbrzych, przy średniej różnicy w kraju na poziomie -19,0%.

Odnosząc wartości percentyla 90,4 z 2023 roku do średnich z okresu 2010-2022 można stwierdzić spadek stężeń dla wszystkich stref. Spadki te były znaczące i wyniosły od -20,5% w aglomeracji szczecińskiej do -58,0% w mieście Bielsko-Biała, przy średniej różnicy w kraju na poziomie -36,5% (Rys. 6-3 i Tab. 6-3).

W rozkładzie 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: mazowieckim, wielkopolskim i opolskim (Rys. 6-4).

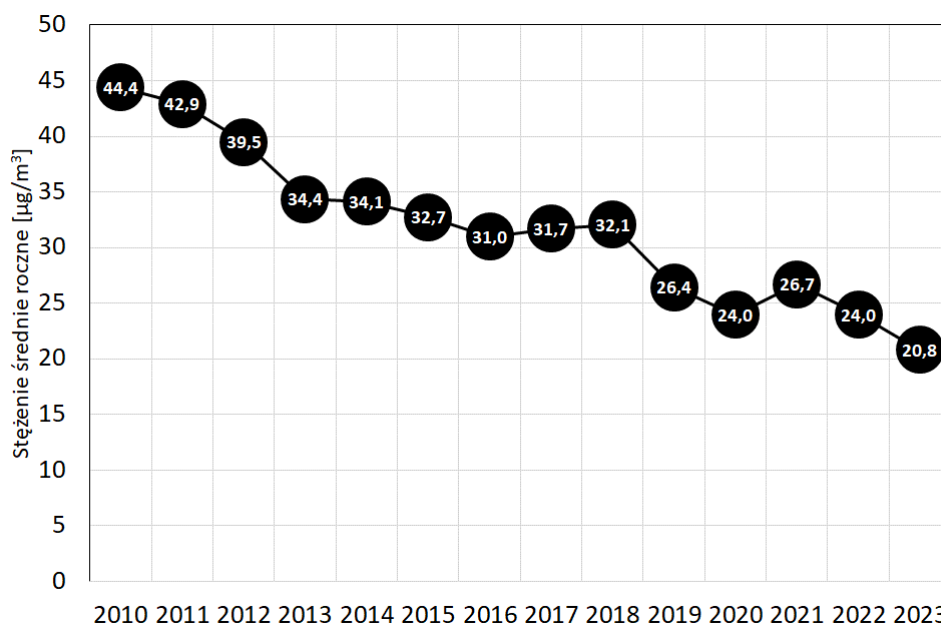


Rys. 6-4. Stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM₁₀ na stacjach pomiarowych w 2023 r.

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

Stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM₁₀ wykazują istotny statystycznie trend malejący w analizowanym okresie 2010-2023. 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 µg/m³). W latach 2019-2023 stężenie średnie roczne spadło poniżej 30 µg/m³. Najwyższą wartość stężenia średniego rocznego pyłu zawieszonego PM₁₀ odnotowano w 2010 roku, a najniższą w 2023 roku (Rys. 6-6). Amplituda stężeń średnich rocznych w okresie 2010-2023 wyniosła 23,6 µg/m³. 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 3 latach, co nie jest bez znaczenia dla uzyskanego obrazu.



Rys. 6-5. Zmiany stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM10 w Polsce w okresie 2010-2023
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

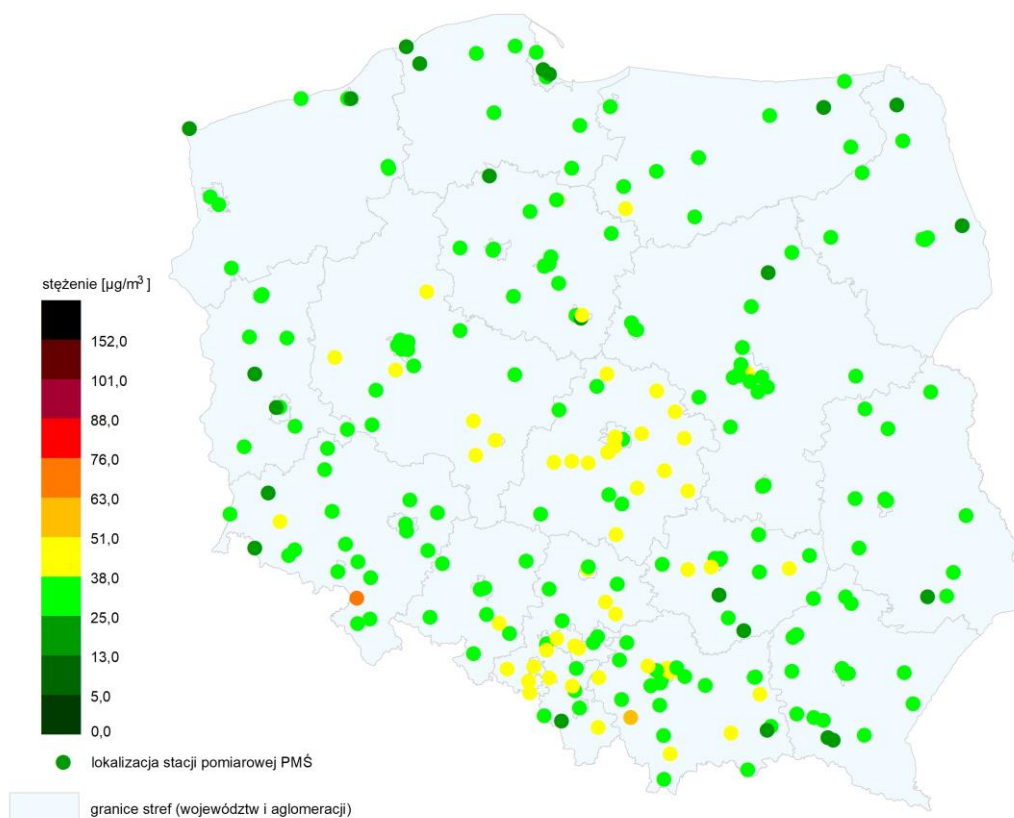
Najwyższe stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM10 były notowane na stacjach komunikacyjnych, a najniższe na stacjach pozamiejskich. W 2023 roku w przypadku wszystkich typów obszaru odnotowano spadek stężeń w stosunku do wartości z poprzedniego roku, największy dla stacji komunikacyjnych. Od 2018 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 2010-2023 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
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
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
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
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

Rozkład wartości percentyla 90,4 ze stężeń 24-godzinnych pyłu zawieszonego PM10 w 2022 roku jest podobny do rozkładu stężeń średnich rocznych – od najmniejszych wartości percentyla 90,4 na północy i zachodzie kraju, po największe w województwach łódzkim, opolskim, śląskim i małopolskim z najwyższą wartością na pojedynczej stacji w województwie dolnośląskim (Rys. 6-6).



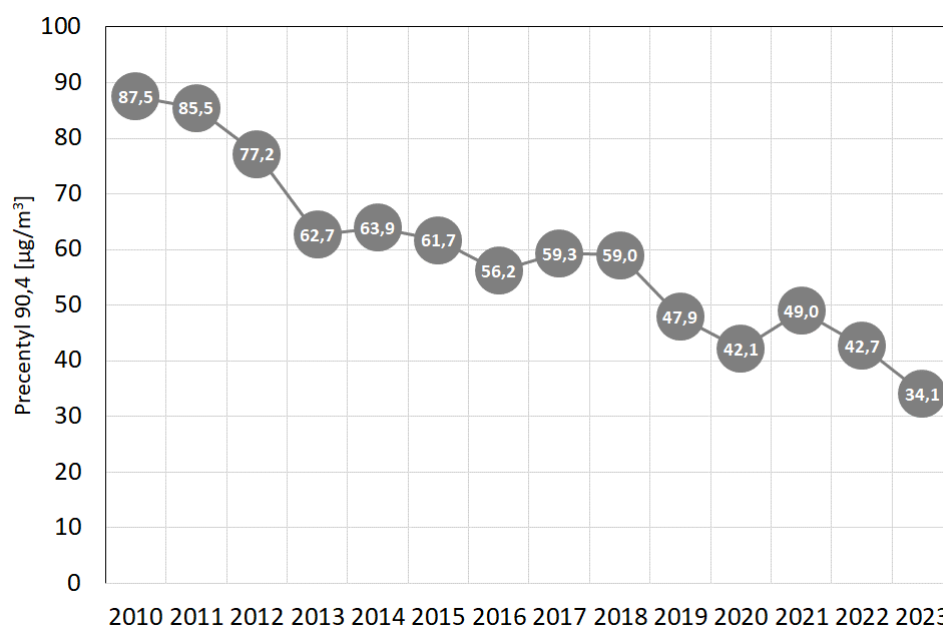
Rys. 6-6. Percentyl 90,4 dla stężeń dobowych pyłu zawieszonego PM10 w 2023 r.

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 $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$), a w latach 2019-2022 spadły poniżej $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Co więcej, rok 2023 był pierwszym rokiem w wieloleciu, gdy stężenie średnie roczne spadło poniżej $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i było najniższe w całym analizowanym okresie 2010-2023 (Rys. 6-7).

Amplituda wartości percentyla 90,4 w okresie 2010-2023 wyniosła $53,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Również w tym przypadku zmiany liczby stacji prowadzących pomiary stężeń pyłu zawieszonego PM10 w kolejnych latach mogą rzutować na przedstawiony obraz zmian.

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 odnotowano spadek stężeń w stosunku do wartości z poprzedniego roku, najwyższy dotyczył stacji komunikacyjnych 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 wartości ze stacji miejskich i podmiejskich, pomimo różnej liczby stacji tych dwóch typów (znaczej przewagi liczebnej stacji miejskich) (Tab. 6-5).



Rys. 6-7. Zmiany percentyla 90,4 dla stężeń dobowych pyłu zawieszonego PM10 w Polsce w okresie 2010-2023

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

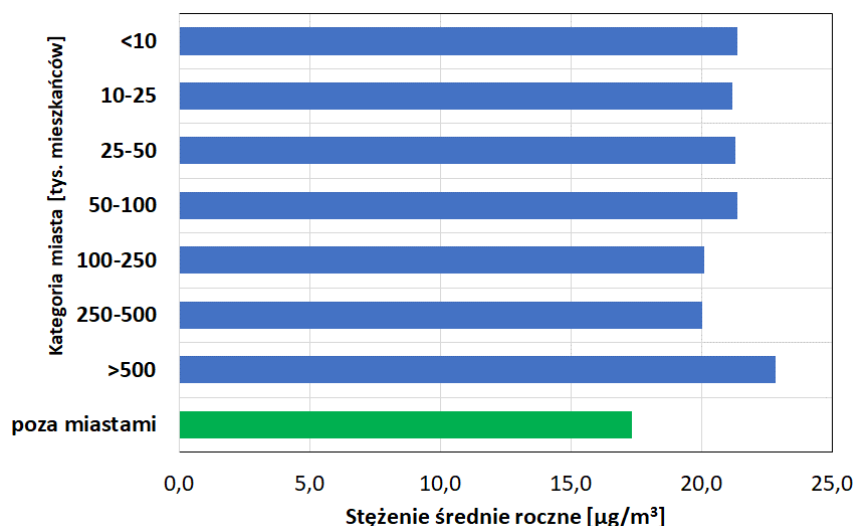
Tab. 6-5. Zmiany percentyla 90,4 dla stężeń dobowych pyłu zawieszonego PM10 w latach 2010- 2023 z uwzględnieniem typów stacji

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

Źródło danych: Państwowy Monitoringu Środowiska - GOS, Opracowanie: IOS PZB, INRAK														
Typ stacji	Stężenie percentyla 90,4 [µg/m ³]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
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
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
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
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

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 2023 roku wystąpiło w największych aglomeracjach – liczących powyżej 500 tys. mieszkańców. W pozostałych miastach z liczbą ludności do 100 tys. stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM10 osiągnęły zbliżone wartości. Miasta o najniższym i niemal identycznym stężeniu pyłu zawieszonego PM10 to miasta liczące od 100 tys. do 500 tys. mieszkańców. Średnie roczne stężenie pyłu zawieszonego PM10 poza miastami było znacznie niższe niż 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 2023 r.

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

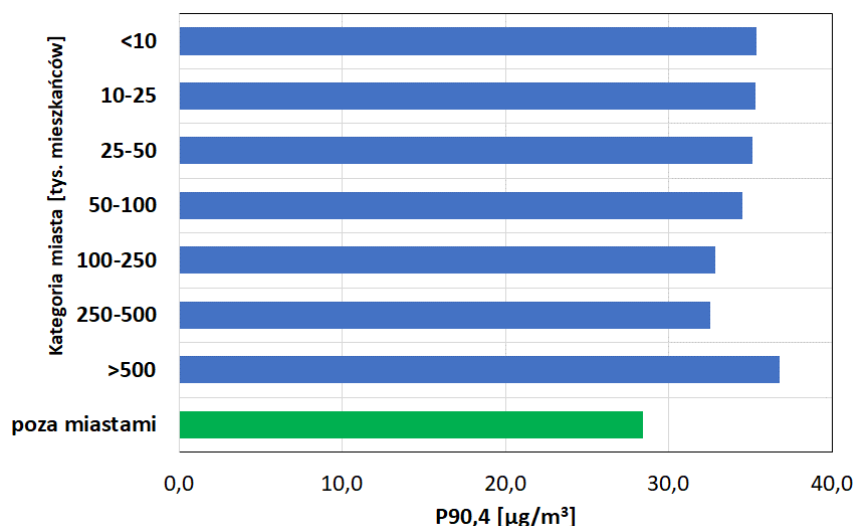
Średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego PM10 dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2023, jak wartości uśrednione dla kraju, z tym, że w latach 2010-2013 najwyższe wartości charakteryzowały miasta z kategorii 25-50 tys. i 100-250 tys. (z zastrzeżeniem dotyczącym mniejszej liczby stacji na początku omawianego wielolecia). Od roku 2014 najwyższe wartości utrzymywały się w aglomeracjach liczących ponad 500 tys. mieszkańców. Największy spadek stężeń w 2023 roku w stosunku do lat wcześniejszych odnotowano dla miast liczących 25-50 tys. i 100-250 tys. ludności (ponad 13 µg/m³), a najmniejsze dla najmniejszych miast z liczbą mieszkańców poniżej 10 tys. – nieco poniżej 8 µg/m³ (Tab. 6-6).

Tab. 6-6. Zmiany stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM10 w latach 2010-2023 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
>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
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
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
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
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
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
<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
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

Z analizy wartości percentyla 90,4 wynika, że podobnie jak dla wartości średnich rocznych, najwyższe stężenia w 2023 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 2023 r.

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

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 2010-2023, 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 2023 roku w stosunku do średniej z lat wcześniejszych odnotowano dla miast liczących 25-50 tys. ludności, (ponad 30 µg/m³), zaś najmniejsze 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 2010-2023 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

Kategoria miasta	Stężenie percentyla 90,4 [µg/m³]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
>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
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
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
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
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
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
<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
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

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 marcu 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 (Rys. 6-10 a, b i c).

Występowanie wysokich stężeń pyłu zawieszonego w sezonie grzewczym, w miesiącach zimowych spowodowało, że przy uwzględnieniu założeń identyfikacji epizodów opisanych w rozdziale 2, wartość graniczna przyjęta dla identyfikacji epizodu wysokiego stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ – 41,6 µg/m³ (próg epizodu) została przekroczona w dwóch, 4 dniowych okresach – w lutym i w grudniu 2023 roku (Tab. 6-8).

Tab. 6-8. Charakterystyka epizodów wysokich stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀ w 2023 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 (41,6 µg/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2023-02-06 do 2023-02-09	4	115	0,00	48,88	152,50
2	od 2023-12-05 do 2023-12-08	4	114	7,78	54,74	153,60

Zarówno pierwszy epizod z początku lutego, jak i drugi z początku grudnia charakterystyką nie różniły się znacząco od siebie. W obu okresach próg epizodu przekroczony był na niemal identycznej liczbie stacji, przy nieznacznej różnicy w przypadku stężeń maksymalnych. Epizody różniły się jednak znacznie zasięgiem występowania.

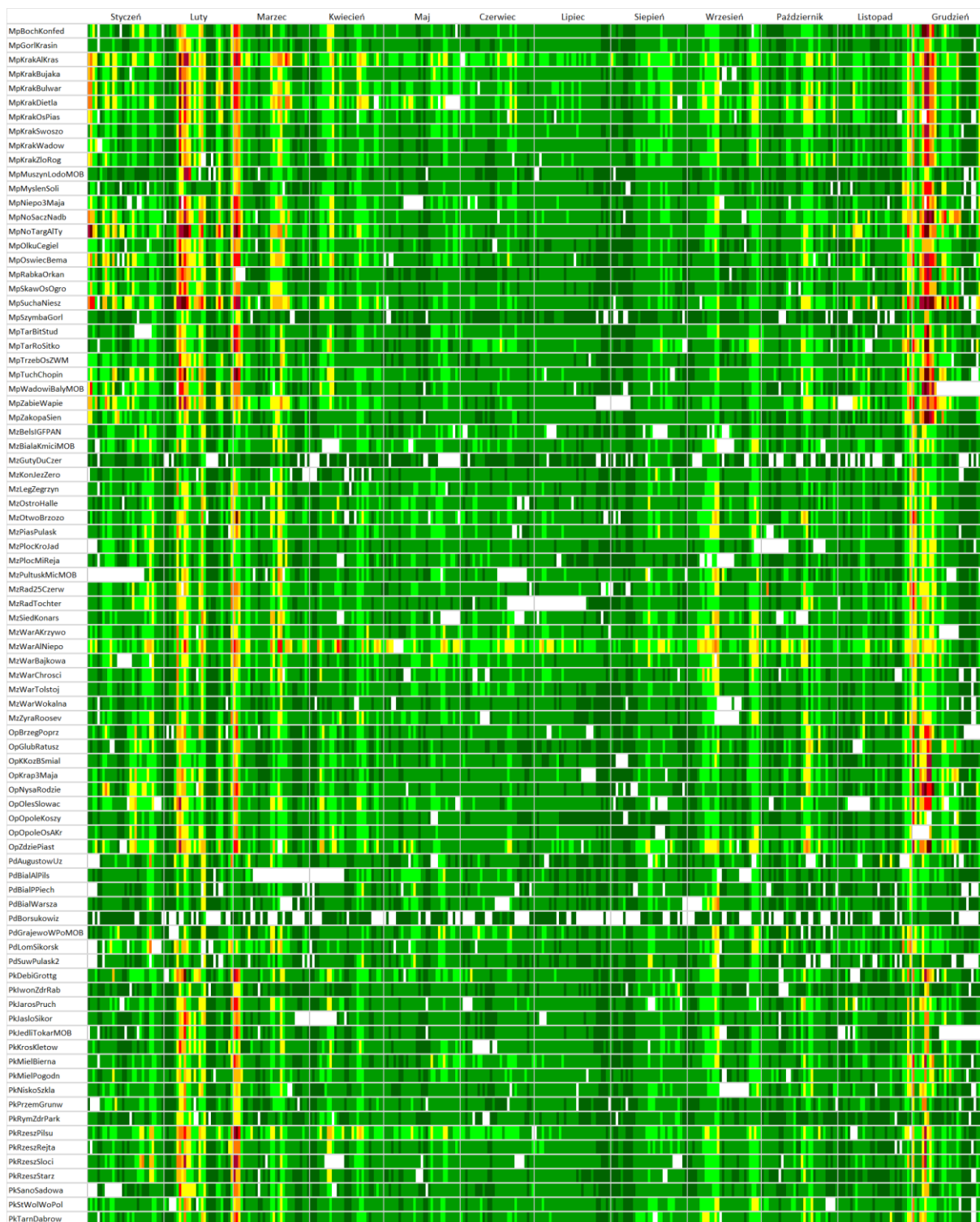
Pierwszy epizod swoim zasięgiem praktycznie nie objął północnej części Polski, a najwyższe stężenia przekraczające 2-krotnie próg epizodu obserwowano na stacjach województw dolnośląskiego, małopolskiego, śląskiego i łódzkiego oraz na jednej stacji w woj. wielkopolskim (Rys. 6-11).

W przypadku epizodu z końca roku, był on znacznie mniej widoczny na północnym wschodzie kraju, ale znacznie bardziej niż pierwszy - na południu, w centralnej Polsce oraz na zachodzie Polski. W trakcie trwania tego epizodu, najwyższe stężenia obserwowano na stacjach województw małopolskiego, śląskiego i opolskiego, gdzie przekraczane były stężenia na poziomie 2,5-krotności wyznaczonego progu epizodu (Rys. 6-12).



Rys. 6-10a. Zmiany stężeń średnich dobowych na stacjach pomiarowych pyłu zawieszonego PM10 w 2023 r.

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



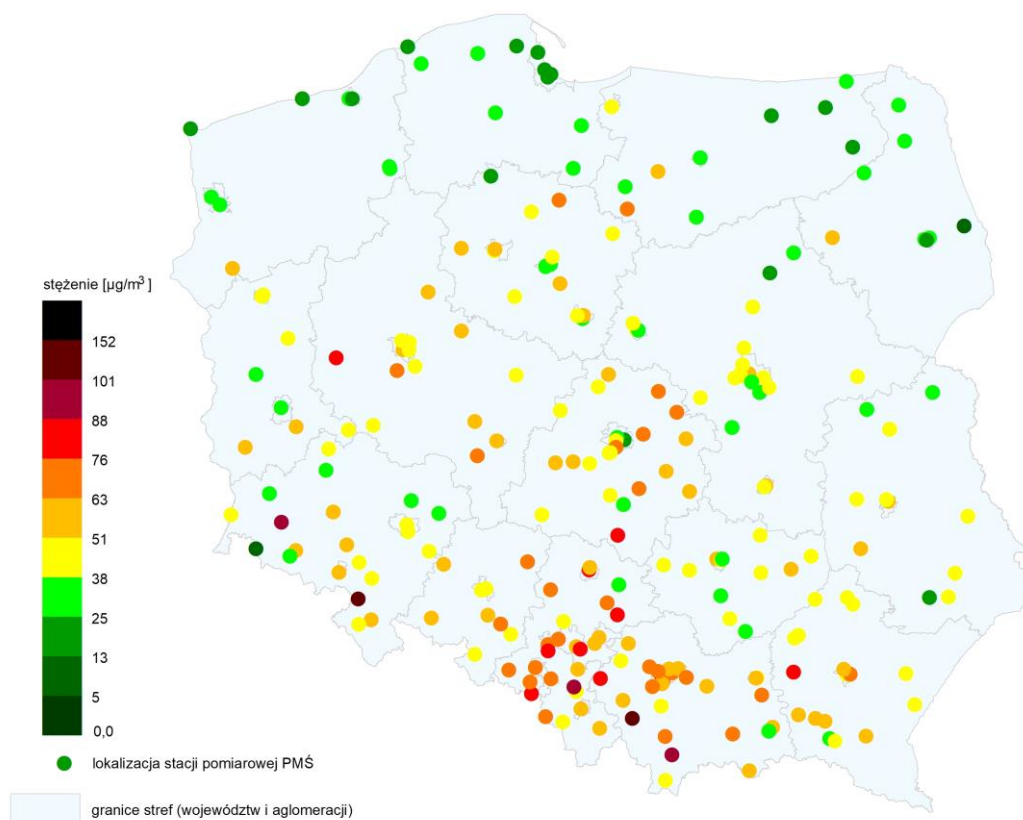
Rys. 6-10b. Zmiany stężeń średnich dobowych na stacjach pomiarowych pyłu zawieszonego PM10 w 2023 r.

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



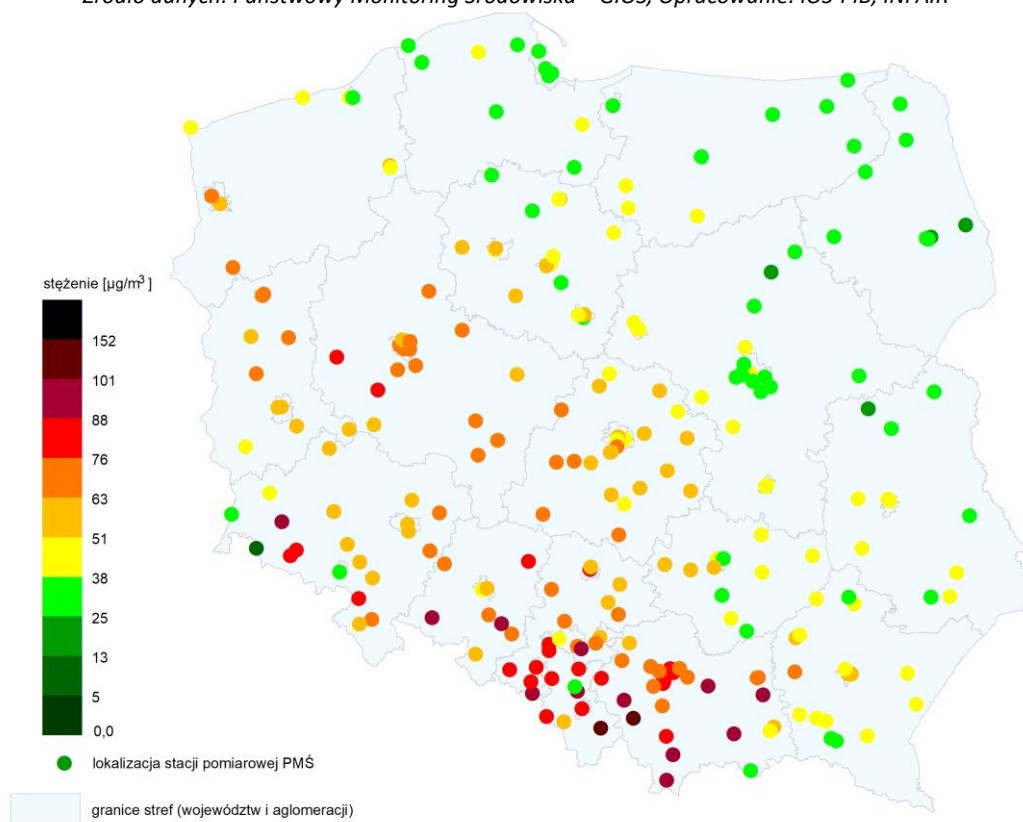
Rys. 6-10c. Zmiany stężeń średnich dobowych na stacjach pomiarowych pyłu zawieszonego PM10 w 2023 r.

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



Rys. 6-11. Stężenia średnie pyłu zawieszonego PM10 w okresie epizodu wysokich stężeń (06-09.02.2023)

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



Rys. 6-12. Stężenia średnie pyłu zawieszonego PM10 w okresie epizodu wysokich stężeń (05-08.12.2023)

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 2023 roku opublikowano 133 razy informację o przekroczeniu poziomu informowania i 10 razy o przekroczeniu poziomu alarmowego.

Ogłoszenia dotyczące przekroczenia poziomu informowania dotyczyły 34 z 46 stref, potwierdzone wynikami pomiarów z 61 stacji pomiarowych. Poziom informowania najczęściej przekraczany był w strefie małopolskiej (25 razy na 8 stacjach), dolnośląskiej (17 razy na 3 stacjach), śląskiej (17 razy na 8 stacjach) oraz w aglomeracji krakowskiej (12 razy na 6 stacjach) - Tab. 6-9.

W 2023 roku przekroczenia poziomu alarmowego odnotowano łącznie na 8 stacjach zlokalizowanych na obszarze 6 stref. Tylko w strefie łódzkiej alarmy ogłaszano na więcej niż jednej stacji (Tab. 6-9). Alarm ogłaszano 2 krotnie w lutym i marcu oraz 6 krotnie w grudniu.

Tab. 6-9. Ogłoszenia o przekroczeniu poziomu informowania oraz poziomu alarmowego dla pyłu zawieszonego PM₁₀ w 2023 roku

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

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Poziom informowania		Poziom alarmowy	
			Liczba stacji	Ogłoszenia	Liczba stacji	Ogłoszenia
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1	1		
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	3	17		
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	1	1		
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	1	1		
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów wielkopolski	1	1		
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	1	1		
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	2	5		
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	3	8	2	3
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	6	12		
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	2	3	1	1
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	8	25	1	2
opolskie	PL1602	strefa opolska	4	7		
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1	1		
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	3	3	1	1
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	3	5	1	1
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	1	3		
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1	1		
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	2	5		
śląskie	PL2405	strefa śląska	8	17		
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1	1		
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	3	4		
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1	2		
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	3	8	2	2
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	1	1		
łącznie w kraju			61	133	8	10

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 2023 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2022. 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

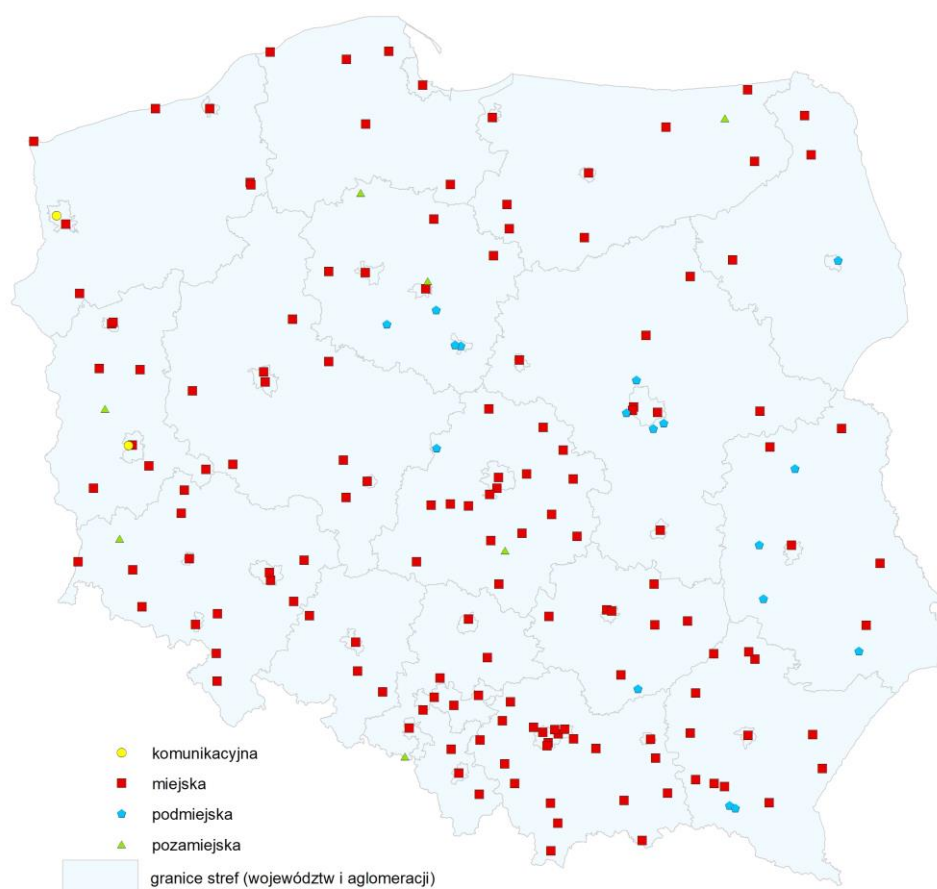
Okres uśredniania stężeń	Poziom docelowy [ng/m ³]	Wartość uwzględniona w ocenie [ng/m ³] ^{**)}	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	1	1,5	Sa

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 2023 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 172 stanowisk pomiarowych, w tym 2 komunikacyjnych, 146 stacji tła miejskiego, 17 podmiejskich i 7 pozamiejskich (Rys. 7-1).

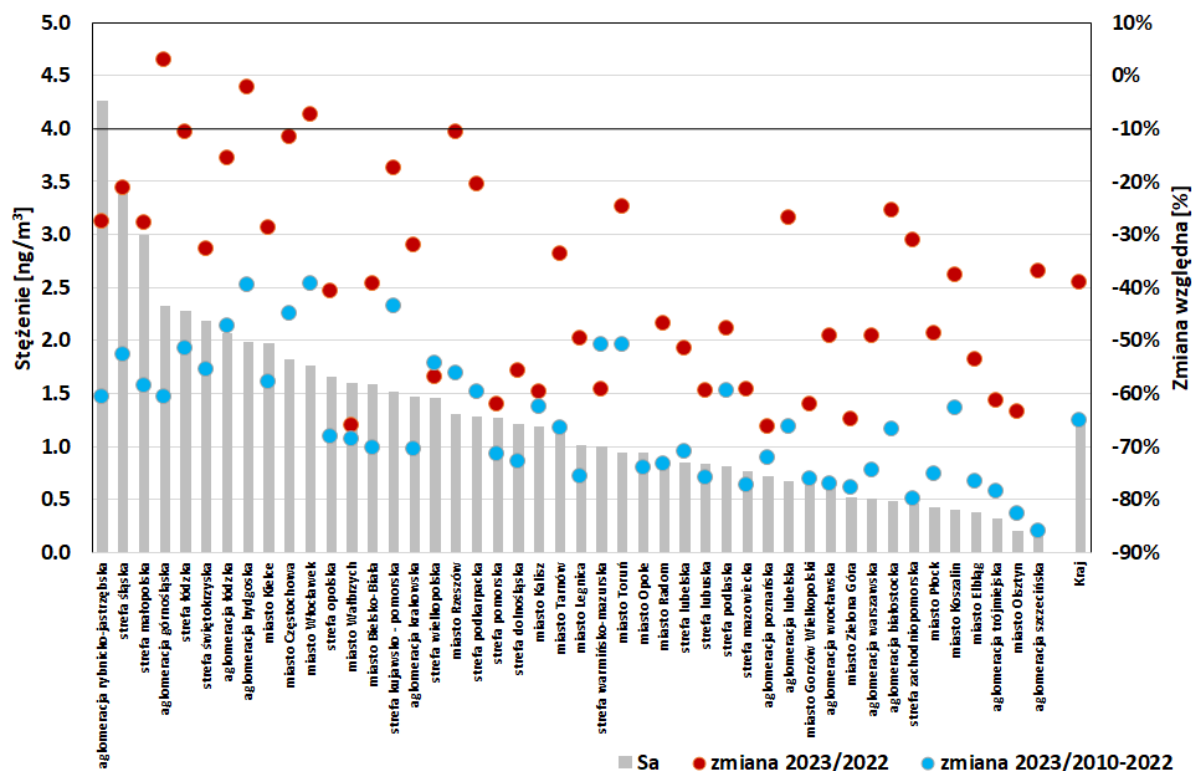


Rys. 7-1. Stacje pomiarowe B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 w 2023 r. uwzględnione w ocenie

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

7.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

Poniżej przedstawiono wyniki analiz dla benzo(a)pirenu zawartego w pył zawieszonym PM₁₀ w roku 2023 dla wartości średnich rocznych w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i w okresie 2010-2022. Przedstawiono również relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji.



Rys. 7-2. Stężenia średnie roczne benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pył zawieszonym PM₁₀ w 2023 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wieloletnia 2010-2022

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

Stężenie średnie roczne B(a)P w pył zawieszonym PM₁₀ uśrednione na obszarze kraju z obszarów stref wyniosło w 2022 r. 1,3 ng/m³. Największe wartości średnie (powyżej 4 ng/m³) odnotowano tylko dla aglomeracji rybnicko-jastrzębskiej. Wartości średnie poniżej 1,0 ng/m³ zaobserwowano w przypadku 21 stref, najniższą dla aglomeracji szczecińskiej i Olsztyna (poniżej 0,3 ng/m³). Obserwowana różnica pomiędzy strefami (wartością największą a najmniejszą) wyniosła ponad 4 ng/m³ (Rys. 7-2 i Tab. 7-2). W 17 strefach (37% wszystkich stref) stężenie średnie roczne (przy zaokrągleniu wartości do liczby całkowitej) było wyższe od 1,5 ng/m³, czyli wartości, od której uznawane jest przekroczenie poziomu docelowego. Przekroczenie odnotowano na 68 stacjach w 21 strefach, co stanowiło nieco niecałe 40% stanowisk pomiarowych, na których prowadzono w 2023 r. pomiary stężenia B(a)P w pył zawieszonym PM₁₀. Dla wszystkich stref z wyjątkiem aglomeracji górnośląskiej, gdzie zanotowano 3% wzrost, stężenia średnie roczne B(a)P w pył zawieszonym PM₁₀ było w roku 2023 niższe niż rok wcześniej (w strefie miasto Opole w 2022 roku nie były prowadzone pomiary). W przeważającej mierze przypadki te były znaczące (29 stref), z wartościami względnymi przekraczającymi 30%.

Tab. 7-2. Parametry jakości powietrza dla benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2023 r. (stężenie średnie roczne Sa). Kolorem czerwonym zaznaczono wzrosty stężeń.

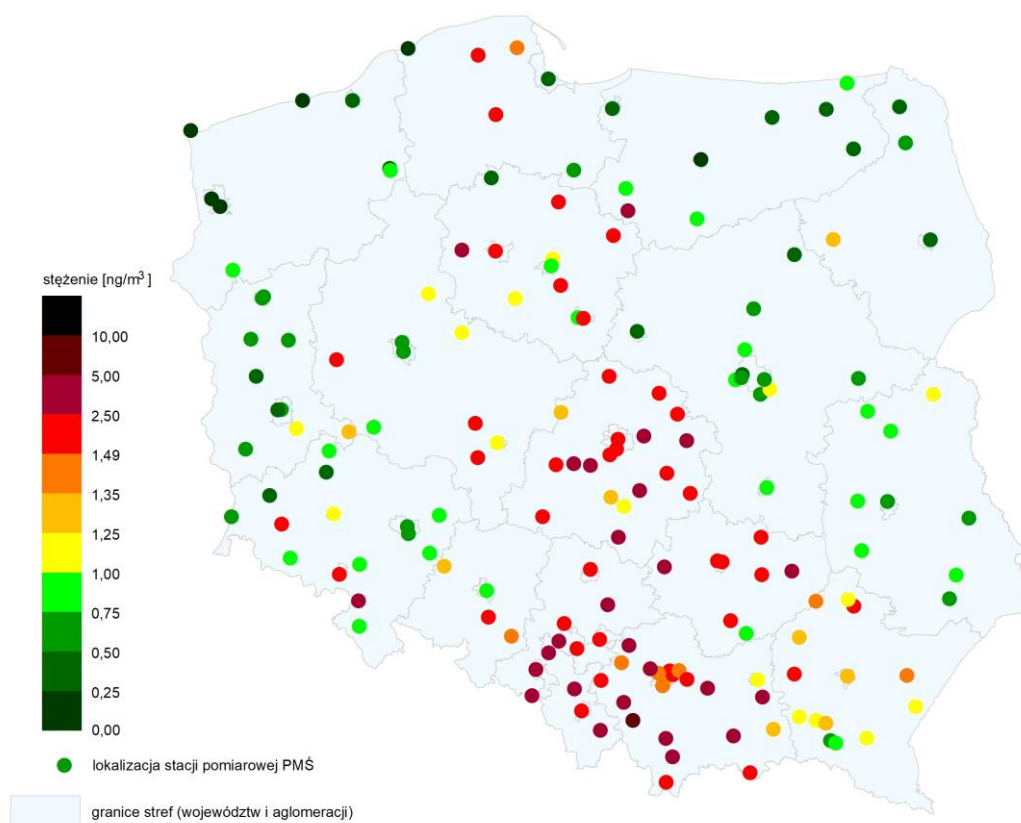
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

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.	2023/ 2022	2023 / 2010-2022
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	2		0,63	0,63	0,64	-49,3%	-77,0%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		1,02	1,02	1,02	-49,7%	-75,6%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1	1	1,60	1,60	1,60	-66,1%	-68,7%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	11	2	0,35	1,21	4,07	-55,7%	-73,0%
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	1	1	1,98	1,98	1,98	-2,2%	-39,7%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		0,94	0,94	0,94	-24,8%	-51,0%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1	1	1,76	1,76	1,76	-7,5%	-39,4%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	8	4	0,31	1,51	2,59	-17,5%	-43,6%
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1		0,68	0,68	0,68	-26,8%	-66,3%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	8		0,66	0,85	1,13	-51,5%	-71,0%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	2		0,62	0,67	0,72	-62,1%	-76,1%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	2		0,45	0,52	0,59	-65,0%	-77,7%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	6		0,48	0,84	1,28	-59,6%	-76,0%
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	3	3	1,53	2,07	2,49	-15,7%	-47,2%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	16	13	1,04	2,28	3,53	-10,8%	-51,6%
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	6	2	1,27	1,47	1,77	-32,1%	-70,5%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		1,15	1,15	1,15	-33,7%	-66,5%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	15	13	1,25	3,00	5,80	-27,9%	-58,5%
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	3		0,39	0,51	0,60	-49,3%	-74,6%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		0,42	0,42	0,42	-48,6%	-75,3%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		0,87	0,87	0,87	-46,9%	-73,4%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	7		0,41	0,76	1,23	-59,2%	-77,4%
opolskie	PL1601	miasto Opole	1		0,94	0,94	0,94		-74,0%
opolskie	PL1602	strefa opolska	3	1	1,29	1,65	2,26	-40,7%	-68,3%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		1,31	1,31	1,31	-10,7%	-56,2%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	13	2	0,56	1,28	2,23	-20,5%	-59,7%
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	1		0,49	0,49	0,49	-25,6%	-66,9%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	3		0,47	0,81	1,27	-47,7%	-59,5%
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	1		0,32	0,32	0,32	-61,5%	-78,6%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	5	2	0,23	1,27	2,23	-62,2%	-71,6%
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	3	3	1,94	2,33	3,02	2,8%	-60,6%
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	1	1	4,26	4,26	4,26	-27,7%	-60,8%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1	1	1,58	1,58	1,58	-39,3%	-70,4%

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.	2023/ 2022	2023 / 2010-2022
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1	1	1,82	1,82	1,82	-11,8%	-45,0%
śląskie	PL2405	strefa śląska	6	6	2,05	3,50	4,79	-21,3%	-52,7%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	2	2	1,68	1,98	2,28	-28,8%	-57,9%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	6	5	0,90	2,18	3,83	-32,8%	-55,5%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		0,20	0,20	0,20	-63,6%	-82,7%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		0,38	0,38	0,38	-53,7%	-76,6%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	7	1	0,30	1,00	3,33	-59,4%	-50,8%
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	2		0,70	0,72	0,75	-66,4%	-72,1%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		1,19	1,19	1,19	-59,7%	-62,6%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	6	3	0,88	1,46	2,23	-56,9%	-54,3%
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	2		0,18	0,20	0,22	-37,1%	-86,0%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		0,40	0,40	0,40	-37,8%	-62,7%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	5		0,10	0,46	0,96	-31,2%	-80,0%
Kraj			172	68	0.10	1.27	5,80	-39,0%	-65,1%

Jeszcze bardziej znaczne spadki zaobserwowano przy porównaniu stężeń średnich rocznych dla 2023 roku oraz średniej z wielolecia 2010-2022. Wśród wszystkich analizowanych stref, najniższy spadek stężeń na poziomie -39,4% dotyczył miasta Włocławek, zaś najwyższy – przekraczający 80% obserwuje się w aglomeracji szczecińskiej, Olsztynie i w strefie zachodniopomorskiej. Wartość średnia dla kraju w 2023 roku była o ponad 61% niższa w stosunku do wartości uśrednionej w wieloleciu 2010-2022 (Tab. 7-2).

Przedstawiony na mapie rozkład stężeń średnich rocznych B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ pokazuje duże zróżnicowanie. Niższe wartości obserwowane są na zachodzie i wschodzie kraju, zaś wyższe w centralnej części kraju. Najwyższe stężenia B(a)P obserwowane były w województwach: kujawsko-pomorskim, łódzkim, śląskim, małopolskim i świętokrzyskim (Rys. 7-3).

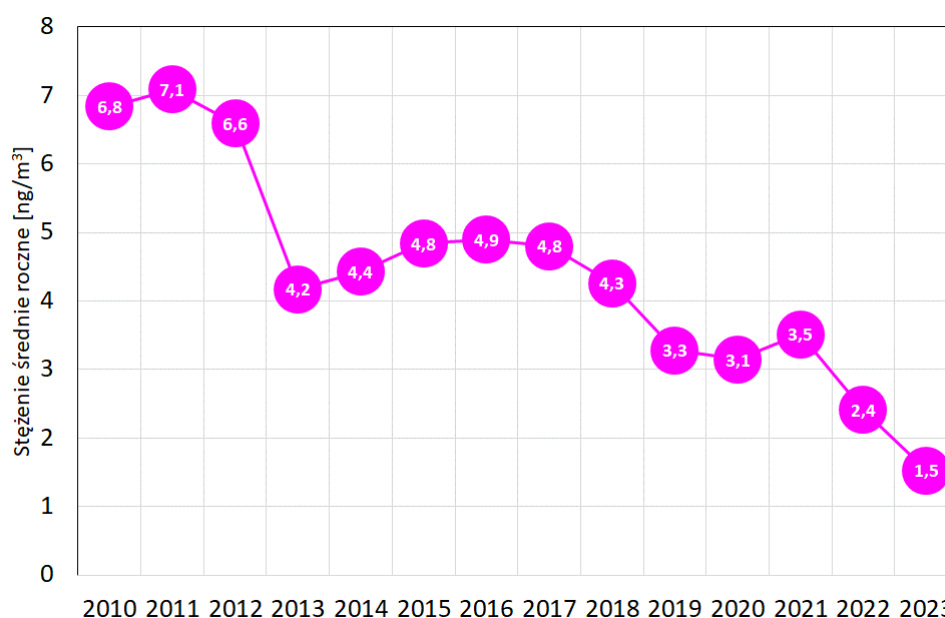


Rys. 7-3. Stężenia średnie roczne benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ na stacjach pomiarowych w 2023 r.

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

Analiza zmian w wieloleciu 2010-2023 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 osiągając najniższą wartość w analizowanym wieloleciu

(Rys. 7-4). Amplituda stężeń średnich rocznych w okresie 2010-2023 wyniosła 5,56 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 2020-2023 na poziomie powyżej 150, co jest nie bez znaczenia dla uzyskanego obrazu.



Rys. 7-4. Zmiany stężeń średnich rocznych benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce w okresie 2010-2023

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

Najwyższe stężenia benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM10 w 2023 roku były notowane na stacjach miejskich, a najniższe 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, w których prowadzone były pomiary na stacjach komunikacyjnych, wyniki były zbliżone do uzyskiwanych na stacjach podmiejskich, a nawet pozamiejskich.

Tab. 7-3. Zmiany stężeń średnich rocznych B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w latach 2010-2023 z uwzględnieniem typów stacji

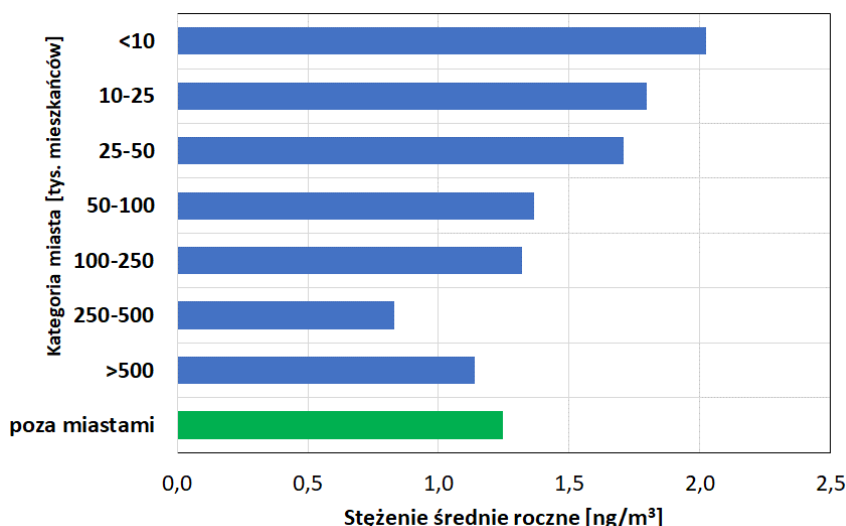
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

Typ stacji	Stężenie Sa [ng/m ³]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
komunikacyjna				1,96	2,87	3,57	3,18	2,77	1,79	2,25	2,51	2,44		0,34
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
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
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

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 2023 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 0,5 mln mieszkańców), stężenia B(a)P były nieznacznie niższe, niż obserwowane w miastach z liczbą mieszkańców 100-250 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 2023 roku było mniejsze niż w miastach, za wyjątkiem miast z liczbą mieszkańców powyżej 250 tys. (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 2023 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 2010-2023, 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 2010-2023 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

Kategoria miasta	Stężenie Sa [ng/m³]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
>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
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
100-250	7,88	7,76	7,68	4,84	4,00	3,91	4,03	4,42	3,89	3,22	2,70	3,06	2,04	1,32
50-100	6,19	5,85	5,72	3,88	3,82	4,52	4,84	4,44	3,69	2,70	3,00	3,59	2,32	1,36
25-50	7,29	7,88	7,19	5,04	4,94	4,87	5,32	5,52	5,00	3,97	3,74	3,82	2,45	1,71
10-25	4,73	5,43	4,68	3,63	5,88	6,96	6,94	6,55	5,03	3,63	3,57	3,74	3,00	1,80
<10					6,62	8,42	6,44	4,91	6,92	4,32	3,41	5,04	3,37	2,02
obszar poza miastami	8,04	14,18	10,54	4,20	2,30	2,21	2,94	2,47	2,42	2,33	2,23	2,61	1,59	1,25

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 2023 roku dla wszystkich kategorii miast odnotowano spadki średnich rocznych stężeń benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM₁₀ w stosunku do wartości obserwowanych rok wcześniej, najbardziej widoczne w małych miastach z liczbą mieszkańców nie przekraczającą 25 tys. (Tab. 7-4).

7.3. Epizody wysokich stężeń

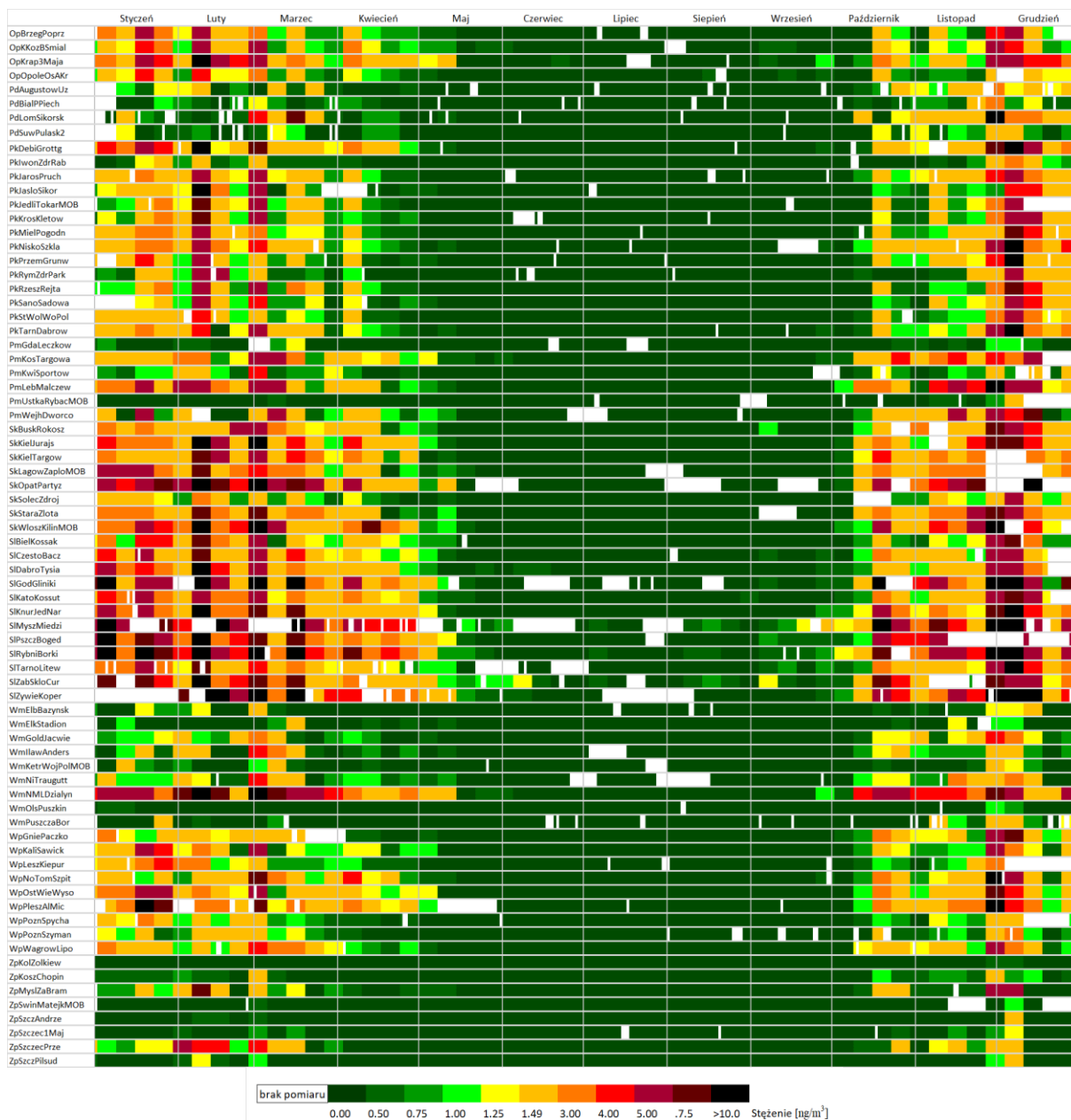
Nadal głównym źródłem emisji benzo(a)pirenu do atmosfery w Polsce są inne źródła stacjonarne, czyli procesy spalania paliw poza przemysłem i transportem, tj. emisja z gospodarstw domowych (tzw. „niska emisja”). Jest ona wyższa w chłodnej połowie roku, w sezonie grzewczym, wraz z rosnącym zapotrzebowaniem 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 ciągu roku (Rys. 7-6 a i b).

Największe wartości stężenia B(a)P 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.



Rys. 7-6a. Zmiany stężeń średnich dobowych benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2023 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 2023 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 – 3,06 ng/m³ (przy uwzględnieniu założeń identyfikacji epizodów opisanych w rozdziale 2) - była przekroczona w 5 okresach, czterech w pierwszym kwartale roku (wszystkie epizody trwały po 7 dni) oraz jednym prawie miesięcznym epizodem na przełomie listopada i grudnia (Tab. 7-5).

Tab. 7-5. Charakterystyka epizodów wysokich stężeń benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2023 roku

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

Epizod			Stężenie S24 podczas epizodu [ng/m ³]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu (3,06 ng/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2023-01-02 do 2023-01-08	7	59	0,05	3,10	17,28
2	od 2023-01-16 do 2023-01-22	7	83	0,11	3,71	13,22
3	od 2023-02-06 do 2023-02-12	7	114	0,11	6,54	38,55
4	od 2023-02-27 do 2023-03-05	7	103	0,05	5,12	22,20
5	od 2023-11-27 do 2023-12-17	21	115	0,05	5,23	36,69

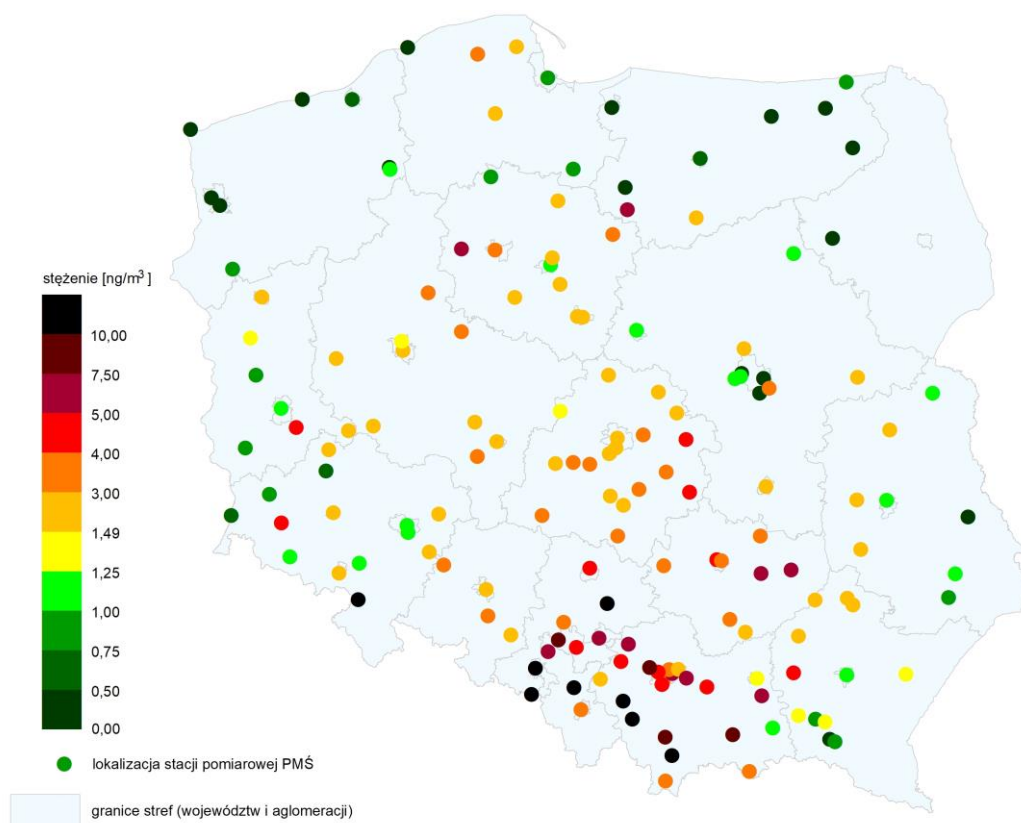
Epizod z początku stycznia był epizodem najslabiej widocznym i charakteryzował się najniższą wartością stężenia średniego. Próg epizodu przekroczony był na 59 stacjach. Swoim zasięgiem nie objął północy kraju z wyjątkiem kilku stacji woj. pomorskiego oraz wąskich pasów na wschodzie z zachodzie kraju. W trakcie jego trwania, najwyższe stężenia przekraczające 3- krotnie próg epizodu, obserwowano na stacjach województw małopolskiego, śląskiego i dolnośląskiego (Rys. 7-7).

Drugi epizod z końca stycznia miał podobną charakterystykę i nieco szarszy zasięg do tego z początku miesiąca przy wyższym stężeniu średnim i jednocześnie najniższym stężeniu maksymalnym. Próg epizodu przekroczony był na 83 stacjach pomiarowych. W trakcie jego trwania, najwyższe stężenia przekraczające 3-krotnie próg epizodu, obserwowano na stacjach województw małopolskiego, śląskiego wielkopolskiego i łódzkiego (Rys. 7-8).

Kolejny epizod wysokich stężeń B(a)P wystąpił na początku lutego i był on najbardziej odczuwalnym w całym kraju. Swoim zasięgiem nie objął on jedynie stacji nadmorskich oraz niektórych stacji woj. północno-wschodniej Polski. Próg epizodu przekroczony był na 114 stacjach pomiarowych, a przekroczenia na poziomie 10 krotności wartości progowej nie były rzadkością. Najwyższe stężenia przekraczające 5-krotność progu wystąpiły przede wszystkim na stacjach zlokalizowanych w województwach małopolskim, śląskim i łódzkim (Rys. 7-9).

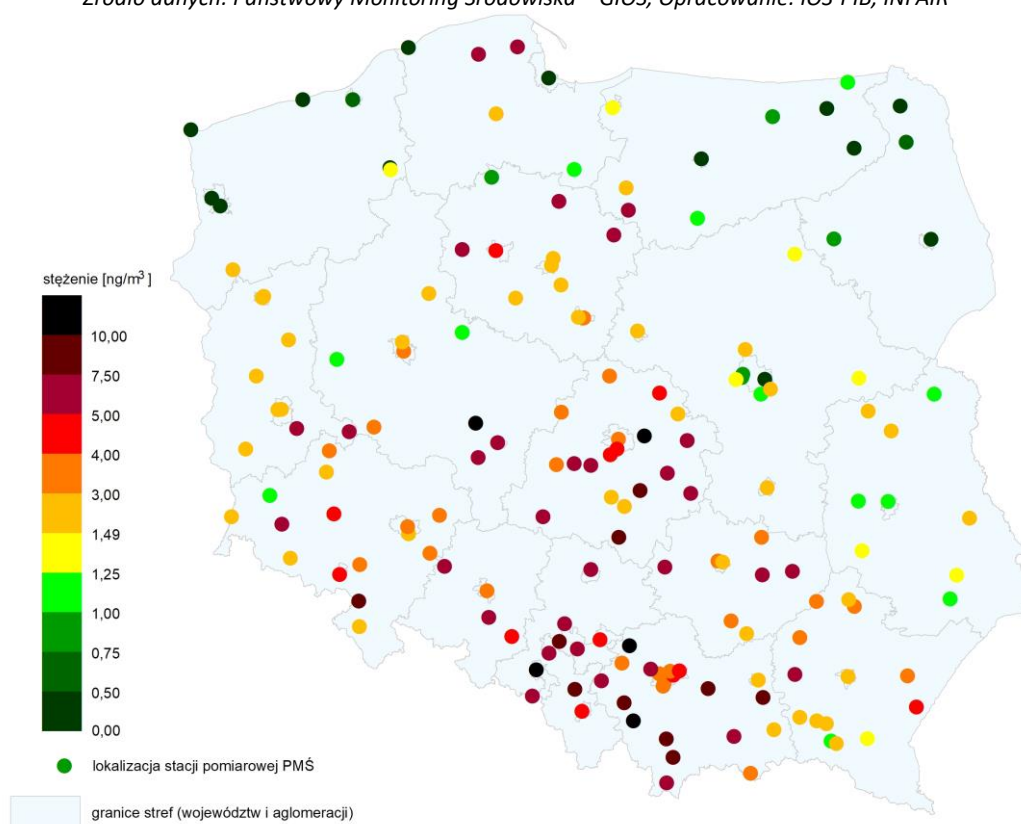
Okres występowania po sobie kolejnych epizodów w pierwszym kwartale roku zakończył się epizodem z przełomu lutego i marca. Swoim zasięgiem był o podobny do epizodu z początku lutego przy zauważalnych niższych stężeniach na co wskazuje niższe niemal o połowę stężenie średnie oraz maksymalne. Próg epizodu przekroczony był na 103 stacjach pomiarowych, a stężenia średnie nie przekroczyły 5-krotności obliczonej wartości progowej. Najwyższe stężenia przekraczające 4-krotność progu wystąpiły na stacjach zlokalizowanych w województwach śląskim, małopolskim, świętokrzyskim i łódzkim (Rys. 7-10).

Ostatni epizod wysokich stężeń B(a)P wystąpił na przełomie listopada oraz grudnia i trwał aż 21 dni. Objął on swoim zasięgiem niemal cały kraj. Charakteryzował się podwyższonymi stężeniami niemal na wszystkich stacjach pomiarowych. Próg epizodu przekroczony był na 115 stacjach pomiarowych, a stężenia uśrednione w ciągu 3 tygodni jego trwania przekraczały próg epizodu ponad 2-krotnie na 1/3 stacji w Polsce. Najwyższe stężenia przekraczające 3-krotność progu wystąpiły na stacjach wykonujących pomiary w województwach małopolskim, śląskim i łódzkim (Rys. 7-11).



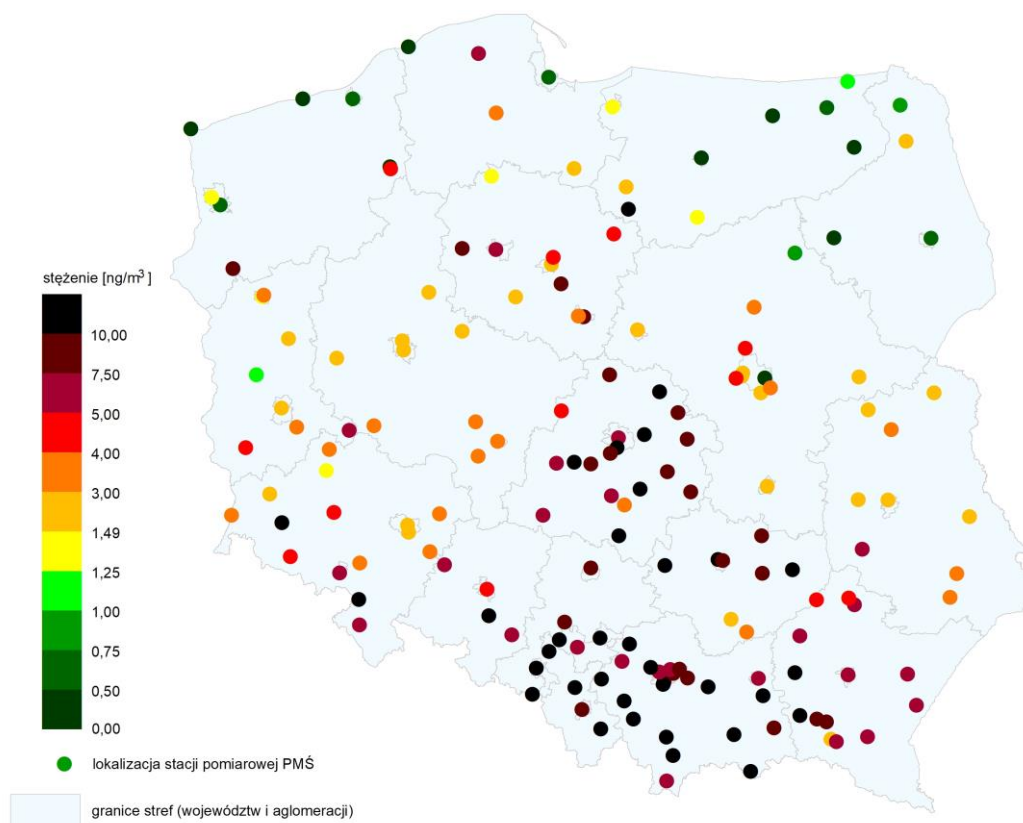
Rys. 7-7. Stężenia średnie benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w okresie epizodu wysokich stężeń (02-08.01.2023)

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



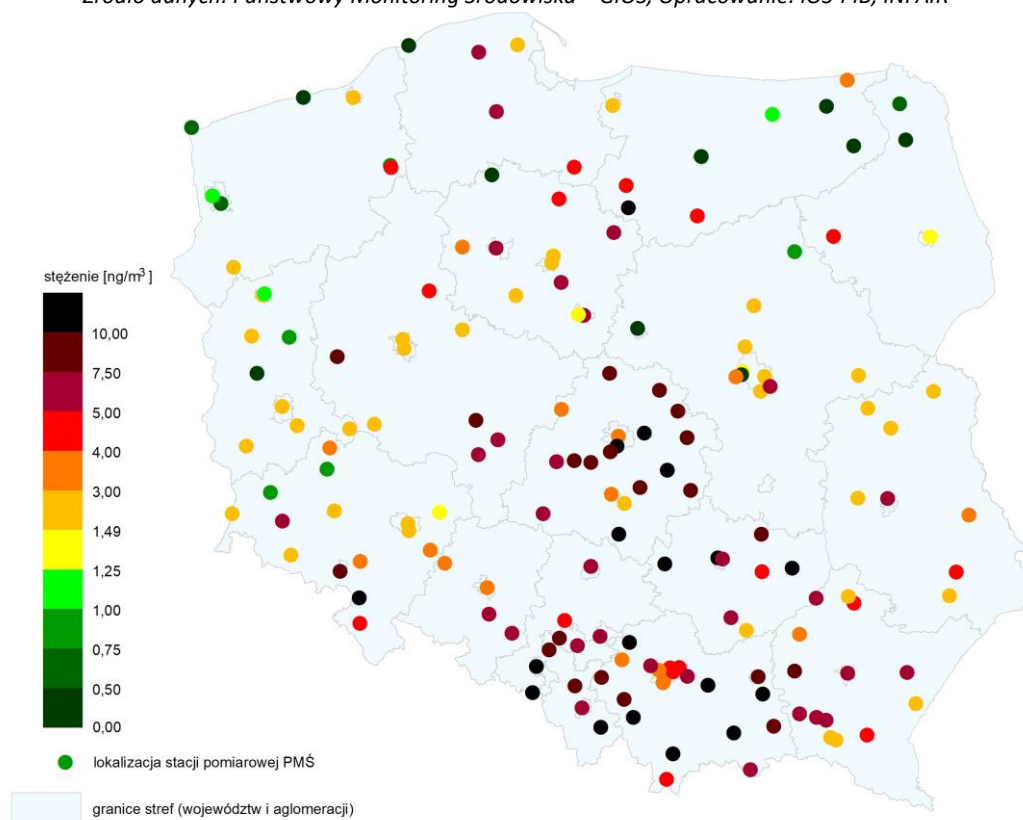
Rys. 7-8. Stężenia średnie benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w okresie epizodu wysokich stężeń (16-22.01.2023)

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



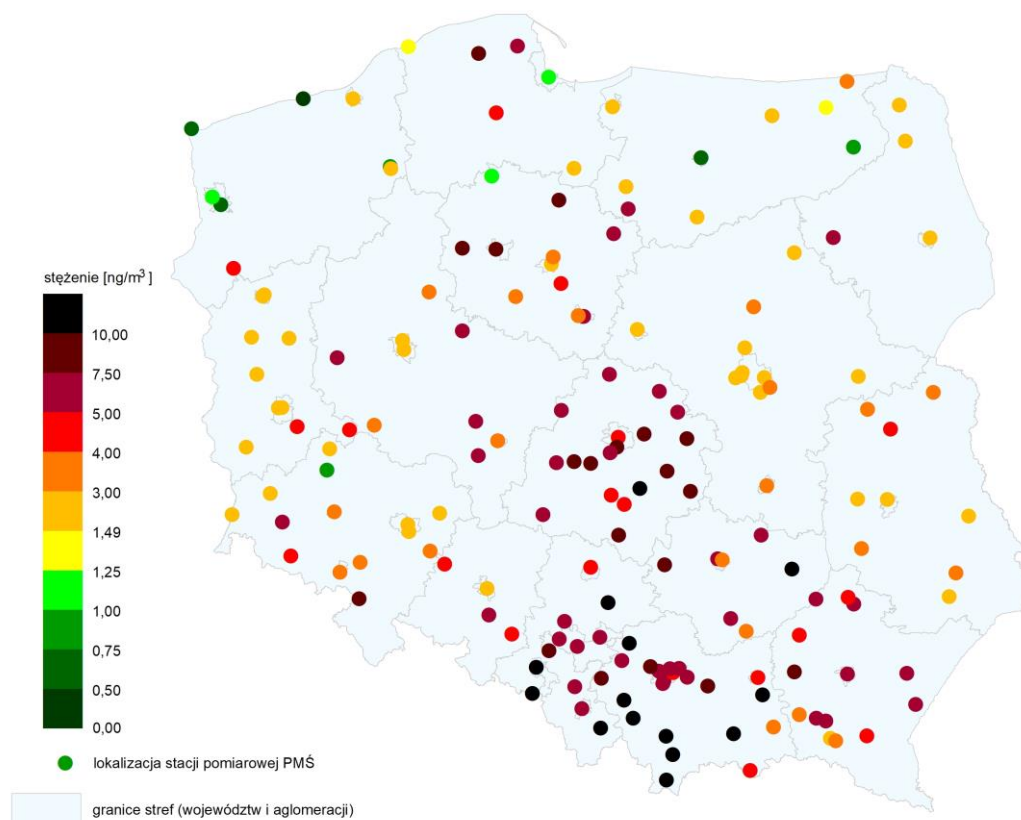
Rys. 7-9. Stężenia średnie benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w okresie epizodu wysokich stężeń (06-12.02.2023)

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 (27.02-05.03.2023)

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



Rys. 7-11. Stężenia średnie benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w okresie epizodu wysokich stężeń (27.11-17.12.2023)

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

8. Stężenia arsenu As oznaczanego w pyle zawieszonym PM10

W niniejszym rozdziale zaprezentowano wyniki pomiarów stężeń arsenu oznaczanego w pyle zawieszonym PM10 na stacjach w Polsce w 2023 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 pyle 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 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 arsenem w pyle zawieszonym PM10 w 2023 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 59 stanowisk pomiarowych, w tym 52 stacji tła miejskiego, 3 podmiejskich i 4 pozamiejskich (Rys. 8-1).

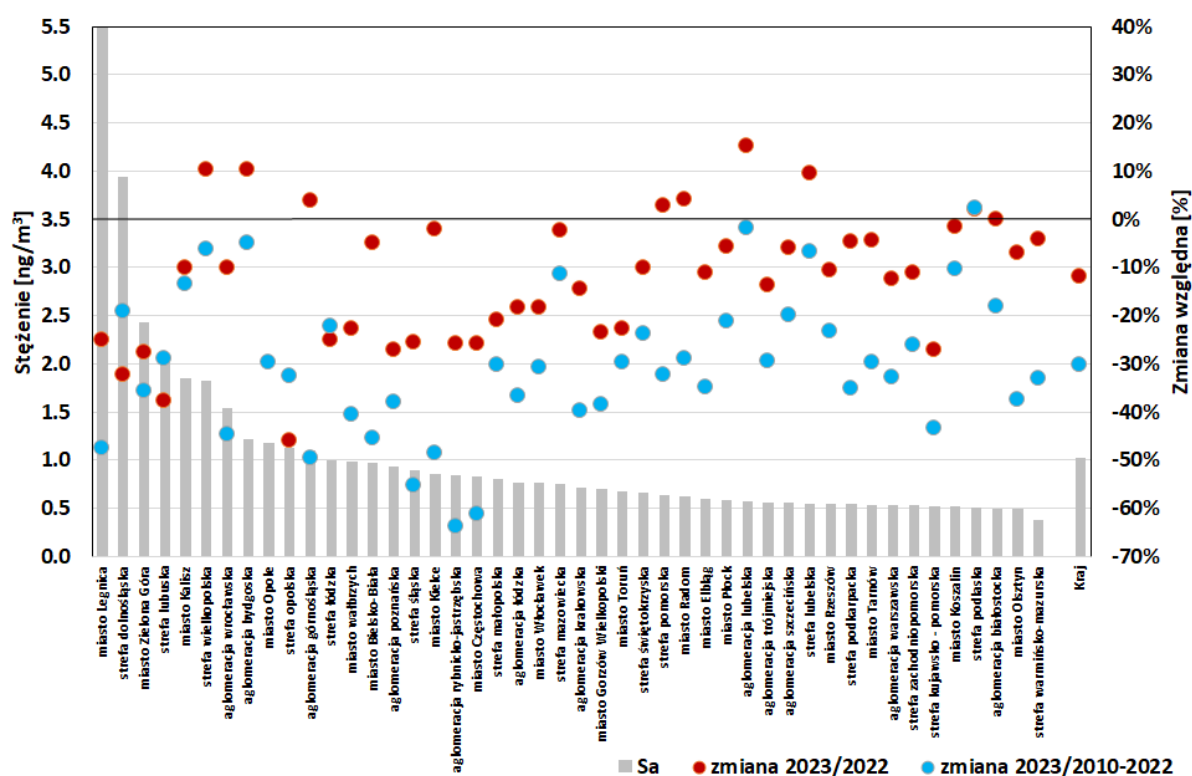


Rys. 8-1. Stacje pomiarowe arsenu As w pyle zawieszonym PM10 w 2023 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

8.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W poniższym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla arsenu oznaczanego w pyle zawieszonym PM₁₀ w roku 2023 dla wartości średnich rocznych w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i w okresie 2010-2022. Przedstawiono również relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji.

Stężenie średnie roczne As w pyle zawieszonym PM₁₀ uśrednione na obszarze kraju z wartości średnich dla stref, wyniosło w 2023 roku 1,03 ng/m³. Największe wartości średnie odnotowano w mieście Legnica (5,48 ng/m³) i strefie dolnośląskiej (3,94 ng/m³). Poziom docelowy dla arsenu został przekroczony na jednej stacji w strefie dolnośląskiej. Najmniejszą wartość średnią zaobserwowano w strefie warmińsko-mazurskiej (0,38 ng/m³), a więc różnica pomiędzy wartością największą a najmniejszą wyniosła 5,11 ng/m³ (Rys. 8-2 i Tab. 8-2). Dla 8 spośród 45 analizowanych stref (brak pomiaru w strefie miasto Opole w roku 2022) średnia roczna stężeń arsenu w pyle zawieszonym PM₁₀ w roku 2023 była wyższa niż rok wcześniej. Największe, ponad 10% wzrosty zanotowano dla aglomeracji lubelskiej, bydgoskiej oraz strefy wielkopolskiej, przy różnicy dla wartości średniej w kraju na poziomie 12,1%. W pozostałych 36 strefach odnotowano spadek stężeń średnich rocznych As, różnice względne wyniosły od -1,6% w Koszalinie do -46,1% w strefie opolskiej. W aglomeracji białostockiej stężenie w okresie 2022-2023 mniej zmieniło się (Rys. 8-2).



Rys. 8-2. Stężenia średnie roczne arsenu As oznaczanego w pyle zawieszonym PM₁₀ w 2023 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2022

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 2023 r. (stężenie średnie roczne Sa).

Kolorem **czzerwonym** zaznaczono wzrosty stężeń.

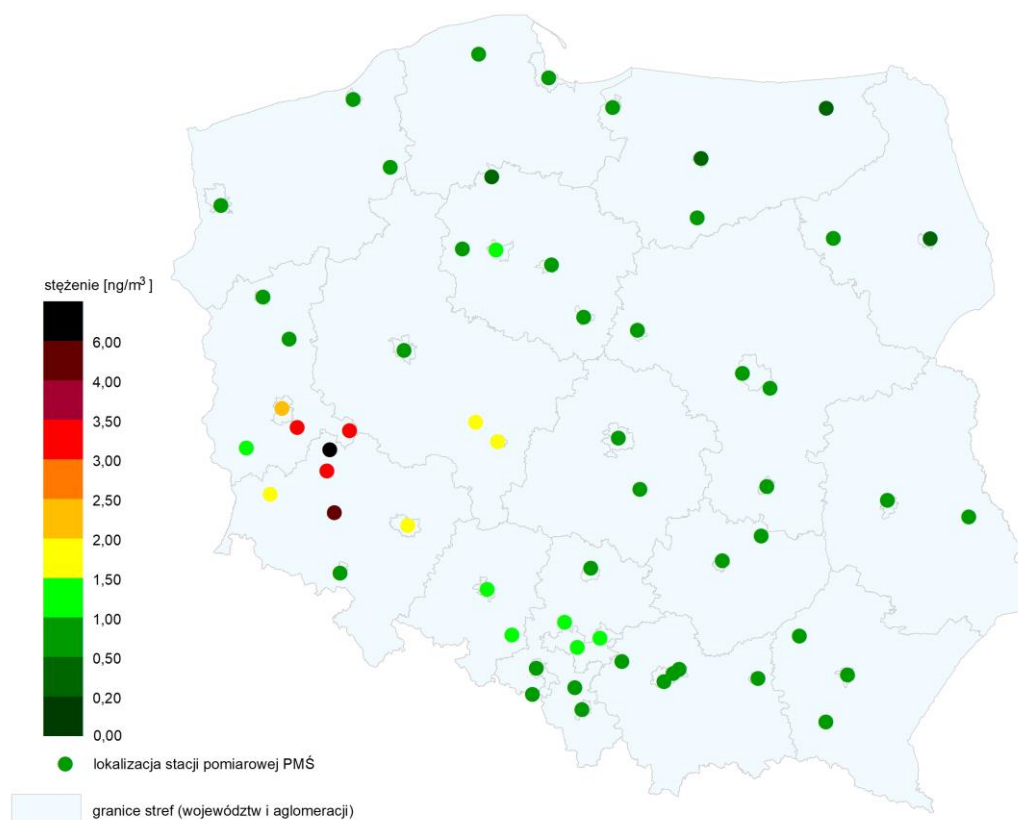
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR

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.	2023/ 2022	2023 / 2010-2022
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	1		1,54	1,54	1,54	-10,1%	-44,7%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		5,48	5,48	5,48	-25,1%	-47,6%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		0,98	0,98	0,98	-22,8%	-40,5%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	3	1	1,53	3,94	7,14	-32,4%	-19,3%
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	1		1,21	1,21	1,21	10,3%	-4,9%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		0,68	0,68	0,68	-22,7%	-29,8%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		0,76	0,76	0,76	-18,3%	-30,9%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	2		0,23	0,53	0,83	-27,3%	-43,5%
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1		0,58	0,58	0,58	15,2%	-1,9%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	1		0,55	0,55	0,55	9,5%	-6,9%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		0,70	0,70	0,70	-23,5%	-38,6%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		2,43	2,43	2,43	-27,8%	-35,7%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4		0,72	2,10	3,36	-37,7%	-29,0%
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	1		0,77	0,77	0,77	-18,3%	-36,7%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1		1,00	1,00	1,00	-25,1%	-22,2%
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	3		0,66	0,72	0,82	-14,6%	-39,8%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		0,54	0,54	0,54	-4,5%	-29,9%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	1		0,81	0,81	0,81	-21,1%	-30,3%
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	1		0,54	0,54	0,54	-12,4%	-33,0%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		0,59	0,59	0,59	-5,9%	-21,3%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		0,62	0,62	0,62	4,1%	-29,0%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	1		0,76	0,76	0,76	-2,4%	-11,6%
opolskie	PL1601	miasto Opole	1		1,17	1,17	1,17		-29,8%
opolskie	PL1602	strefa opolska	1		1,12	1,12	1,12	-46,1%	-32,6%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		0,54	0,54	0,54	-10,6%	-23,4%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	2		0,53	0,54	0,55	-4,8%	-35,3%
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	1		0,50	0,50	0,50	0,0%	-18,1%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1		0,51	0,51	0,51	1,9%	2,1%
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	1		0,56	0,56	0,56	-13,7%	-29,5%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	1		0,64	0,64	0,64	2,6%	-32,4%
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	2		1,02	1,10	1,19	3,7%	-49,7%
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	1		0,84	0,84	0,84	-25,8%	-63,7%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		0,97	0,97	0,97	-4,9%	-45,6%

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.	2023/ 2022	2023 / 2010-2022
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1		0,83	0,83	0,83	-26,0%	-61,3%
śląskie	PL2405	strefa śląska	3		0,77	0,90	1,05	-25,8%	-55,4%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1		0,86	0,86	0,86	-2,2%	-48,7%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1		0,67	0,67	0,67	-10,3%	-23,8%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		0,50	0,50	0,50	-7,2%	-37,4%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		0,60	0,60	0,60	-11,3%	-34,9%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	2		0,23	0,38	0,53	-4,2%	-33,2%
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	1		0,94	0,94	0,94	-27,3%	-38,0%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		1,85	1,85	1,85	-10,1%	-13,4%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	1		1,82	1,82	1,82	10,2%	-6,4%
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	1		0,56	0,56	0,56	-6,2%	-19,9%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		0,52	0,52	0,52	-1,6%	-10,4%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		0,53	0,53	0,53	-11,2%	-26,2%
Kraj			59	1	0,23	1,03	7,14	-12,1%	-30,3%

W przypadku porównania stężeń średnich rocznych arsenu w pyle zawieszonym PM10 z roku 2023 ze średnią z wielolecia 2010-2022, jedynie w strefie podlaskiej zaobserwowano nieco wyższe stężenie (2,1%). W pozostałych strefach wartości stężeń As z roku 2023 były mniejsze niż średnia z wielolecia, a zmiany wyniosły od -1,9% w aglomeracji lubelskiej do -63,7% w aglomeracji rybnicko-jastrzębskiej. Średnio w kraju stężenie arsenu w pyle zawieszonym PM10 spadło w 2023 roku w stosunku do wielolecia o ponad 30% (Tab. 8-2).

Średnie roczne stężenia arsenu w pyle 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. Najmniejsze wartości (poniżej 0,5 ng/m³) notowano w strefach warmińsko-mazurskiej, Olsztynie i aglomeracji białostockiej (Tab. 8-2, Rys. 8-3).



Rys. 8-3. Stężenia średnie roczne arsenu As oznaczanego w pyle zawieszonym PM10 na stacjach pomiarowych w 2023 r.

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

Zmiany stężeń średnich rocznych arsenu w pyle zawieszonym PM10 uśrednione w skali kraju na podstawie wartości uzyskanych ze wszystkich stacji pomiarowych w danym roku wykazują istotny statystycznie trend malejący, przy nieregularnej tendencji zmian. W latach 2010-2013 stężenia wyraźnie malały z roku na rok, 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 2018-2023 spadły poniżej 1,5 ng/m³. Należy zaznaczyć, że w okresie 2020-2022 obserwowano wzrost stężeń średnich rocznych As w pyle zawieszonym PM10 ze znaczącym spadkiem w 2023 roku (druga najniższa wartość w analizowanym okresie 2010-2023). Najwyższą wartość stężenia średniego rocznego As odnotowano w 2010 roku, a najniższą w 2020 (Rys. 8-4). Amplituda stężeń średnich

rocznych w okresie 2010-2023 wyniosła 2,96 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.



Rys. 8-4. Zmiany stężeń średnich rocznych arsenu As oznaczanego w pyłach zawieszonym PM₁₀ w Polsce w okresie 2010-2023

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

Najwyższe stężenia arsenu w pyłach zawieszonym PM₁₀ w okresie 2010-2023 były notowane na stacjach miejskich, a najniższe na ogół na stacjach pozamiejskich, przy niewielkich różnicach pomiędzy stacjami podmiejskimi. W roku 2023 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 pyłach zawieszonym PM₁₀ w latach 2010-2023 z uwzględnieniem typów stacji

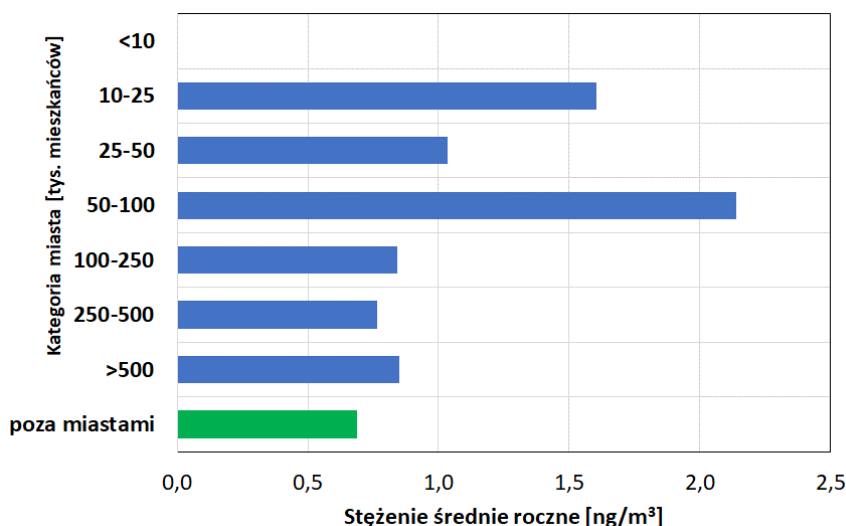
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

Typ stacji	Stężenie Sa [ng/m ³]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
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
podmiejska				0,70	0,71	1,67	1,23	1,10	0,91	0,65	0,65	1,02	0,85	0,67
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

8.2. Jakość powietrza w miastach

Przeprowadzona analiza dla miast w poszczególnych kategoriach wielkości populacji wykazała, że najwyższe średnie roczne stężenie As oznaczanego w pyłach zawieszonym PM₁₀ w 2023 roku wystąpiło w miastach o liczbie ludności 50-100 tys., a nieco mniejsze w miastach małych z kategorii 10-25 tys. Miasta o najniższym stężeniu As to miasta duże z liczbą mieszkańców

w granicach 250-500 tys., przy niewielkich różnicach obserwowanych pomiędzy miastami z liczbą mieszkańców przekraczającą 100 tys. Średnie roczne stężenie As w pyłe zawieszonym PM10 poza miastami było najniższe (Rys. 8-5). W najmniejszych miastach, liczących poniżej 10 tys. mieszkańców, w 2023 r. nie były prowadzone pomiary metali ciężkich w pyłe zawieszonym PM10.



Rys. 8-5. Stężenia średnie roczne arsenu As oznaczanego w pyłach zawieszonych PM10 w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2023 r.

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

Średnie roczne stężenia dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2023, jak wartości uśrednione dla kraju, z tym samym zastrzeżeniem dotyczącym mniejszej liczby stacji na początku omawianego wielolecia. Największe stężenia arsenu notowano 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 trzech latach. W 2023 roku dla wszystkich kategorii miast odnotowano spadki średnich rocznych stężeń arsenu w pyłach zawieszonych PM10 w stosunku do wartości obserwowanych rok wcześniej, największy dla miast z kategorii 50-100 tys. mieszkańców. Wyjątek stanowiły miasta w kategorii 250-500 tys. mieszkańców, gdzie zmiana stężeń z roku na rok nieznacznie wzrosła o 0,01 ng/m³ (Tab. 8-4).

Tab. 8-4. Zmiany stężeń średnich rocznych arsenu As oznaczanego w pyłach zawieszonych PM10 w latach 2010-2023 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

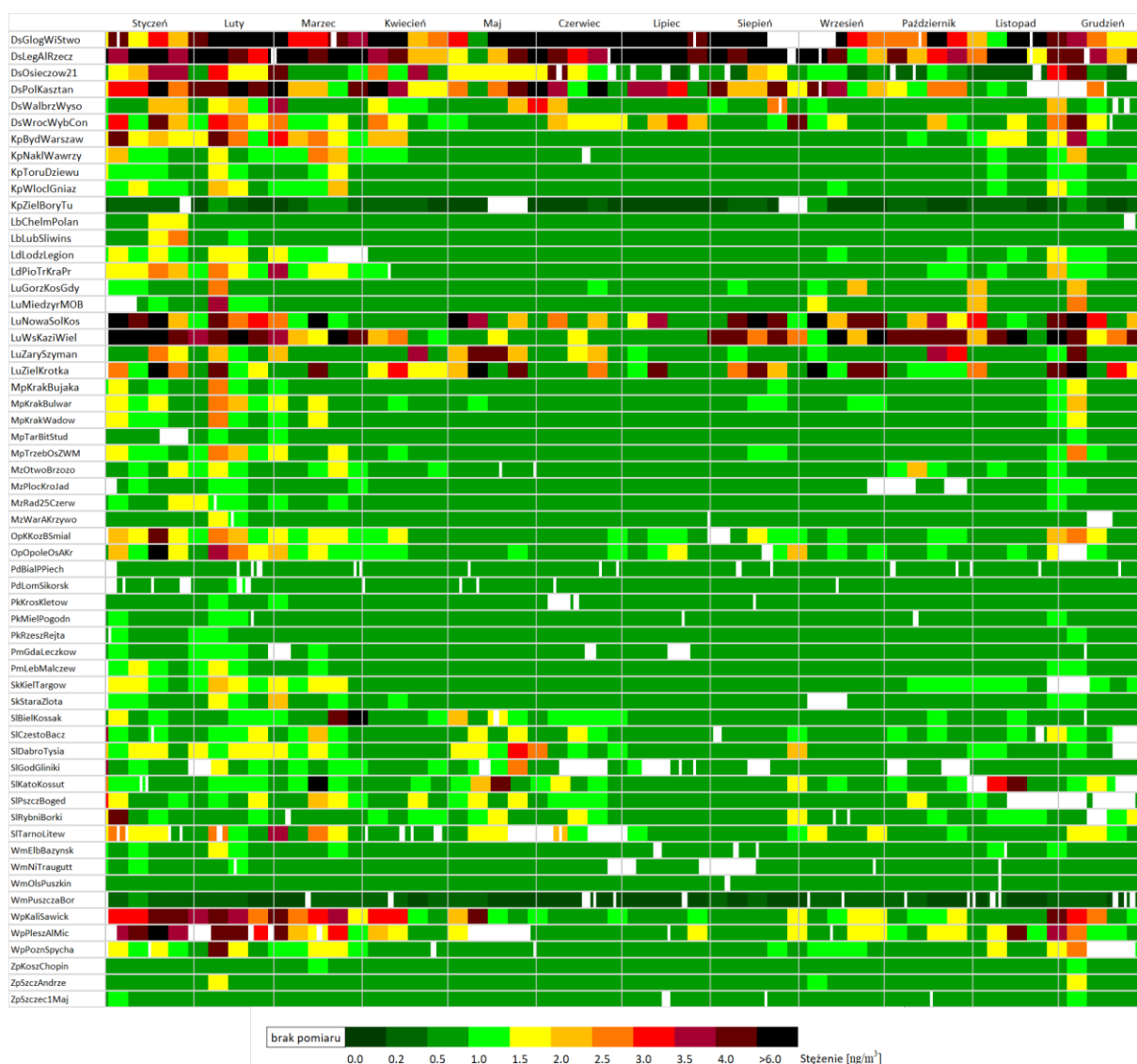
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

Kategoria miasta	Stężenie Sa [ng/m³]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
>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
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
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
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
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
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
<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

8.3. Epizody wysokich stężeń

Na rysunku 8-6 przedstawiono przebieg dobowych stężeń arsenu w pyłe zawieszonym PM10 w 2022 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 2023 r.

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

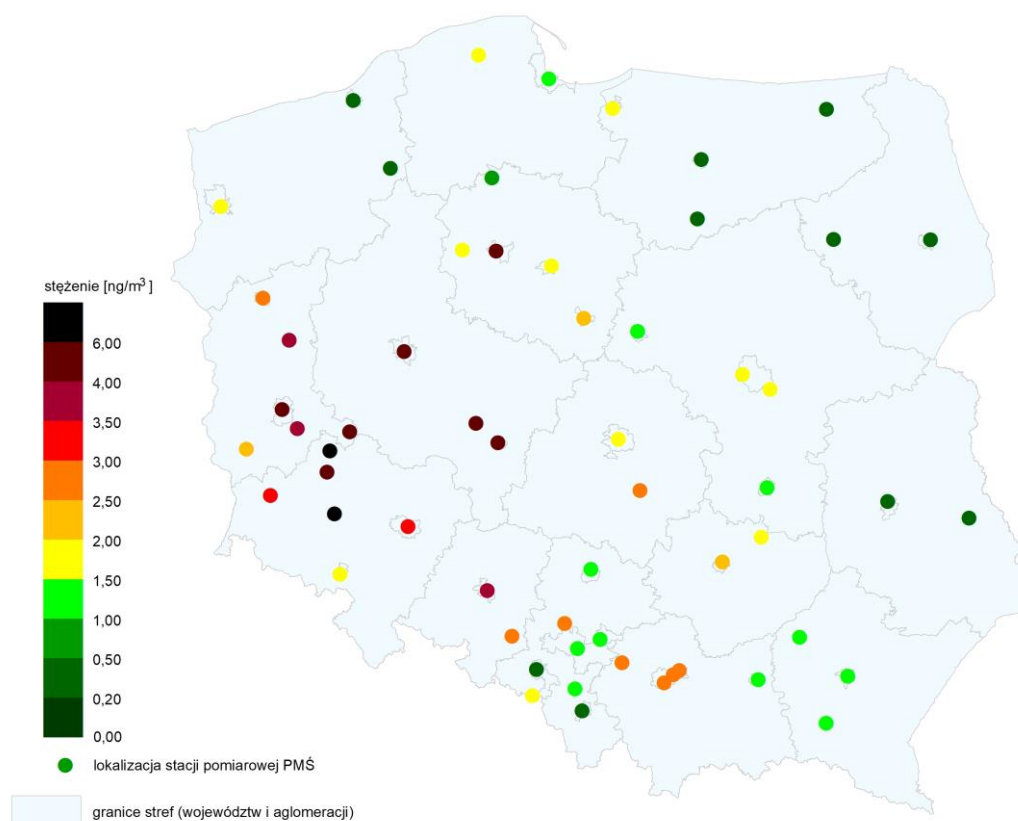
Występowanie wysokich stężeń As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w lutym spowodowało, że wartość graniczna 2,27 ng/m³ przyjęta dla identyfikacji epizodu wysokiego stężenia jako próg epizodu (przy uwzględnieniu założeń identyfikacji epizodów opisanych w rozdziale 2) została przekroczona w jednym 7 dniowym okresie (Tab. 8-5).

Tab. 8-5. Charakterystyka epizodów wysokich stężeń As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2023 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 (2,27 ng/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2023-02-06 do 2023-02-12	7	25	0,43	2,33	11,01

Epizod miał miejsce w połowie lutego. W tym okresie stężenia As w pyłe zawieszonym PM₁₀ były najwyższe w Polsce, a epizod był wyraźnie widoczny na 25 stacjach pomiarowych. W trakcie trwania epizodu, najwyższe stężenia przekraczające 2-krotnie próg epizodu, obserwowano na stacjach zlokalizowanych w województwach dolnośląskim, wielkopolskim i lubuskim i na pojedynczej stacji w województwie kujawsko-pomorskim (Rys. 8-7).



Rys. 8-7. Stężenia średnie arsenu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w okresie epizodu wysokich stężeń (06-12.02.2023)

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

9. Stężenia niklu Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀

W niniejszym rozdziale zaprezentowano wyniki pomiarów stężeń niklu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ na stacjach w Polsce w 2023 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 pyłe 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 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 niklem w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2023 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 59 stanowisk pomiarowych, w tym 52 stacji tła miejskiego, 3 podmiejskich i 4 pozamiejskich (Rys. 9-1).



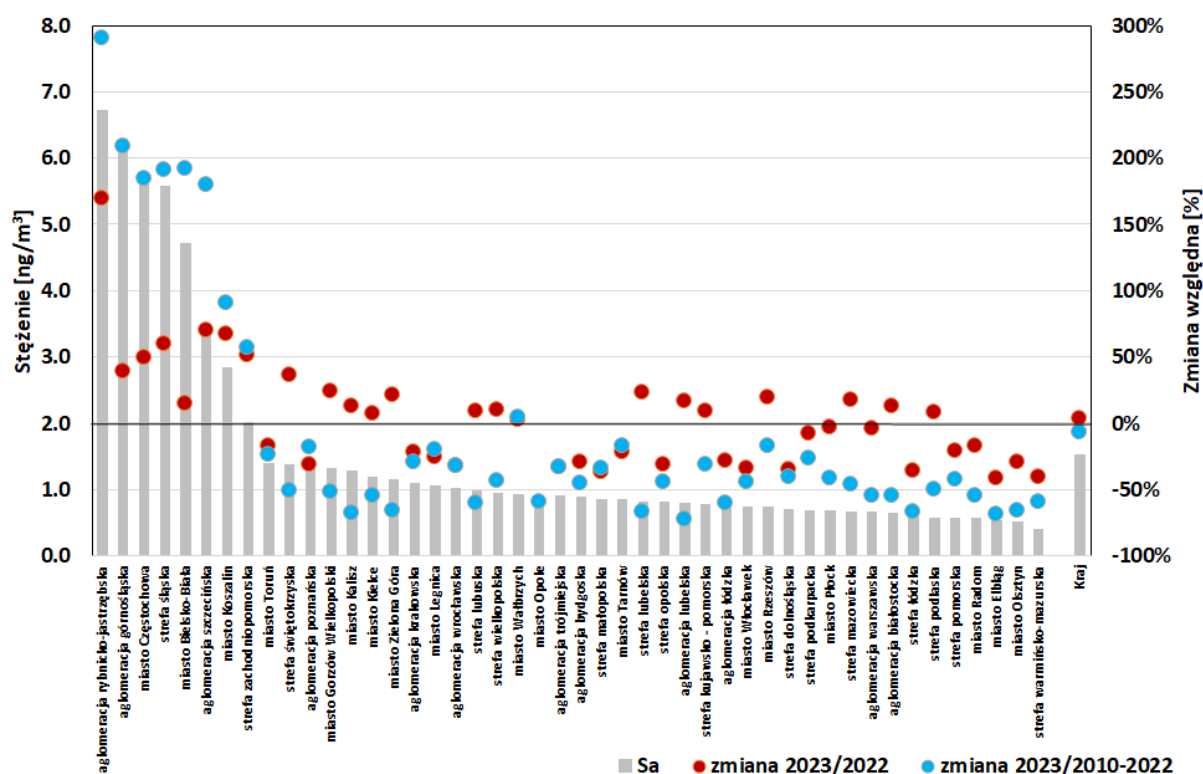
Rys. 9-1. Stacje pomiarowe niklu Ni w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2023 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

9.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla niklu w pyle zawieszonym PM₁₀ w roku 2023 dla wartości średnich rocznych w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i w okresie 2010-2022. Przedstawiono również relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji.

Stężenie średnie roczne Ni w pyle zawieszonym PM₁₀ uśrednione na obszarze kraju wyniosło w 2023 roku 1,53 ng/m³. Największe wartości średnie roczne przekraczające 6 ng/m³ odnotowano w przypadku aglomeracji rybnicko-jastrzębskiej i górnośląskiej. Na żadnej z 59 stacji prowadzących pomiary stężenia metali ciężkich w pyle zawieszonym PM₁₀ w 2023 r. nie został przekroczony poziom docelowy dla Ni. Najmniejsze wartości średnie – na poziomie 0,55 ng/m³ – odnotowano dla strefy warmińsko-mazurskiej, Olsztyna oraz Elbląga. Rozpiętość stężeń średnich rocznych Ni w pyle zawieszonym PM₁₀ pomiędzy strefami wyniosła 6,32 ng/m³. Na żadnej stacji pomiarowej w Polsce w roku 2023 nie został przekroczony poziom docelowy dla niklu (Rys. 9-2, Tab. 9-2).

W przypadku połowy stref (23) średnie roczne stężenie niklu w pyle zawieszonym PM₁₀ było wyższe w roku 2023 niż rok wcześniej. Najwyższy wzrost (blisko 170%) dotyczył aglomeracji rybnicko-jastrzębskiej. W przypadku pozostałych stref, gdzie zaobserwowano spadek stężeń Ni w pyle zawieszonym PM₁₀ z roku na rok, największe zmiany (ponad 40%) dotyczyły miasta Elbląg i strefy warmińsko-mazurskiej (Rys. 9-2). Średnio w kraju stężenie Ni w pyle zawieszonym wzrosło w 2023 roku o 3,6% w stosunku do roku poprzedniego.



Rys. 9-2. Stężenia średnie roczne Ni oznaczanego w pyle zawieszonym PM₁₀ w 2023 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2022

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

Tab. 9-2. Parametry jakości powietrza dla Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2023 r. (stężenie średnie roczne Sa).

Kolorem **czzerwonym** zaznaczono wzrosty stężeń

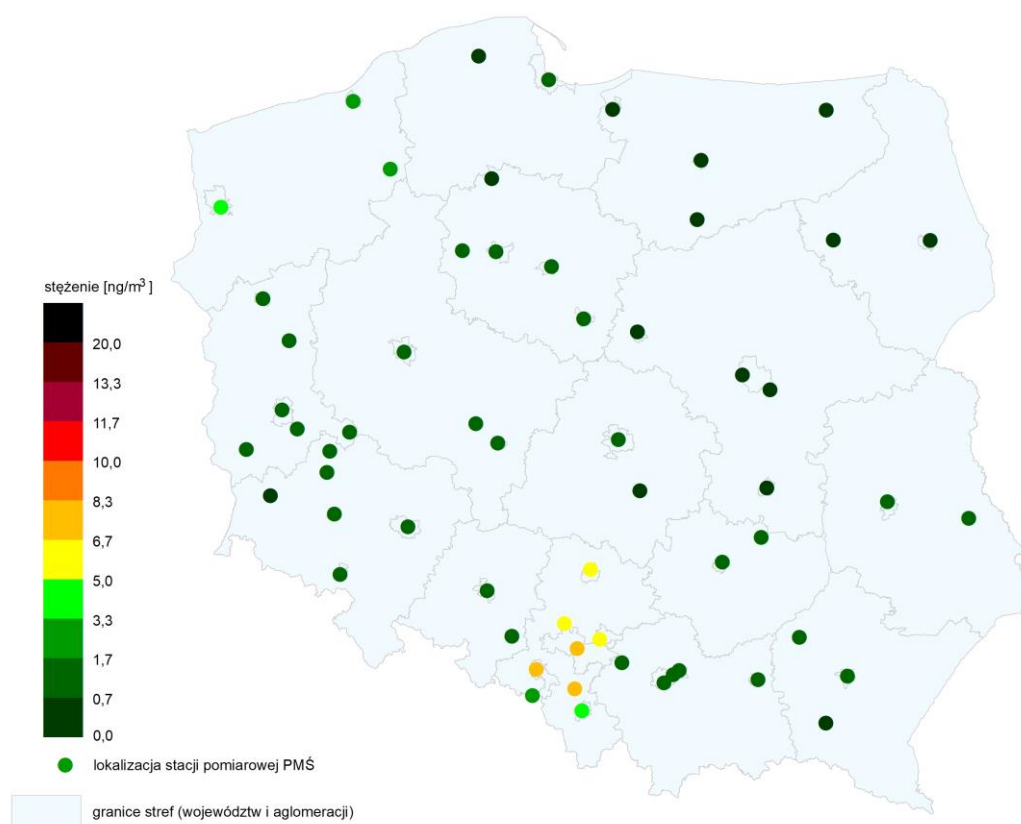
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR

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.	2023/ 2022	2023 / 2010-2022
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	1		1,02	1,02	1,02	-32,4%	-32,3%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		1,06	1,06	1,06	-25,9%	-20,1%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		0,94	0,94	0,94	1,9%	4,5%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	3		0,50	0,70	0,90	-35,6%	-40,8%
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	1		0,89	0,89	0,89	-29,6%	-45,8%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		1,41	1,41	1,41	-17,2%	-23,6%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		0,74	0,74	0,74	-34,6%	-44,7%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	2		0,23	0,79	1,34	9,1%	-31,2%
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1		0,80	0,80	0,80	16,8%	-73,1%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	1		0,82	0,82	0,82	22,5%	-67,4%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		1,32	1,32	1,32	23,7%	-51,8%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		1,16	1,16	1,16	21,1%	-66,5%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4		0,80	0,99	1,14	9,0%	-60,8%
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	1		0,77	0,77	0,77	-28,6%	-60,5%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1		0,64	0,64	0,64	-35,8%	-67,0%
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	3		0,73	1,10	1,39	-22,3%	-29,5%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		0,85	0,85	0,85	-22,0%	-17,4%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	1		0,86	0,86	0,86	-37,0%	-34,3%
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	1		0,66	0,66	0,66	-4,4%	-55,3%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		0,69	0,69	0,69	-3,0%	-42,0%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		0,57	0,57	0,57	-17,5%	-55,3%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	1		0,67	0,67	0,67	17,3%	-46,1%
opolskie	PL1601	miasto Opole	1		0,91	0,91	0,91		-59,7%
opolskie	PL1602	strefa opolska	1		0,82	0,82	0,82	-31,4%	-44,9%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		0,74	0,74	0,74	19,3%	-17,7%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	2		0,68	0,69	0,71	-8,4%	-26,5%
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	1		0,65	0,65	0,65	12,5%	-54,8%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1		0,58	0,58	0,58	8,1%	-49,8%
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	1		0,91	0,91	0,91	-33,0%	-33,5%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	1		0,58	0,58	0,58	-21,2%	-43,1%
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	2		5,24	6,29	7,34	39,3%	208,6%
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	1		6,73	6,73	6,73	169,2%	290,0%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		4,72	4,72	4,72	14,2%	191,5%

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [ng/m ³]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 20 ng/m ³	Min.	Śred.	Maks.	2023/ 2022	2023 / 2010-2022
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1		5,69	5,69	5,69	49,6%	184,5%
śląskie	PL2405	strefa śląska	3		3,26	5,59	7,99	59,8%	191,0%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1		1,20	1,20	1,20	7,3%	-54,8%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1		1,39	1,39	1,39	35,9%	-50,7%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		0,52	0,52	0,52	-29,5%	-66,1%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		0,53	0,53	0,53	-41,8%	-68,5%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	2		0,29	0,41	0,52	-40,7%	-59,5%
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	1		1,37	1,37	1,37	-31,6%	-18,3%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		1,28	1,28	1,28	12,6%	-68,5%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	1		0,95	0,95	0,95	10,2%	-44,0%
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	1		3,41	3,41	3,41	69,7%	179,8%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		2,85	2,85	2,85	67,1%	90,5%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		2,02	2,02	2,02	51,4%	57,1%
Kraj			59	0	0,23	1,53	7,99	3,6%	-7,1%

W przypadku 9 stref (19,5% wszystkich) zaobserwowano wzrost średnich stężeń niklu w pyle zawieszonym PM10 w roku 2023 w stosunku do wartości średnich z okresu 2010-2022, przy ponad 200% wzrostach w aglomeracjach rybnicko-jastrzębskiej i górnośląskiej. Bardzo wysokie wzrosty na tle wielolecia odnotowano również w miastach Bielsko-Biała i Częstochowa oraz w strefie śląskiej. W pozostałych 37 strefach wartości stężeń Ni z roku 2023 były mniejsze niż średnia w wieloleciu, a zmiany wyniosły od -17% w Tarnowie do 73% w aglomeracji lubelskiej. Średnio w kraju stężenie niklu w pyle zawieszonym PM10 spadło w 2023 roku o ponad -7,1% w stosunku do wartości uśrednionej w wieloleciu.

Średnie roczne stężenia Ni w pyle zawieszonym PM10 osiągnęły największe wartości, odbiegające od innych, na stacjach zlokalizowanych w strefach województwa śląskiego. Na stacjach zlokalizowanych w pozostałych strefach w kraju, wartości stężeń były znacznie niższe i nie różniły się od siebie znacząco (Rys. 9-3).



Rys. 9-3. Stężenia średnie roczne Ni oznaczanego w pyle zawieszonym PM10 na stacjach pomiarowych w 2023 r.

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

Zmienność stężeń średnich rocznych niklu w pyle zawieszonym PM10 uśrednione w skali kraju na podstawie wartości uzyskanych ze stacji pomiarowych w okresie 2010-2023 wykazuje nieistotne statystycznie zmiany ze wskazaniem tendencji malejącej. W latach 2011-2013 stężenia były mniejsze niż 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 i spadek w ostatnim roku. Najwyższą wartość stężenia średniego rocznego Ni odnotowano w 2010 roku, a najniższą w 2016. W okresie 2020-2022 obserwowany był wyraźny spadek stężeń, po czym w 2023 roku nastąpił wzrost (Rys. 9-4).

Amplituda stężeń średnich rocznych w okresie 2010-2023 wyniosła 0,83 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.



Rys. 9-4. Zmiany stężeń średnich rocznych niklu Ni oznaczanego w pyłach zawieszonych PM10 w Polsce w okresie 2010-2023

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

Najwyższe stężenia w analizowanym wieloleciu niklu w pyłach zawieszonych PM10 były notowane na stacjach komunikacyjnych (okres 2013-2019) i miejskich, zaś najniższe na ogół na stacjach pozamiejskich (np. w roku 2021) lub podmiejskich (np. w latach 2020 i 2022). Najbardziej zbliżone do siebie były 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. W przebiegach wieloletnich stężeń niklu w pyłach zawieszonych 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 pyłach zawieszonych PM10 w latach 2010- 2023 z uwzględnieniem typów stacji

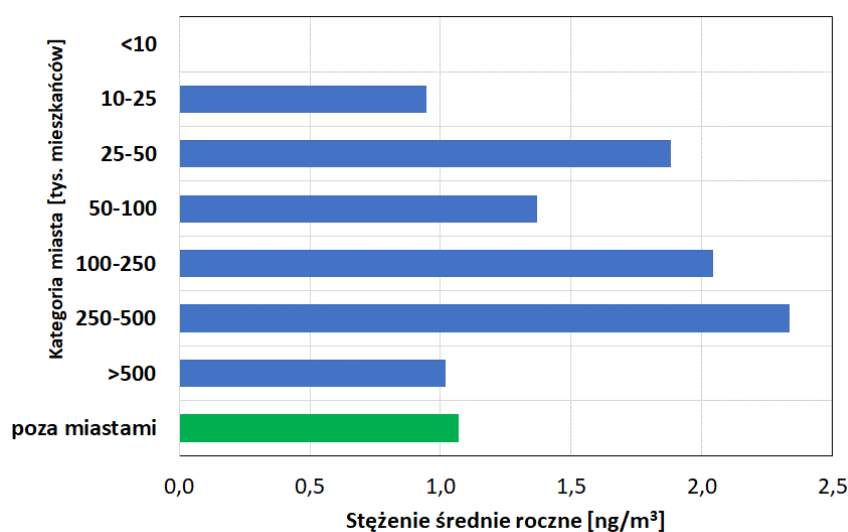
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Stężenie Sa [ng/m ³]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
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
podmiejska				1,04	0,91	1,78	0,89	0,85	0,78	0,89	0,84	1,54	0,85	0,69
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

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 2023 roku wystąpiło w miastach o liczbie ludności od 250 tys. do 500 tys. mieszkańców. Miasta o najniższym stężeniu Ni to miasta o liczbie ludności nieprzekraczającej 25 tys. mieszkańców oraz aglomeracje powyżej 0,5 mln mieszkańców. Średnie roczne stężenie Ni w pyłe zawieszonym PM₁₀ poza miastami było większe niż w aglomeracjach i małych miastach (Rys. 9-5).

W najmniejszych miastach, liczących poniżej 10 tys. mieszkańców, w 2023 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 2023 r.

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

Średnie roczne stężenia dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2023, jak wartości uśrednione dla kraju, z tym samym zastrzeżeniem dotyczącym mniejszej liczby stacji na początku omawianego wielolecia. Największe stężenia niklu notowano w poszczególnych latach w miastach różnych kategorii i zmieniały się one miejscami. W latach 2014, 2017, 2018, 2019, 2021 i 2022 wyraźnie najmniejsze wartości stężenia niklu charakteryzowały obszary pozamiejskie. W 2023 roku na tle wielolecia spadek średnich rocznych stężeń niklu w pyłe zawieszonym PM₁₀ zanotowano tylko w przypadku aglomeracji oraz miast z liczbą mieszkańców 10-25 tys. Największe wzrosty stężeń w 2023 roku dotyczyły miast bardzo dużych (250-500 tys. mieszkańców) oraz średnich (25-50 tys.) - Tab. 9-4.

Tab. 9-4. Zmiany stężeń średnich rocznych niklu Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w latach 2010-2023 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

Kategoria miasta	Stężenie Sa [ng/m³]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
>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
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
100-250	2,18	1,79	1,96	1,91	1,92	1,65	1,40	1,34	1,40	2,08	2,55	1,91	1,68	2,04
50-100	2,16	1,60	1,44	2,00	1,70	1,66	1,53	1,72	2,00	1,82	1,36	1,49	1,21	1,37
25-50	2,01	2,02	1,51	1,71	1,85	1,11	1,39	1,23	1,46	1,99	2,38	2,07	1,34	1,88
10-25	3,98	2,37	1,30	1,89	1,43	1,40	1,12	1,14	1,35	2,79	2,23	2,51	1,15	0,94
<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

9.3. Epizody wysokich stężeń

Na rysunku 9-6 przedstawiono przebieg dobowych stężeń niklu w pyłe zawieszonym PM10 w 2023 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 2,88 ng/m³ przyjęta dla identyfikacji epizodu wysokiego stężenia (próg epizodu) została przekroczona w dwóch okresach: w lutym i na przełomie marca i kwietnia (Tab. 9-5).

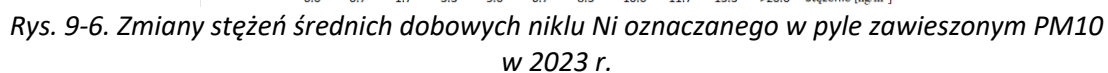
Tab. 9-5. Charakterystyka epizodów wysokich stężeń Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2023 roku

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

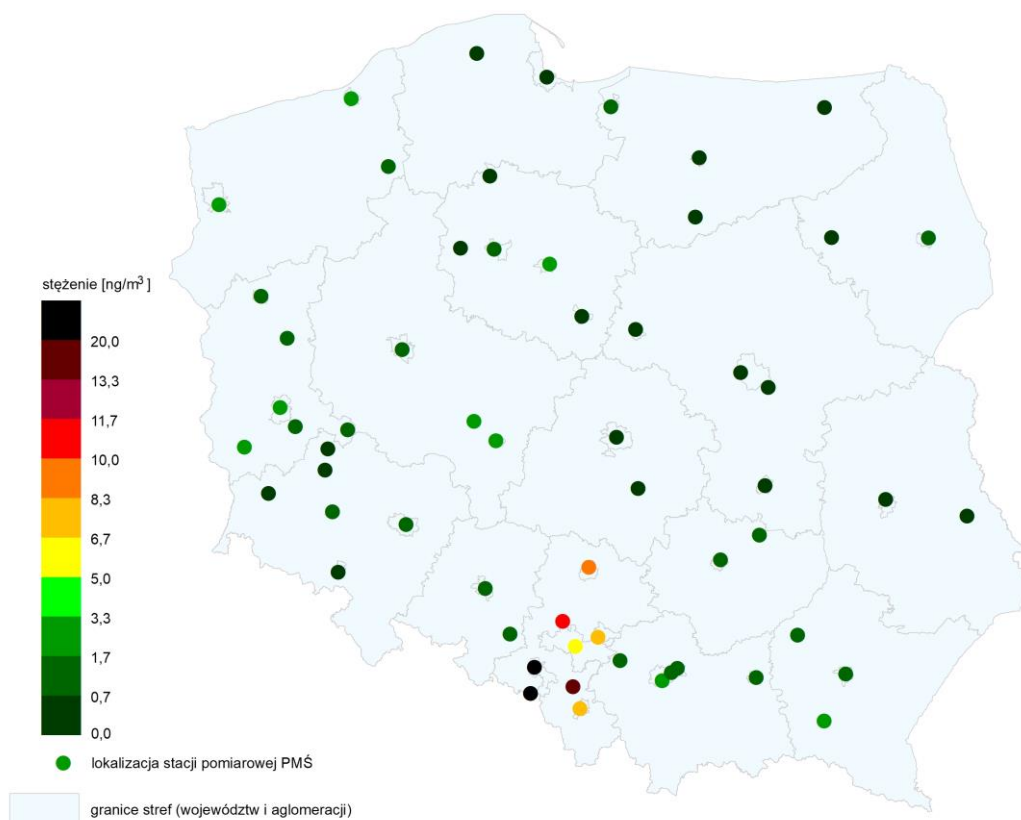
Epizod			Stężenie średnie dobowe podczas epizodu [µg/m³]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu (2,88 ng/m³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2023-02-07 do 2023-02-12	6	8	0,22	3,09	39,04
2	od 2023-03-27 do 2023-04-02	7	8	0,05	3,17	62,88

Epizod pierwszy wystąpił w lutym i trwał 6 dni. W tym okresie stężenia Ni w pyłe zawieszonym PM10 przekroczyły wartość progową na 8 stacjach pomiarowych zlokalizowanych w województwie śląskim (Rys. 9-7).

Epizod drugi z przełomu marca i kwietnia trwał 7 dni. W tym czasie wystąpiły wartości maksymalne stężeń w Polsce, przekraczające wielokrotnie wyznaczony próg epizodu na 8 stacjach pomiarowych zlokalizowanych w województwach śląskim, oraz na pojedynczych stacjach w zachodniopomorskim oraz kujawsko-pomorskim (Rys. 9-7).

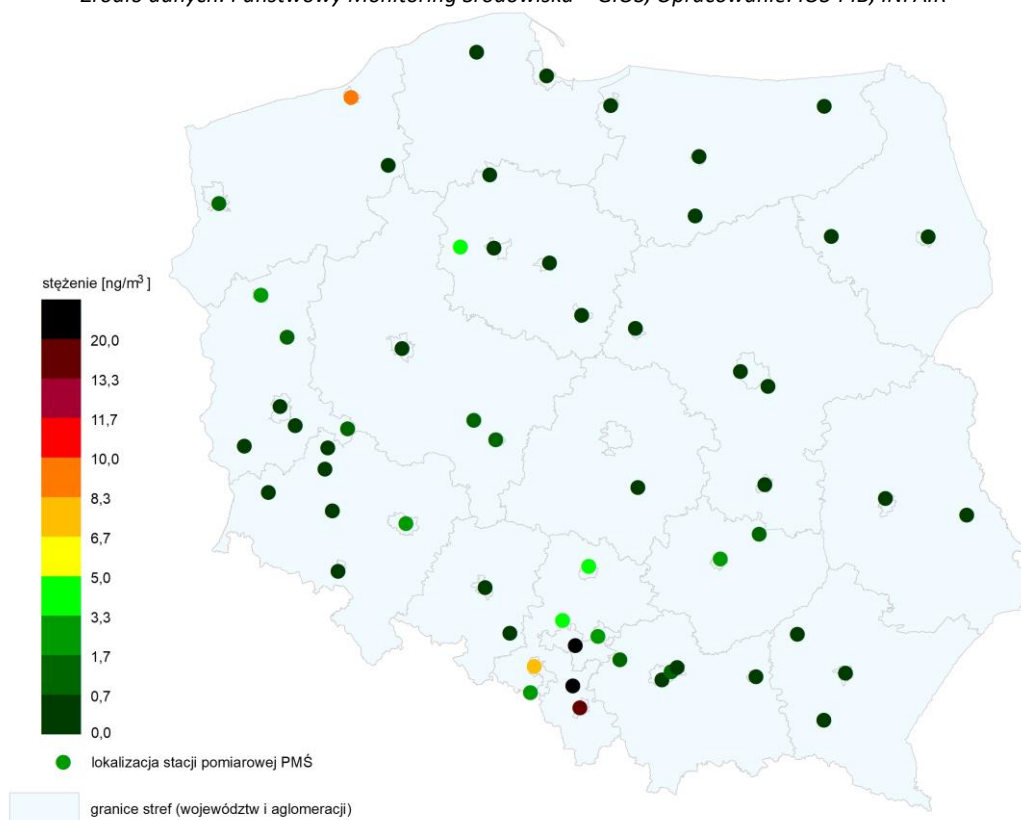


85



Rys. 9-7. Stężenia średnie niklu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w okresie epizodu wysokich stężeń (07-12.02.2023)

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



Rys. 9-8. Stężenia średnie niklu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w okresie epizodu wysokich stężeń (27.03-02.04.2023)

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

10. Stężenia kadmu Cd oznaczanego w pyle zawieszonym PM10

W niniejszym rozdziale zaprezentowano wyniki pomiarów stężeń kadmu oznaczanego w pyle zawieszonym PM10 na stacjach w Polsce w 2023 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 pyle 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 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 kadmem w pyle zawieszonym PM10 w 2023 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 59 stanowisk pomiarowych, w tym 52 stacji tła miejskiego, 3 podmiejskich i 4 pozamiejskich (Rys. 10-1).



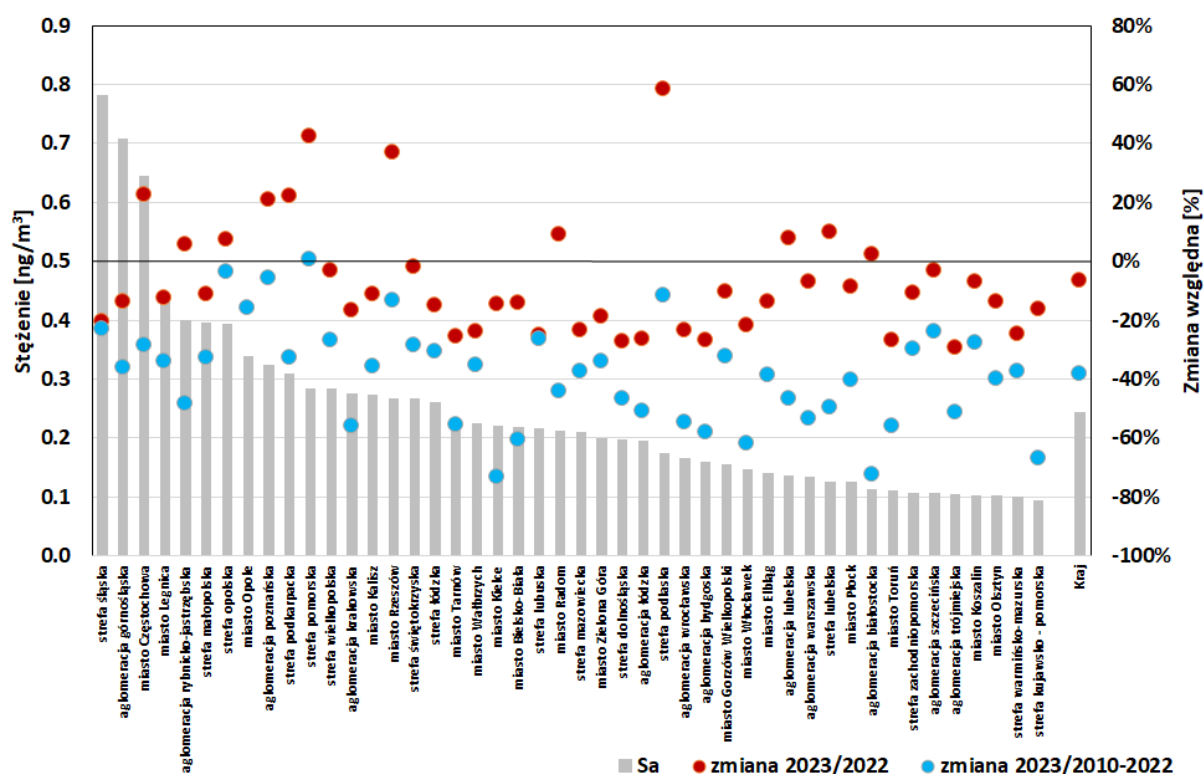
Rys. 10-1. Stacje pomiarowe kadmu Cd w pyle zawieszonym PM10 w 2023 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

10.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla kadmu w pyłe zawieszonym PM₁₀ w roku 2023 dla wartości średnich rocznych w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i w okresie 2010-2022. Przedstawiono również relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji.

Stężenie średnie roczne Cd w pyłe zawieszonym PM₁₀ uśrednione na obszarze kraju wyniosło w 2023 r. 0,24 ng/m³. Największe wartości średnie przekraczające 0,5 ng/m³, odnotowano dla strefy śląskiej, aglomeracji górnośląskiej i miasta Częstochowa. Na żadnej z 52 stacji prowadzących pomiary stężenia metali ciężkich w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2023 roku nie został przekroczony poziom docelowy dla Cd, przy wartości maksymalnej uzyskanej na jednej ze stacji województwa śląskiego na poziomie ok 1/3 poziomu docelowego. Najmniejsze wartości średnie na poziomie 0,1 ng/m³, uzyskano dla stref, kujawsko-pomorskiej, warmińsko-mazurskiej, miast Olsztyn i Koszalin oraz aglomeracji trójmiejskiej. Różnica pomiędzy wartością największą a najmniejszą wyniosła blisko 0,7 ng/m³ (Rys. 10-2 i Tab. 10-2).

Dla 12 stref, średnie roczne stężenie kadmu w pyłe zawieszonym PM₁₀ było w 2023 roku wyższe niż rok wcześniej, przy czym największy, ponad 40% wzrost zanotowano dla stref podlaskiej i pomorskiej. W pozostałych 33 strefach (w Opolu brak wyników z 2022 roku) odnotowano spadek stężeń Cd z roku na rok, a różnice względne wyniosły od -2,2% w strefie świętokrzyskiej do -29,5% w aglomeracji trójmiejskiej (Rys. 10-2 i Tab. 10-2).



Rys. 10-2. Stężenia średnie roczne kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2023 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2022

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 2023 r. (stężenie średnie roczne Sa).

Kolorem **czzerwonym** zaznaczono wzrosty stężeń

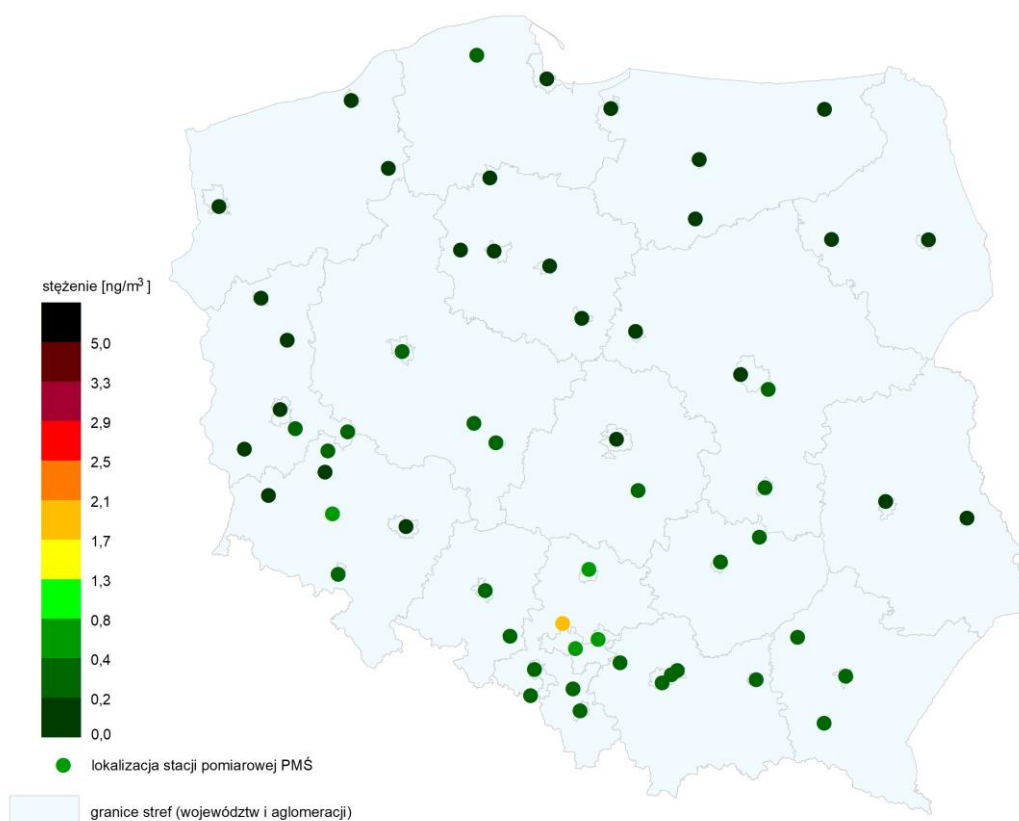
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR

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.	2023/ 2022	2023 / 2010-2022
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	1		0,17	0,17	0,17	-23,6%	-54,6%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		0,43	0,43	0,43	-12,5%	-34,3%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		0,22	0,22	0,22	-24,1%	-35,4%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	3		0,12	0,20	0,32	-27,4%	-46,9%
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	1		0,16	0,16	0,16	-27,1%	-58,2%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		0,11	0,11	0,11	-26,9%	-55,9%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		0,15	0,15	0,15	-21,9%	-62,0%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	2		0,04	0,09	0,14	-16,6%	-67,1%
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1		0,14	0,14	0,14	7,8%	-46,7%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	1		0,13	0,13	0,13	9,7%	-49,6%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		0,16	0,16	0,16	-10,4%	-32,7%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		0,20	0,20	0,20	-18,9%	-34,0%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4		0,12	0,22	0,32	-25,1%	-26,4%
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	1		0,20	0,20	0,20	-26,7%	-51,2%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1		0,26	0,26	0,26	-15,1%	-31,0%
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	3		0,24	0,27	0,33	-16,8%	-56,0%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		0,23	0,23	0,23	-25,6%	-55,4%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	1		0,40	0,40	0,40	-11,2%	-32,8%
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	1		0,13	0,13	0,13	-7,3%	-53,6%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		0,12	0,12	0,12	-8,8%	-40,6%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		0,21	0,21	0,21	9,1%	-44,3%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	1		0,21	0,21	0,21	-23,6%	-37,6%
opolskie	PL1601	miasto Opole	1		0,34	0,34	0,34		-16,2%
opolskie	PL1602	strefa opolska	1		0,39	0,39	0,39	7,2%	-3,6%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		0,27	0,27	0,27	36,6%	-13,6%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	2		0,30	0,31	0,31	22,2%	-32,9%
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	1		0,11	0,11	0,11	2,3%	-72,7%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1		0,17	0,17	0,17	58,3%	-11,6%
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	1		0,10	0,10	0,10	-29,5%	-51,4%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	1		0,28	0,28	0,28	42,1%	0,3%
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	2		0,63	0,71	0,78	-13,9%	-36,3%
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	1		0,40	0,40	0,40	5,7%	-48,5%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		0,22	0,22	0,22	-14,1%	-60,7%

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.	2023/ 2022	2023 / 2010-2022
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1		0,65	0,65	0,65	22,6%	-28,6%
śląskie	PL2405	strefa śląska	3		0,26	0,78	1,74	-20,5%	-23,1%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1		0,22	0,22	0,22	-14,7%	-73,6%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1		0,27	0,27	0,27	-2,2%	-28,6%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		0,10	0,10	0,10	-14,0%	-39,9%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		0,14	0,14	0,14	-13,9%	-38,7%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	2		0,06	0,10	0,14	-25,0%	-37,3%
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	1		0,32	0,32	0,32	20,5%	-5,8%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		0,27	0,27	0,27	-11,4%	-35,6%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	1		0,28	0,28	0,28	-3,5%	-27,1%
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	1		0,11	0,11	0,11	-3,4%	-23,8%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		0,10	0,10	0,10	-7,2%	-27,8%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		0,11	0,11	0,11	-11,1%	-30,0%
Kraj			59	0	0,04	0,24	1,74	-6,9%	-38,6%

Analiza zmian średnich stężeń kadmu w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2023 roku w stosunku do wartości średnich z okresu 2010-2022 wykazała spadek stężeń we wszystkich strefach z wyjątkiem strefy pomorskiej, gdzie obie średnie (z roku i z wielolecia) były niemal identyczne. Różnice pomiędzy strefami były znaczne i wynosiły od -3,6% w strefie pomorskiej do -73,6% w Kielcach. Warto podkreślić, że spadki przekraczające 50% obserwowano dla 13 stref. Wartość średnia obliczona dla kraju w roku 2023 była niższa od krajowej średniej z wielolecia o ponad blisko 39%.

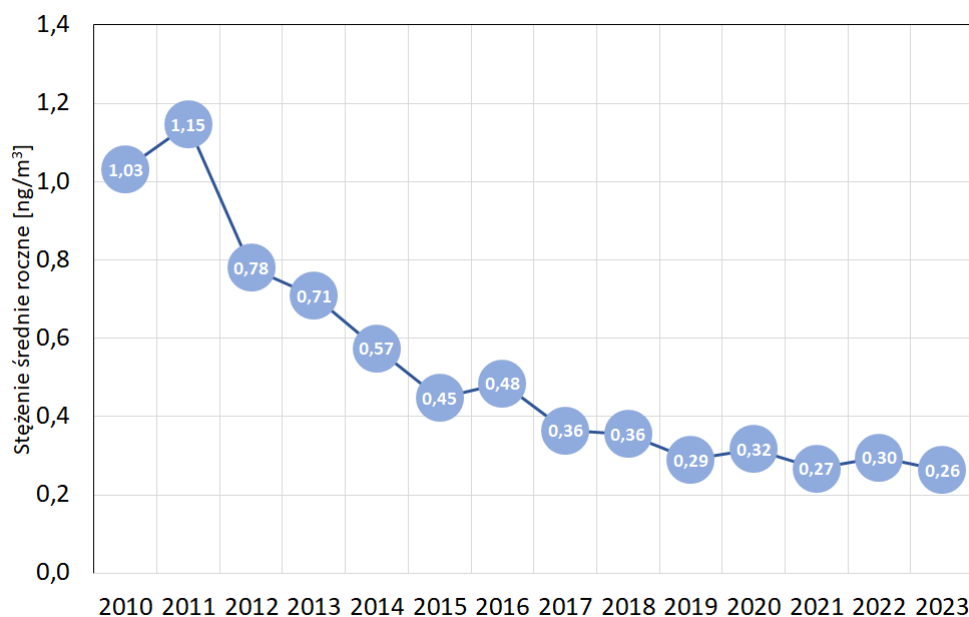
Średnie roczne stężenia kadmu w pyłe zawieszonym PM₁₀ osiągnęły największe wartości w województwie śląskim. W pozostałych strefach różnice stężeń pomiędzy stacjami były nieznaczne (Rys. 10-3).



Rys. 10-3. Stężenia średnie roczne kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ na stacjach pomiarowych w 2023 r.

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

Analiza zmian stężeń średnich rocznych kadmu w pyłe zawieszonym PM₁₀ że w okresie 2010-2023 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 2021. W roku 2023 stężenie średnie roczne dla Polski było drugim najniższym stężeniem w analizowanym okresie (Rys. 10-4). Amplituda stężeń średnich rocznych w okresie 2010-2023 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.



Rys. 10-4. Zmiany stężeń średnich rocznych kadmu Cd oznaczanego w pylenie zawieszonym PM10 w Polsce w okresie 2010-2023

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

Najwyższe stężenia kadmu w pylenie 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 2023 roku w stosunku do wartości notowanych rok wcześniej zanotowano spadek uśrednionych stężeń na wszystkich typów stacji, największy dla stacji podmiejskich (Tab. 10-3).

Tab. 10-3. Zmiany stężeń średnich rocznych kadmu Cd oznaczanego w pylenie zawieszonym PM10 w latach 2010-2023 z uwzględnieniem typów stacji

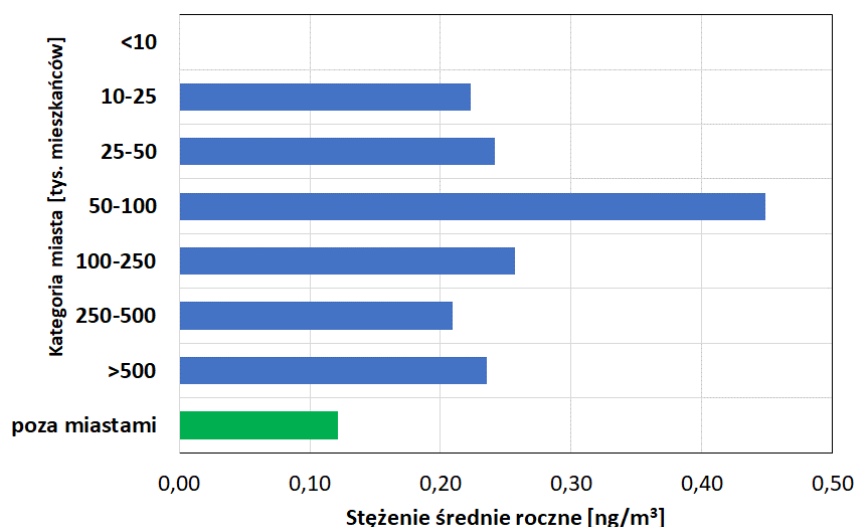
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Stężenie Sa [ng/m³]														
Typ stacji	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
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
podmiejska				0,22	0,29	0,43	0,29	0,31	0,32	0,22	0,20	0,35	0,23	0,16
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

10.2. Jakość powietrza w miastach

Analiza dla miast w poszczególnych kategoriach populacyjnych wykazała, że najwyższe średnie roczne stężenie Cd oznaczanego w pylenie zawieszonym PM10 w 2023 roku zanotowano dla miast o liczbie ludności w przedziale 50-100 tys. Znacznie niższe stężenia obserwowano w miastach o liczbie mieszkańców 10-25 tys. oraz 100-250 tys. mieszkańców. Różnice pomiędzy miastami, z wyłączeniem miast z liczbą mieszkańców przedziale 50-100 tys. były niewielkie. Średnie roczne stężenie Cd w pylenie zawieszonym PM10 poza miastami było znacznie mniejsze niż w miastach (Rys. 10-5).

W najmniejszych miastach, liczących poniżej 10 tys. mieszkańców, w 2023 r. nie były prowadzone pomiary metali ciężkich w pyłe zawieszonym PM10.



Rys. 10-5. Średnie roczne stężenia kadmu Cd oznaczanego w pyłach zawieszonych PM10 w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2023 r.

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

Średnie roczne stężenia dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2022, 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 2023 roku spadek stężeń średnich rocznych Cd pyłach zawieszonych PM10 w stosunku do roku poprzedniego odnotowano dla wszystkich kategorii miast, największy dla miast w przedziale 250-500 tys. mieszkańców (Tab. 10-4).

Tab. 10-4. Zmiany stężeń średnich rocznych kadmu Cd oznaczanego w pyłach zawieszonych PM10 w latach 2010-2023 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

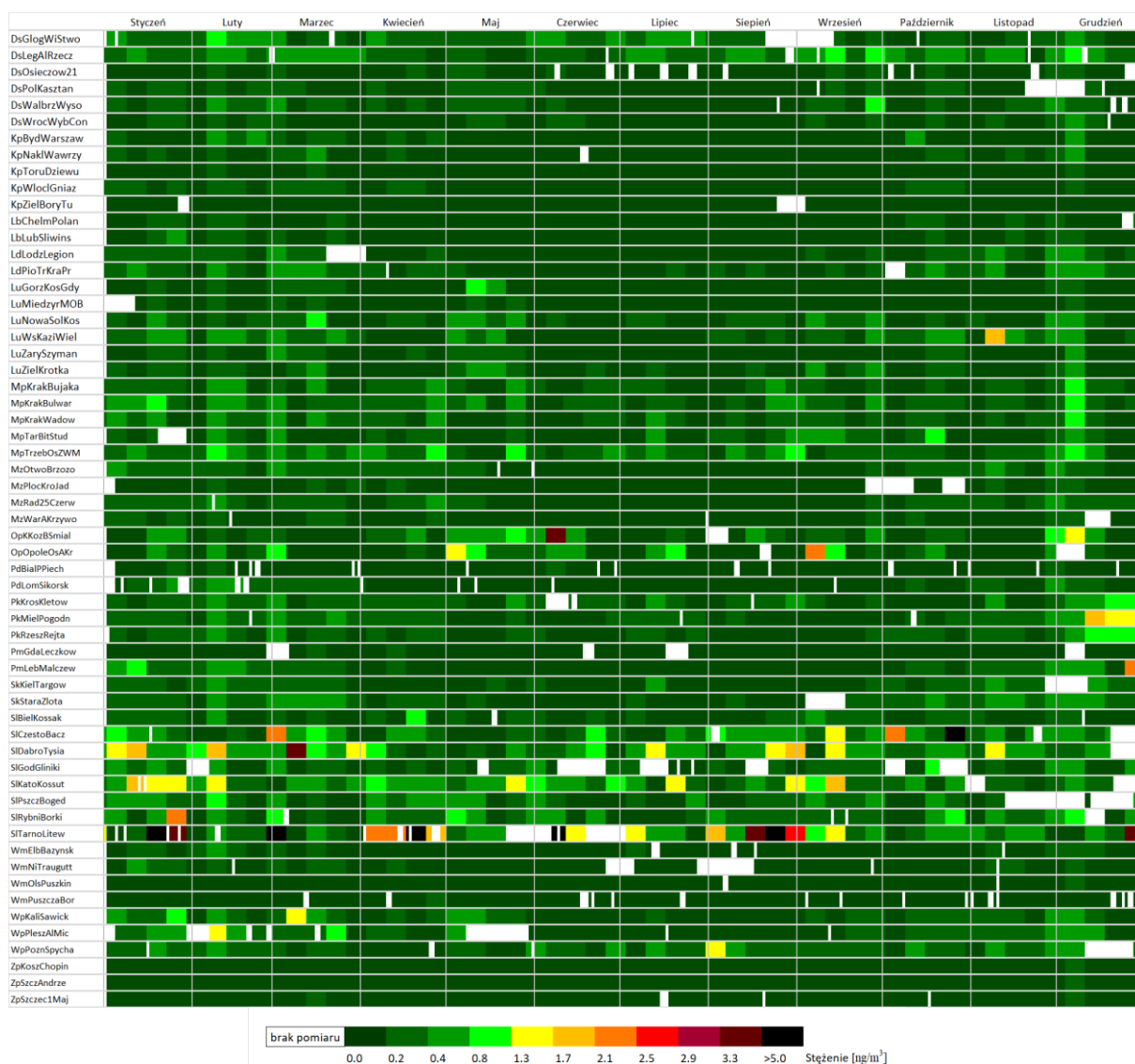
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - GOS, Spracowane: IOS PŁD, INRAK

Kategoria miasta	Stężenie Śa [ng/m³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
>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	
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	
100-250	1,04	1,14	0,81	0,86	0,54	0,43	0,50	0,35	0,31	0,26	0,26	0,26	0,27	0,26	
50-100	1,99	1,71	0,78	0,76	0,65	0,50	0,57	0,46	0,44	0,38	0,50	0,33	0,48	0,45	
25-50	0,73	0,82	0,40	0,45	0,56	0,48	0,49	0,37	0,36	0,29	0,32	0,28	0,26	0,24	
10-25	2,05	2,24	1,36	0,54	0,72	0,49	0,46	0,36	0,38	0,30	0,34	0,24	0,29	0,22	
<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	

10.3. Epizody wysokich stężeń

Na rysunku 10-6 przedstawiono przebieg dobowych stężeń kadmu w pyłe zawieszonym PM10 w 2023 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 większości stacji można zauważyć niewielką zmienność sezonową, charakteryzującą się występowaniem większych wartości stężeń w chłodnej połowie roku niż w ciepłej. 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 (Rys. 10-6).



Rys. 10-6. Zmiany stężeń średnich dobowych kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2023 r.

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

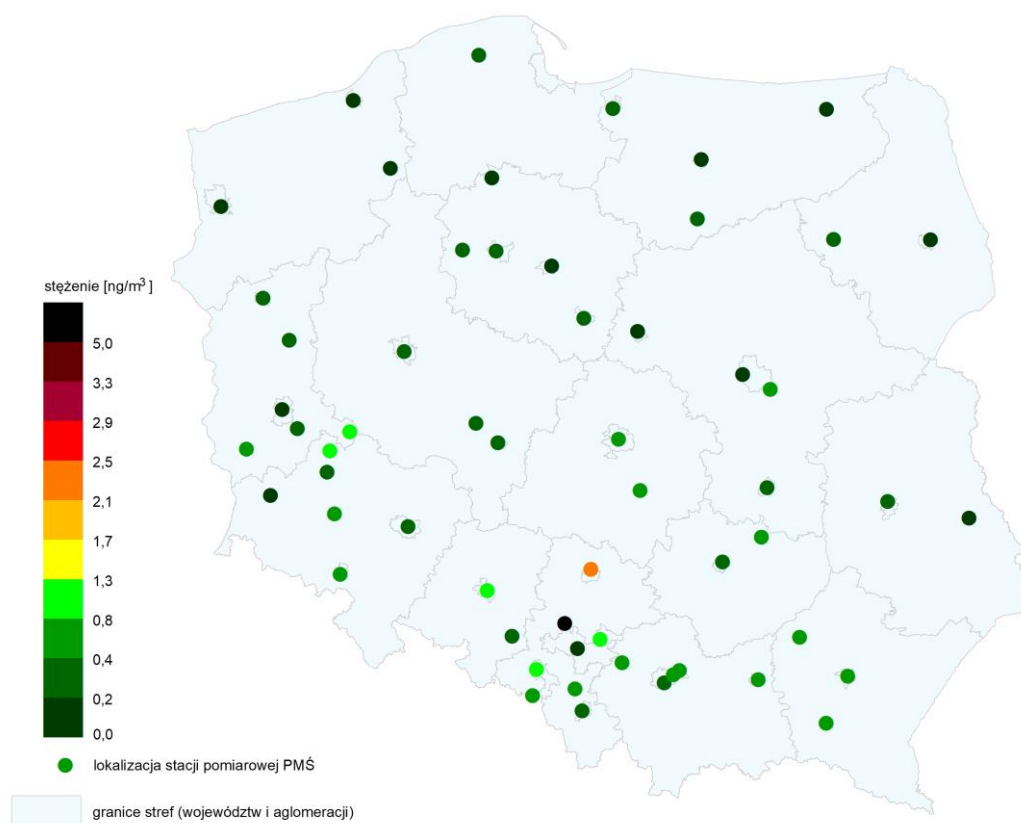
Obliczona wartość progowa (przy uwzględnieniu założeń identyfikacji epizodów opisanych w rozdziale 2) dla Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ występowania epizodu wynosząca 0,52 ng/m³ pokazała, że w 2023 r. wystąpił jeden okres podwyższonych stężeń który miał miejsce na przełomie lutego i marca (Tab. 10-5).

Epizod trwał 7 dni, a próg epizodu był przekroczony na 16 stacjach, zlokalizowanych w województwach śląskim (na 1 stacji ponad 20-krotnie), opolskim, lubuskim, dolnośląskim, podkarpackim i małopolskim (Rys. 10-7).

Tab. 10-5. Charakterystyka epizodu wysokich stężeń kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2023 roku

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

Epizod			Stężenie S24 podczas epizodu [ng/m ³]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu (0,52 ng/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2023-02-27 do 2023-03-05	7	16	0,03	0,62	11,57



Rys. 10-7. Stężenia średnie kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w okresie epizodu wysokich stężeń (27.02-05.03.2023)

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

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 2023 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2022. 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/m³]}	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 2023 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 59 stanowisk pomiarowych, w tym 52 stacji tła miejskiego, 3 podmiejskich i 4 pozamiejskich (Rys. 11-1).

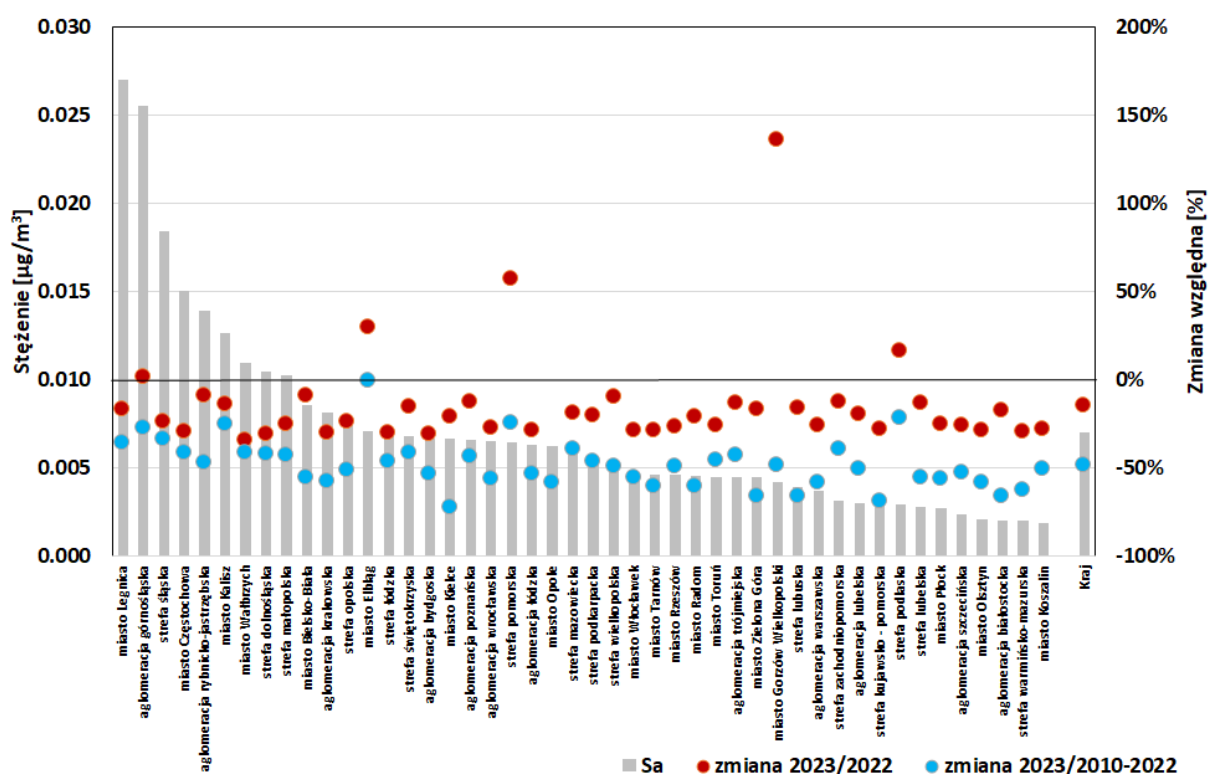


Rys. 11-1. Stacje pomiarowe ołowiu Pb w pyłe zawieszonym PM10 w 2023 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

11.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla ołowiu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2023 roku dla wartości średnich rocznych w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i w okresie 2010-2022. Przedstawiono również relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji.

Stężenie średnie roczne Pb w pyłe zawieszonym PM₁₀ uśrednione na obszarze kraju wyniosło w 2023 roku 0,007 µg/m³. Największą wartość średnią roczną wynoszącą 0,027 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 2023 roku na żadnej z 59 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 miasta Koszalin i Olsztyna, strefy warmińsko-mazurskiej oraz aglomeracji białostockiej i szczecińskiej (Rys. 11-2 i Tab. 11-2). Różnica pomiędzy wartością największą, a najmniejszą wyniosła 0,025 µg/m³.



Rys. 11-2. Stężenia średnie roczne ołowiu Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2023 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wieloletnia 2010-2022

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 2023 r. (stężenie średnie roczne Sa).

Kolorem **czzerwonym** zaznaczono wzrosty stężeń

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

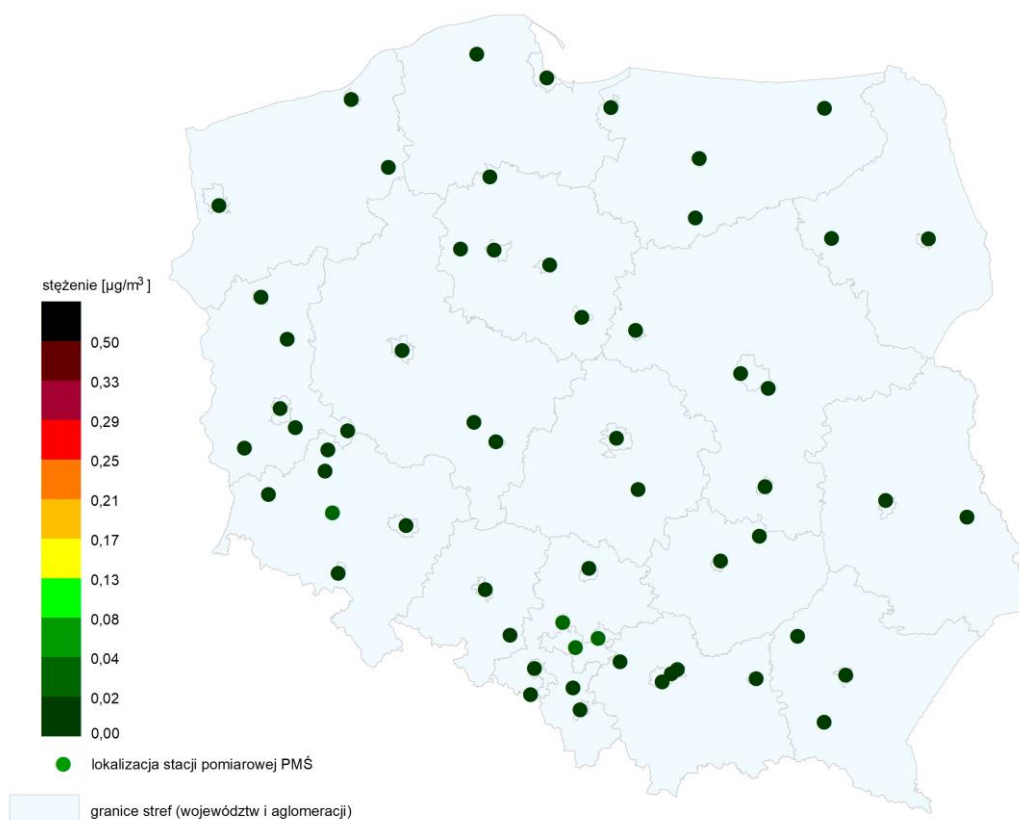
Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Min.	Śred.	Maks.	2023/ 2022	2023 / 2010-2022
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	1	0	0,007	0,007	0,007	-27,7%	-56,6%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1	0	0,027	0,027	0,027	-17,1%	-36,4%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1	0	0,011	0,011	0,011	-34,4%	-41,9%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	3	0	0,005	0,010	0,015	-31,3%	-42,1%
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	1	0	0,007	0,007	0,007	-31,2%	-53,6%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1	0	0,004	0,004	0,004	-26,3%	-46,2%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1	0	0,005	0,005	0,005	-29,3%	-55,9%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	2	0	0,001	0,003	0,005	-28,2%	-69,4%
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1	0	0,003	0,003	0,003	-19,9%	-50,9%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	1	0	0,003	0,003	0,003	-13,7%	-55,4%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1	0	0,004	0,004	0,004	135,6%	-48,8%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1	0	0,004	0,004	0,004	-16,9%	-66,2%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4	0	0,002	0,004	0,006	-16,5%	-66,0%
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	1	0	0,006	0,006	0,006	-29,3%	-53,6%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1	0	0,007	0,007	0,007	-30,8%	-46,3%
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	3	0	0,006	0,008	0,011	-30,5%	-57,9%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1	0	0,005	0,005	0,005	-29,2%	-60,3%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	1	0	0,010	0,010	0,010	-25,4%	-43,2%
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	1	0	0,004	0,004	0,004	-26,1%	-58,8%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1	0	0,003	0,003	0,003	-25,4%	-56,5%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1	0	0,004	0,004	0,004	-21,5%	-60,6%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	1	0	0,006	0,006	0,006	-19,0%	-39,8%
opolskie	PL1601	miasto Opole	1	0	0,006	0,006	0,006		-58,3%
opolskie	PL1602	strefa opolska	1	0	0,008	0,008	0,008	-23,8%	-51,3%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1	0	0,005	0,005	0,005	-26,8%	-49,1%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	2	0	0,005	0,006	0,006	-20,7%	-46,4%
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	1	0	0,002	0,002	0,002	-17,4%	-66,1%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1	0	0,003	0,003	0,003	15,8%	-22,2%
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	1	0	0,004	0,004	0,004	-13,2%	-43,1%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	1	0	0,006	0,006	0,006	56,9%	-24,7%
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	2	0	0,025	0,025	0,026	1,6%	-27,7%
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	1	0	0,014	0,014	0,014	-9,0%	-47,0%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1	0	0,009	0,009	0,009	-9,6%	-55,5%

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.	2023/ 2022	2023 / 2010-2022
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1	0	0,015	0,015	0,015	-29,8%	-41,6%
śląskie	PL2405	strefa śląska	3	0	0,012	0,018	0,032	-24,4%	-33,7%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1	0	0,007	0,007	0,007	-21,0%	-72,9%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1	0	0,007	0,007	0,007	-15,7%	-41,4%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1	0	0,002	0,002	0,002	-28,8%	-58,6%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1	0	0,007	0,007	0,007	29,6%	-0,9%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	2	0	0,001	0,002	0,003	-29,7%	-62,4%
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	1	0	0,007	0,007	0,007	-12,5%	-43,7%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1	0	0,013	0,013	0,013	-14,5%	-25,2%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	1	0	0,005	0,005	0,005	-9,9%	-49,4%
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	1	0	0,002	0,002	0,002	-25,9%	-53,2%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1	0	0,002	0,002	0,002	-28,3%	-50,7%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1	0	0,003	0,003	0,003	-13,0%	-39,4%
Kraj			59	0	0,001	0,007	0,032	-14,8%	-48,5%

W przypadku 15 stref na 45 poddanych analizie w 2023 roku (w strefie miasto Opole w 2022 roku nie były prowadzone pomiary metali ciężkich w pyłe zawieszonym PM10), średnie roczne stężenie ołowiu w pyłe zawieszonym PM10 było wyższe niż rok wcześniej. Największe wzrosty dotyczyły Gorzowa Wielkopolskiego (blisko 136%) oraz strefy pomorskiej (blisko 57%). W strefach, w których odnotowano spadek stężeń Pb różnice względne wyniosły od -0,2% w mieście Koszalin do -73,1% w strefie miasto Gorzów Wielkopolski. Tak duże zróżnicowanie wskazuje, że średnie zmiany w skali kraju z roku na rok były słabo zaznaczone na poziomie niecałych -3% (Rys. 11-2 i Tab. 11-2).

Porównanie średnich rocznych stężeń Pb w pyłe zawieszonym PM10 z 2023 roku oraz z okresu 2010-2022 pokazuje spadki we dla wszystkich stref, z wyjątkiem miasto Elbląga, gdzie stężenie w 2023 roku niższe od średniej z wielolecia zaledwie o niecały 1%. Znaczne spadki stężeń (ponad 60%) dotyczą 8 stref: miast Kielce, Zielona Góra, Radom i Tarnów, stref kujawsko-pomorskiej, lubuskiej i warmińsko-mazurskiej oraz aglomeracji białostockiej (Rys. 11-2 i Tab. 11-2).

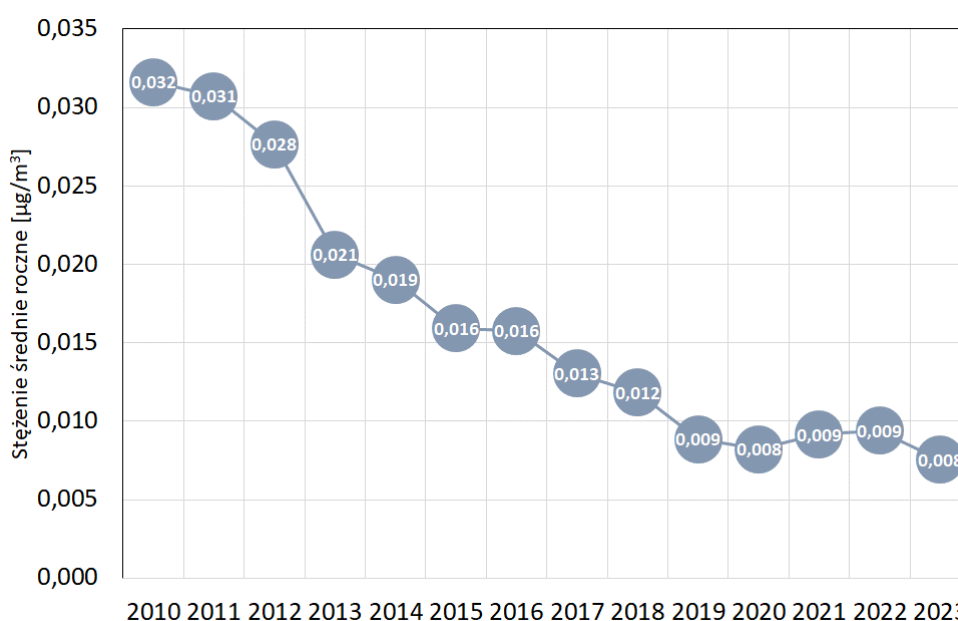
W 2023 roku średnie roczne stężenia Pb w pyłe zawieszonym PM10 osiągnęły największe wartości na stacjach w województwach dolnośląskim i śląskim. Na pozostałych stacjach stężenia były niskie i pomiędzy stacjami niewiele się różniły (Rys. 11-3).



Rys. 11-3. Stężenia średnie roczne ołowiu Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 na stacjach pomiarowych w 2023 r.

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

Stężenia średnie roczne ołowiu w pyle zawieszonym PM10 uśrednione w skali kraju na podstawie wartości uzyskanych ze wszystkich stacji pomiarowych funkcjonujących w danym roku wykazują w okresie 2010-2023 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 2019-2023 krajowe stężenia średnich rocznych były zbliżone do siebie (Rys. 11-4). Amplituda stężeń średnich rocznych w okresie 2010-2023 wyniosła 0,024 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Warto zaznaczyć, że w latach 2010-2013 pomiary stężenia metali ciężkich w pyle 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.



Rys. 11-4. Zmiany stężeń średnich rocznych Pb oznaczanego w pyle zawieszonym PM10 w Polsce w okresie 2010-2023

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

Najwyższe stężenia ołowiu w pyle zawieszonym PM10 były notowane na stacjach miejskich, a najniższe w przeważającej mierze na stacjach pozamiejskich (poza latami 2011 i 2012). 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 2023 roku zanotowano spadek stężeń Pb, szczególnie widoczny dla obszarów podmiejskich (Tab. 11-3).

Tab. 11-3. Zmiany stężeń średnich rocznych ołowiu Pb oznaczanego w pyle zawieszonym PM10 w latach 2010-2023 z uwzględnieniem typów stacji

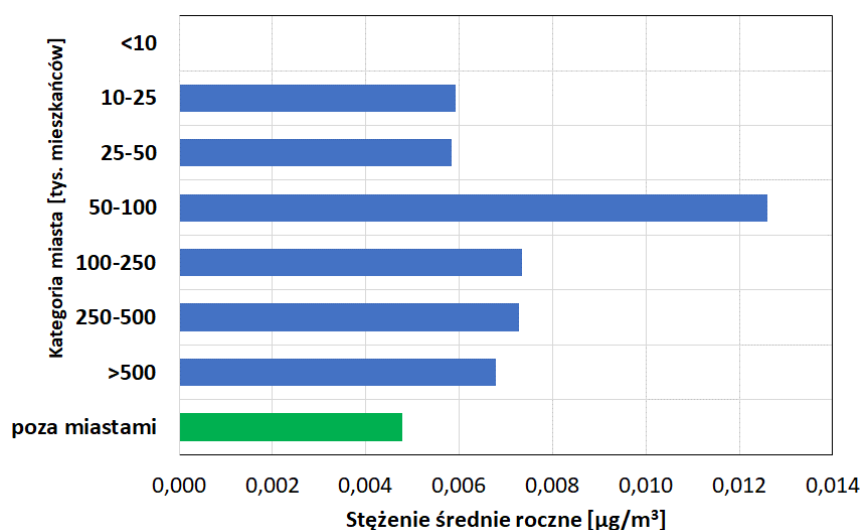
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Stężenie Sa [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
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
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
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

11.2. Jakość powietrza w miastach

Analiza średnich rocznych stężeń Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2023 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 miasta z liczbą mieszkańców powyżej 100 tys. mieszkańców i nieco niższe dla miast w kategorii poniżej 50 tys. Miasta o najniższym stężeniu ołowiu w pyłe zawieszonym PM₁₀ to miasta liczące 25-50 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 2023 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 2023 r.

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

Średnie roczne stężenia Pb w pyłe zawieszonym PM₁₀ dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2023, jak wartości uśrednione dla kraju, z tym samym zastrzeżeniem dotyczącym mniejszej liczby stacji na początku omawianego wielolecia. Największe 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 spadek stężeń w 2023 roku w stosunku do roku poprzedniego dla wszystkich typów miast, najwyższy dla aglomeracji z liczbą mieszkańców powyżej 0,5 mln oraz miast małych w przedziale 10-25 tys. mieszkańców i średnich 50-100 tys. (Tab. 11-4).

Tab. 11-4. Zmiany stężeń średnich rocznych Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 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 [ng/m ³]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
>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
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
100-250	0,039	0,031	0,031	0,019	0,019	0,015	0,016	0,012	0,010	0,008	0,007	0,008	0,009	0,007
50-100	0,052	0,043	0,022	0,024	0,021	0,020	0,018	0,016	0,015	0,011	0,012	0,012	0,016	0,013
25-50	0,031	0,025	0,023	0,023	0,019	0,015	0,016	0,013	0,011	0,008	0,008	0,009	0,006	0,006
10-25	0,023	0,039	0,038	0,016	0,024	0,018	0,017	0,015	0,015	0,011	0,008	0,011	0,009	0,006
<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

11.3. Epizody wysokich stężeń

Na rysunku 11-6 przedstawiono przebieg dobowych stężeń ołowiu w pyłe zawieszonym PM10 w 2023 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 0,015 µg/m³ przyjęta dla identyfikacji epizodu wysokiego stężenia (próg epizodu) została przekroczona w dwóch okresach (Tab. 11-5).

Tab. 11-5. Charakterystyka epizodów wysokich stężeń Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2023 roku

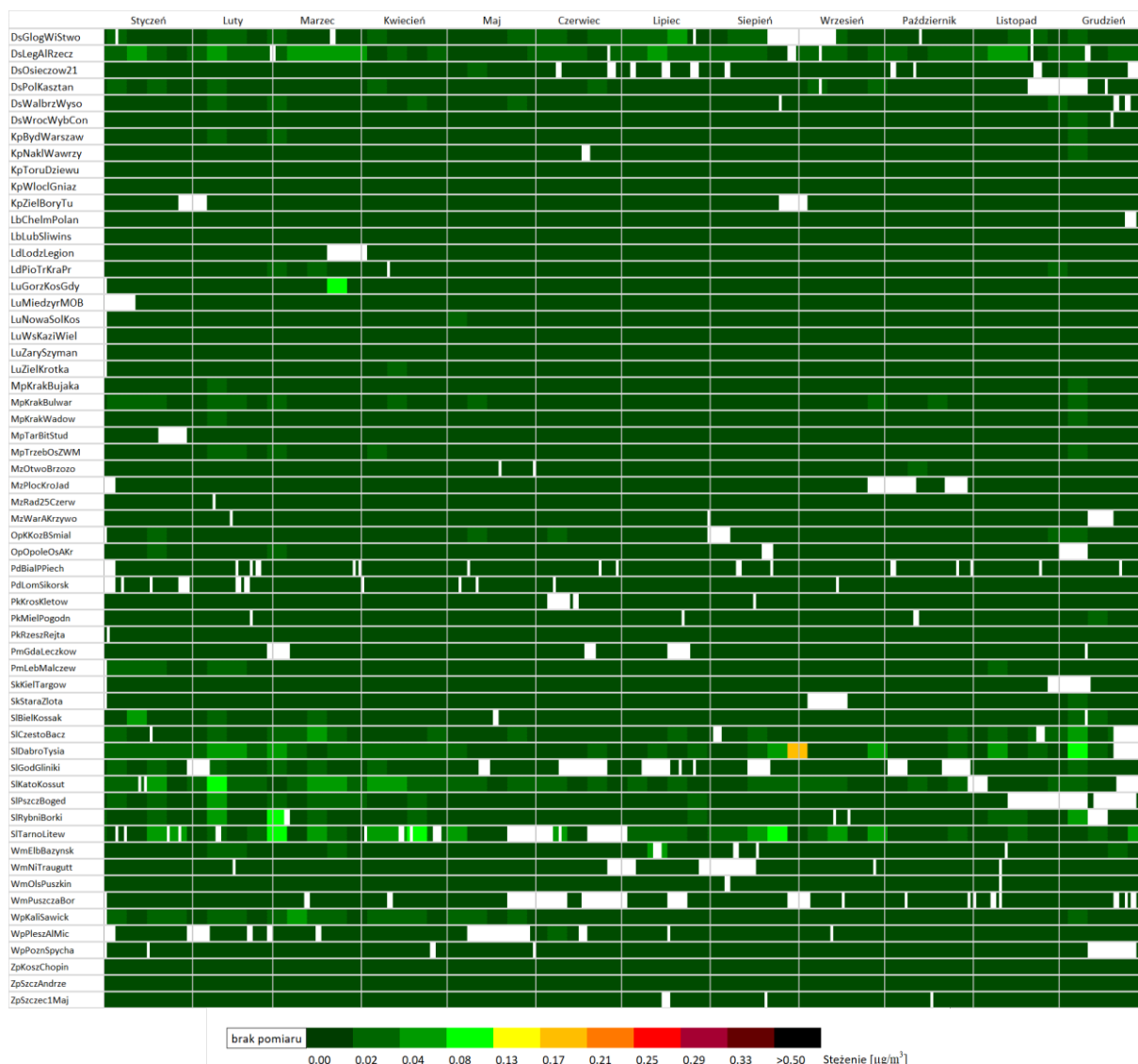
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

Epizod			Stężenie średnie dobowe podczas epizodu [µg/m ³]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu (0,015 µg/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2023-02-06 do 2023-02-12	7	23	0,002	0,017	0,095
2	od 2023-12-04 do 2023-12-10	7	20	0,003	0,017	0,086

Oba epizody, pomimo tego, że wystąpiły w różnych i odległych od siebie okresach, pod względem charakterystyki były zbliżone do siebie, zarówno czasem trwania (7 dni), jak i stężeniem średnim i zbliżoną liczbą stacji, na których prób epizodu był przekroczony. W obu przypadkach zasięg epizodów ograniczył się do województw południowych, tj. dolnośląskiego, opolskiego, śląskiego i małopolskiego.

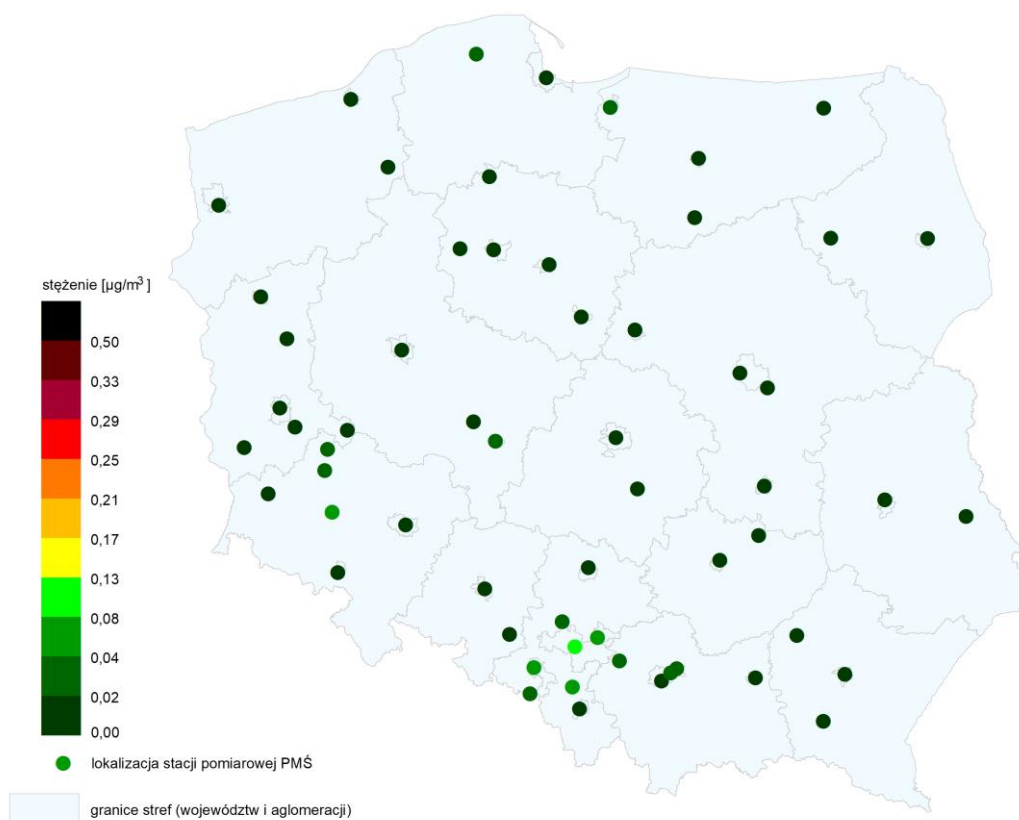
Pierwszy epizod miał miejsce w lutym, gdzie wysokie stężenia Pb w pyłe zawieszonym PM10 przekraczające wartość progową ponad 2-krotnie wystąpiły na stacjach pomiarowych zlokalizowanych w województwie śląskim oraz pojedynczych stacjach w województwach dolnośląskim i małopolskim (Rys. 11-7).

W przypadku drugiego epizodu epizod który wystąpił w grudniu, a wysokie stężenia Pb przekraczające wartość progową ponad 2-krotnie wystąpiły na stacjach pomiarowych zlokalizowanych w województwie śląskim oraz jednej stacji w województwie dolnośląskim (Rys. 11-8).



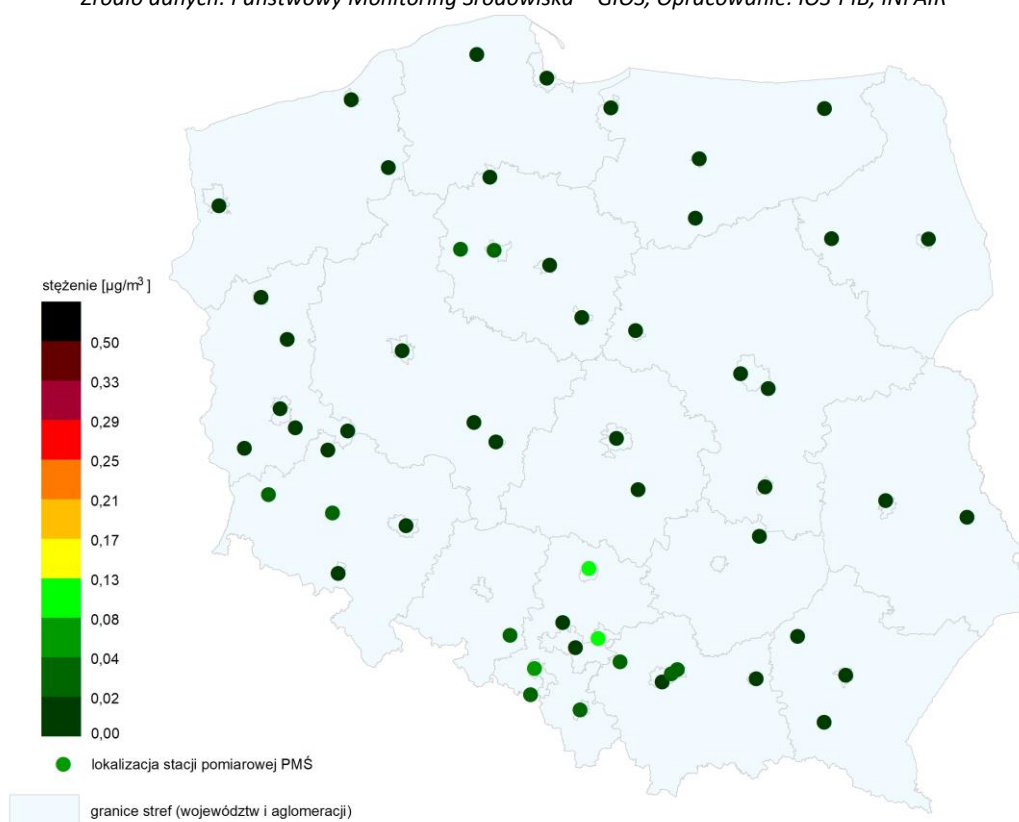
Rys. 11-6. Zmiany stężeń średnich dobowych ołowiu Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2023 r.

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 (06-12.02.2023)

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 (04-10.12.2023)

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 2023 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. 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.



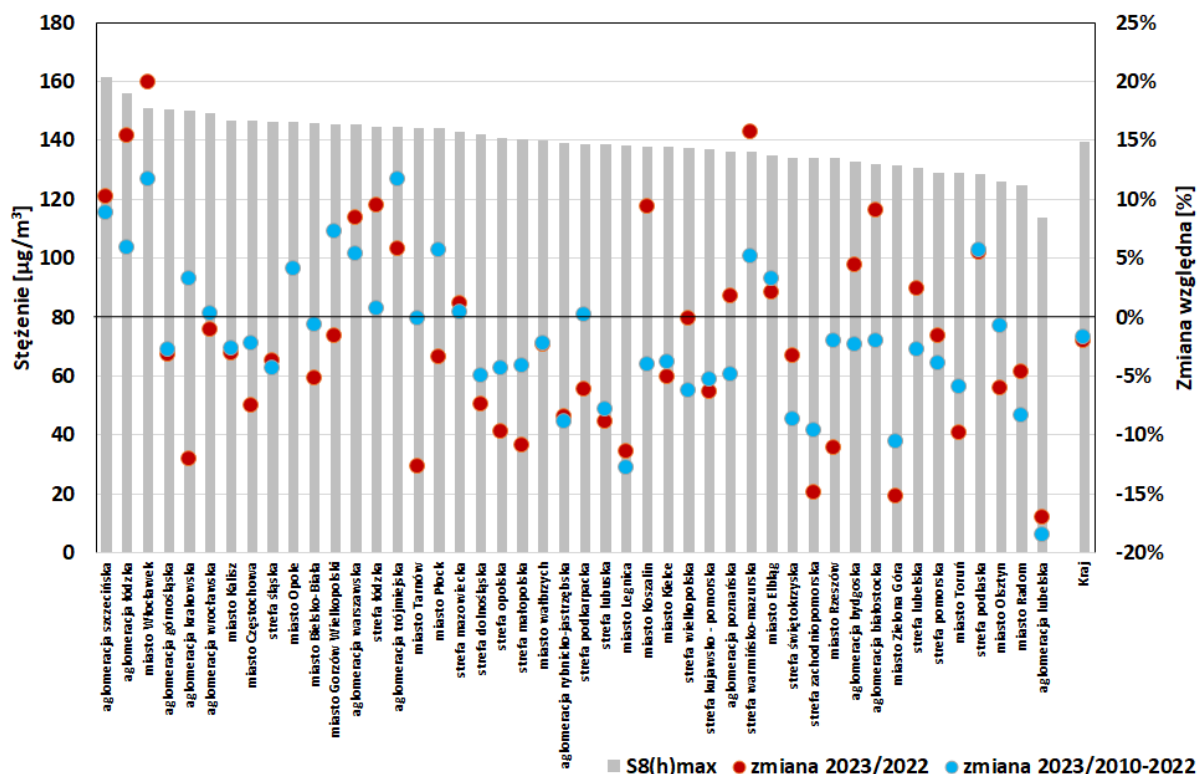
Rys. 12-1. Stacje pomiarowe ozonu O₃ w 2023 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Ocenę zanieczyszczenia powietrza ozonem w 2023 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 100 stanowisk pomiarowych, w tym 65 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 2023 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 2010-2023. Ponadto przedstawiono relacje pomiędzy występującymi stężeniami na różnych typach stacji i w miastach o różnej liczbie ludności.

Maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich kroczących O_3 uśrednione na obszarze kraju z wartości średnich dla stref, wyniosło w 2023 roku $139,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Największe wartości średnie $S8h(k)\text{max}$, przekraczające $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, odnotowano w aglomeracjach szczecińskiej, łódzkiej, górnośląskiej i krakowskiej oraz mieście Włocławek, zaś najmniejszą aglomeracji lubelskiej (Rys. 12-2, Tab. 12-2). W przypadku 15 stref (w strefie miasto Opole nie prowadzono pomiarów O_3 w 2022 roku) zanotowano wzrost wartości $S8h(k)\text{max}$ w 2023 roku stosunku do roku poprzedniego, największy ponad 15% w mieście Włocławek, strefa warmińsko-mazurskiej oraz aglomeracji łódzkiej. W przypadku pozostałych 30 stref, maksymalne dobowe stężenia 8-godz. spośród średnich kroczących spadły w 2023 roku, najbardziej w Opolu (-17,0%) - Rys. 12-2 i Tab. 12-2.



Rys. 12-2. Maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w 2023 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2022

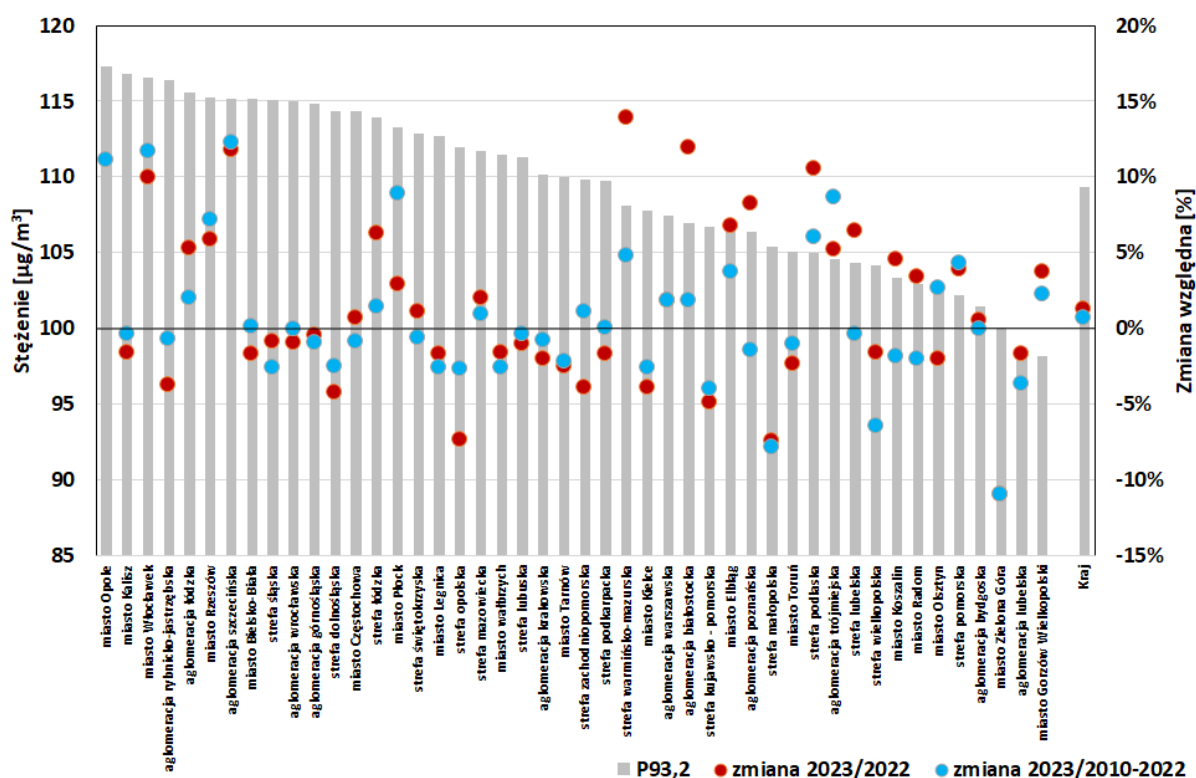
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Odnosząc wartości $S_{8h(k)max}$ z 2023 r. do średnich z okresu 2010-2022 można zauważyć spadek stężeń O_3 na obszarach 34 stref, największy w aglomeracji lubelskiej (-18,6%). Wśród pozostałych 12 stref dla których odnotowano wyższą wartość w 2023 roku niż średnia z wielolecia, najwyższy wzrost (przekraczający 10%) dotyczył miasta Włocławek oraz aglomeracji trójmiejskiej (Rys. 12-2 i Tab. 12-2).

Przekroczenie poziomu celu długoterminowego zanotowano na praktycznie wszystkich stanowiskach (99 spośród 100 analizowanych) - Tab. 12-2.

Uśredniona wartość percentyla 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich krocących O_3 (poziom docelowy) w 2023 roku na obszarze kraju z wartości uzyskanych w poszczególnych strefach wyniosła 109,3 $\mu g/m^3$. Różnice stężeń pomiędzy strefami nie były duże. Największe wartości średnie percentyla 93,2 nie przekroczyły 120 $\mu g/m^3$. Najwyższe wartości percentyla 93,2 przekraczające 116 $\mu g/m^3$, uzyskano dla miast Opole, Kalisz i Włocławek oraz aglomeracji rybnicko-jastrzębskiej, zaś najniższe (poniżej 100 $\mu g/m^3$) Gorzowie Wielkopolskim i aglomeracji lubelskiej (Rys. 12-2, Tab. 12-3).

W przypadku 22 stref na 45 analizowanych (w strefie miasto Opole nie prowadzono pomiarów O_3 w 2022 roku) zanotowano wzrosty wartości percentyla 93,2, największe przekraczające 10%, w strefie warmińsko-mazurskiej i podlaskiej oraz w aglomeracjach białostockiej i szczecińskiej. W przypadku pozostałych 23 stref, stężenia percentyla 93,2 spadły, a najbardziej widoczny spadek, przekraczający 10% dotyczył miasta Zielona Góra (Tab. 12-3).



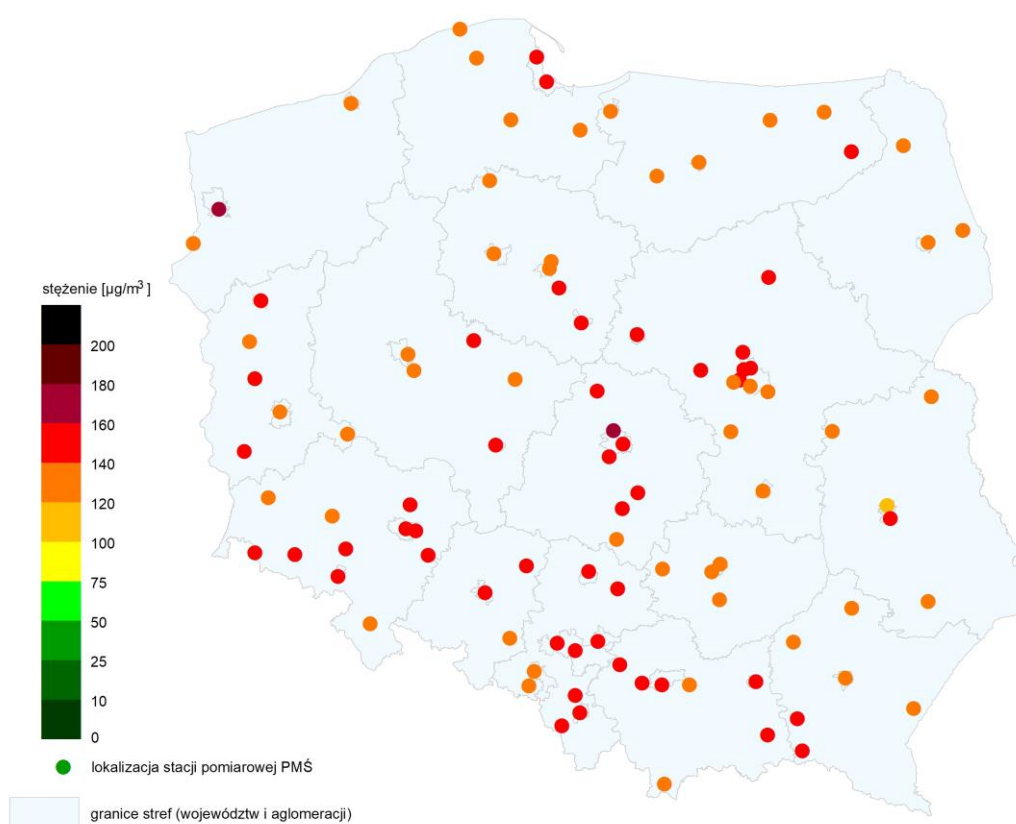
Rys. 12-3. Percentyl 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich krocących ozonu O_3 w 2023 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2022

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

Analizując wartość percentyla 93,2 w 2023 roku z uzyskaną średnią z okresu 2010-2022 można zauważyć spadek stężeń O_3 w 2023 roku na obszarach 26 z 46 rozważanych stref, najbardziej widoczny w przypadku miasta Zielona Góra. Obserwowane wzrosty dotyczyły 20 stref, a najwyższe, przekraczające 10% wystąpiły w aglomeracji szczecińskiej oraz miast Włocławek i Opole (Rys. 12-2 i Tab. 12-3).

Przekroczenie percentyla 93,2 zanotowano na 1 stacji w strefie dolnośląskiej na której 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 maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących O_3 , na poszczególnych stacjach w roku 2023 wykazuje, na niewielkie zróżnicowanie wartości na stacjach PMŚ. Wysokie wartości obserwowane były w każdej części kraju (Rys. 12-2 i 12-4).



Rys. 12-4. Maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 na stacjach pomiarowych w 2023 r.

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

Analiza zmian stężeń maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących O_3 w okresie 2010-2023 wykazała nieistotną statystycznie niewielką tendencję rosnącą przy znacznych wahaniami rocznych. W okresie 2020-2023 można mówić o wyraźnej tendencji rosnącej (Rys. 12-5). Amplituda maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących w okresie 2010-2023 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.

Tab. 12-2. Parametry jakości powietrza dla ozonu O₃ w 2023 r. (maksymalne stężenie średnie dobowe ze średnich kroczących S8h(k)max oraz SOMO35).

Kolorem **czzerwonym** 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.	2023/2022	2023 / 2010-2022	
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	2	2	149,0	149,2	149,3	-1,1%	0,3%	4705,7
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1	1	138,2	138,2	138,2	-11,4%	-12,8%	3977,2
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1	1	140,1	140,1	140,1	-2,4%	-2,2%	4240,6
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	7	7	134,9	142,2	152,1	-7,4%	-5,0%	5103,6
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	1	1	132,6	132,6	132,6	4,3%	-2,4%	2954,7
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1	1	128,8	128,8	128,8	-9,9%	-5,9%	3219,2
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1	1	151,0	151,0	151,0	19,9%	11,7%	5138,5
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	3	3	131,8	136,8	140,1	-6,4%	-5,4%	3584,0
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1		113,8	113,8	113,8	-17,0%	-18,6%	2849,6
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	4	4	123,1	130,4	145,4	2,4%	-2,8%	3399,0
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1	1	145,6	145,6	145,6	-1,7%	7,3%	2698,4
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1	1	131,6	131,6	131,6	-15,2%	-10,6%	2618,6
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4	4	124,2	138,5	148,8	-8,9%	-7,8%	4149,6
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	3	3	149,7	155,9	162,8	15,4%	5,9%	4821,1
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	4	4	139,6	144,8	148,6	9,5%	0,6%	4678,3
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	1	1	150,1	150,1	150,1	-12,0%	3,3%	3436,6
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1	1	144,3	144,3	144,3	-12,8%	-0,1%	3798,2
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	5	5	131,6	140,2	149,1	-10,9%	-4,1%	3694,4
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	4	4	137,6	145,4	153,1	8,4%	5,3%	3797,9
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1	1	144,2	144,2	144,2	-3,4%	5,6%	4562,8
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1	1	124,5	124,5	124,5	-4,7%	-8,4%	3028,8
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6	6	128,4	143,0	156,2	1,1%	0,3%	4584,6
opolskie	PL1601	miasto Opole	1	1	146,1	146,1	146,1		4,1%	4961,1
opolskie	PL1602	strefa opolska	2	2	139,4	140,6	141,7	-9,8%	-4,4%	4579,6
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1	1	133,9	133,9	133,9	-11,1%	-2,1%	4647,4
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	5	5	125,2	138,6	148,7	-6,2%	0,1%	4163,4
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	1	1	131,9	131,9	131,9	9,0%	-2,1%	3651,3
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	2	2	127,9	128,6	129,3	5,4%	5,6%	3809,3
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	2	2	143,5	144,6	145,7	5,7%	11,6%	3649,0
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	4	4	121,4	128,8	139,8	-1,7%	-4,0%	3172,9
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	3	3	144,4	150,5	158,3	-3,3%	-2,9%	4632,8
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	1	1	139,1	139,1	139,1	-8,5%	-8,9%	4943,1

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.	2023/2022	2023 / 2010-2022	
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1	1	146,0	146,0	146,0	-5,2%	-0,7%	5028,2
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1	1	146,5	146,5	146,5	-7,5%	-2,3%	4682,6
śląskie	PL2405	strefa śląska	4	4	139,9	146,3	151,0	-3,7%	-4,4%	4924,7
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1	1	137,6	137,6	137,6	-5,1%	-3,8%	3613,6
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	3	3	132,7	134,2	136,2	-3,3%	-8,8%	4532,0
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1	1	125,8	125,8	125,8	-6,0%	-0,8%	3205,8
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1	1	134,7	134,7	134,7	2,0%	3,2%	3844,3
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	4	4	131,0	135,9	141,0	15,7%	5,1%	4197,0
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	1	1	136,2	136,2	136,2	1,7%	-4,9%	3401,9
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1	1	146,7	146,7	146,7	-3,1%	-2,7%	4951,2
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	3	3	123,9	137,4	149,2	-0,1%	-6,3%	3309,0
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	1	1	161,4	161,4	161,4	10,2%	8,8%	5118,0
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1	1	137,8	137,8	137,8	9,3%	-4,0%	3605,6
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1	1	133,9	133,9	133,9	-15,0%	-9,7%	4238,7
Kraj			100	99	113,8	139,4	162,8	-2,1%	-1,7%	4041,4

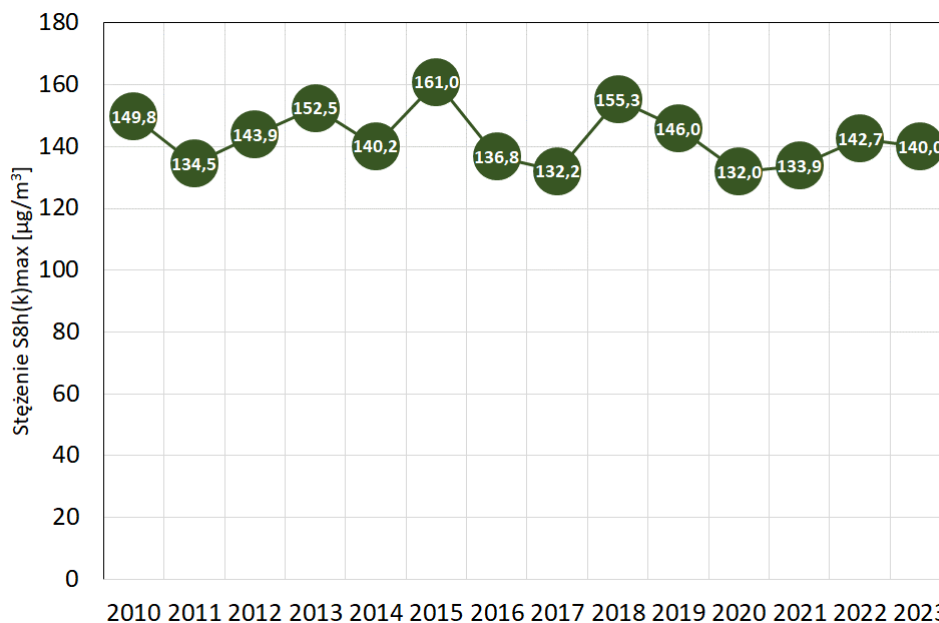
Tab. 12-3. Parametry jakości powietrza dla ozonu O₃ w 2023 r. (percentyl 93,2 z maksymalnych stężeń średnich dobowych ze średnich kroczących S8h(k)max).

Kolorem **czzerwonym** 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 [-] >120 µg/m³ w ciągu 3 lat		
			uwzględnionych w ocenie	z P93,2 > 120 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2023/2022	2023 / 2010-2022	Min.	Śred.	Maks.
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	2		113,9	115,0	116,1	-0,9%	-0,1%	16,5	17,3	18,0
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		112,7	112,7	112,7	-1,7%	-2,6%	12,3	12,3	12,3
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		111,4	111,4	111,4	-1,6%	-2,6%	7,3	7,3	7,3
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	7	1	108,7	114,3	127,6	-4,2%	-2,5%	13,3	18,0	26,3
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	1		101,5	101,5	101,5	0,5%	-0,1%	5,0	5,0	5,0
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		105,1	105,1	105,1	-2,3%	-1,0%	7,7	7,7	7,7
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		116,5	116,5	116,5	10,0%	11,7%	8,7	8,7	8,7
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	3		103,5	106,7	108,5	-4,9%	-4,0%	5,3	7,4	11,0
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1		98,8	98,8	98,8	-1,8%	-3,7%	2,5	2,5	2,5
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	4		99,5	104,3	108,8	6,4%	-0,4%	0,5	1,4	2,3
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		98,1	98,1	98,1	3,7%	2,2%	5,0	5,0	5,0
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		100,1	100,1	100,1	-11,0%	-11,0%	10,0	10,0	10,0

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie P93,2 [µg/m³]			Zmiana względna P93,2 [%]		Liczba dni [-] >120 µg/m³ w ciągu 3 lat		
			uwzględnionych w ocenie	z P93,2 > 120 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2023/ 2022	2023 / 2010-2022	Min.	Śred.	Maks.
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4		97,6	111,3	119,2	-1,0%	-0,4%	7,5	12,9	21,0
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	3		114,1	115,6	117,9	5,3%	2,0%	8,3	11,1	14,7
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	4		112,3	113,9	115,6	6,3%	1,4%	6,7	9,5	12,5
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	1		110,1	110,1	110,1	-2,0%	-0,8%	14,7	14,7	14,7
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		110,0	110,0	110,0	-2,6%	-2,2%	8,7	8,7	8,7
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	5		94,5	105,4	117,9	-7,4%	-7,9%	2,3	10,9	18,7
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	4		104,4	107,5	110,4	1,8%	1,8%	5,0	6,0	8,5
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		113,3	113,3	113,3	2,9%	8,9%	8,7	8,7	8,7
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		102,9	102,9	102,9	3,4%	-2,0%	3,0	3,0	3,0
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6		105,3	111,8	117,8	2,0%	0,9%	3,7	8,5	12,3
opolskie	PL1601	miasto Opole	1		117,3	117,3	117,3		11,1%	19,0	19,0	19,0
opolskie	PL1602	strefa opolska	2		111,7	112,0	112,2	-7,4%	-2,7%	14,7	16,3	18,0
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		115,3	115,3	115,3	5,9%	7,2%	6,7	6,7	6,7
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	5		102,5	109,7	113,5	-1,7%	0,0%	3,0	7,3	10,3
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	1		107,0	107,0	107,0	11,9%	1,8%			
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	2		104,2	105,0	105,8	10,5%	6,0%	1,3	1,7	2,0
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	2		103,3	104,6	105,9	5,2%	8,6%	2,7	3,5	4,3
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	4		100,0	102,2	107,2	3,9%	4,3%	4,0	7,2	13,5
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	3		112,5	114,8	116,0	-0,4%	-1,0%	11,7	16,7	21,0
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	1		116,4	116,4	116,4	-3,7%	-0,7%	19,0	19,0	19,0
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		115,1	115,1	115,1	-1,7%	0,1%	14,7	14,7	14,7
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1		114,3	114,3	114,3	0,7%	-0,9%	13,3	13,3	13,3
śląskie	PL2405	strefa śląska	4		110,4	115,1	118,2	-0,9%	-2,6%	11,3	14,9	17,0
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1		107,8	107,8	107,8	-3,9%	-2,6%	4,7	4,7	4,7
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	3		110,9	112,8	115,7	1,1%	-0,7%	8,0	10,3	12,0
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		102,9	102,9	102,9	-2,0%	2,6%	5,0	5,0	5,0
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		106,6	106,6	106,6	6,8%	3,7%	4,3	4,3	4,3
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	4		104,1	108,1	112,2	13,9%	4,8%	2,0	4,7	7,0
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	1		106,4	106,4	106,4	8,2%	-1,5%	8,0	8,0	8,0
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		116,8	116,8	116,8	-1,6%	-0,4%	15,0	15,0	15,0
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	3		94,9	104,1	108,8	-1,7%	-6,5%	4,0	7,7	14,0
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	1		115,2	115,2	115,2	11,7%	12,2%	12,3	12,3	12,3
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		103,3	103,3	103,3	4,6%	-1,9%	7,5	7,5	7,5
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		109,8	109,8	109,8	-3,9%	1,1%	10,7	10,7	10,7
Kraj			100	1	94,5	109,3	127,6	1,2%	0,6%	0,5	9,5	26,3



Rys. 12-5. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w Polsce w okresie 2010-2023

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

Najwyższe stężenia maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących w okresie 2010-2023 były notowane na stacjach podmiejskich. W 2023 roku stężenia na stacjach miejskich i podmiejskich były praktycznie identyczne (Tab. 12-4).

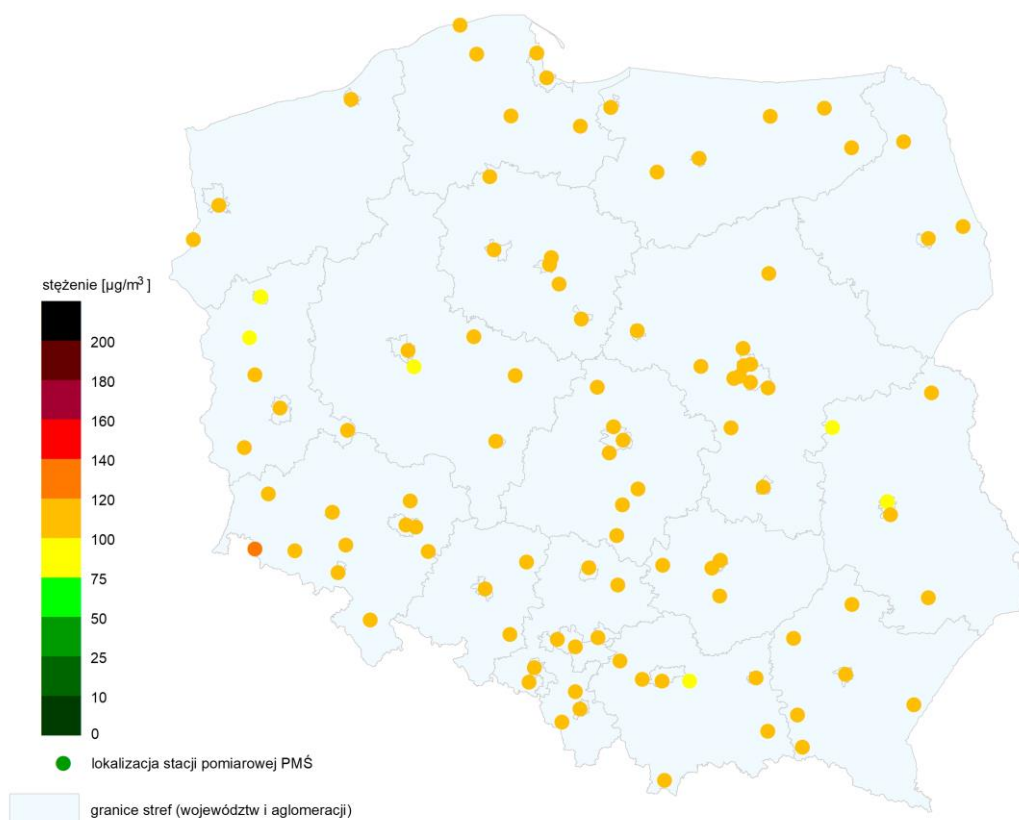
Tab. 12-4. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących O_3 w latach 2010-2023 z uwzględnieniem typów stacji

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

Typ stacji	Stężenie S8h(k)max [µg/m³]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
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
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
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

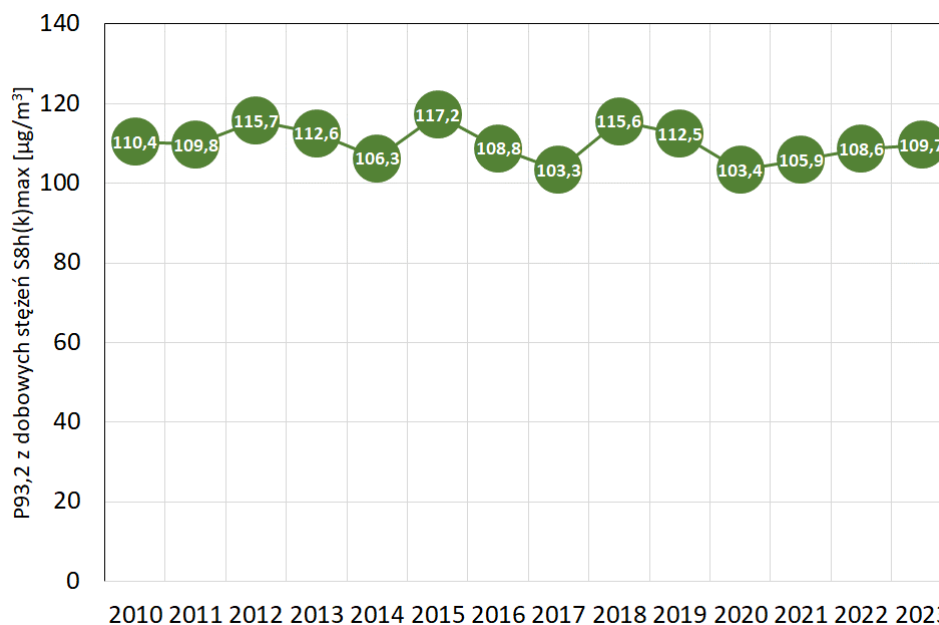
Rozkład percentyla 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących O_3 na poszczególnych stacjach w roku 2023 wykazuje na podobne zależności jak w przypadku parametru S8h(k)max, z zaznaczoną mniejszą zmiennością wartości pomiędzy stacjami (Rys. 12-3 i 12-6).

Zmiany wartości percentyla 93,2 obliczonego na podstawie maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących O_3 w okresie 2010-2023 wykazywały podobne zależności jak w przypadku maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących z nieistotnymi statystycznie wzrostami (Rys. 12-7). Amplituda percentyla 93,2 w okresie 2010-2023 była jednak niższa niż w przypadku S8h(k)max i wyniosła 13,9 µg/m³ przy zmiennej liczbie stacji, jak opisano wcześniej. Zależności w zakresie zmienności stężeń z uwzględnieniem typu stacji wskazują na wyższe wartości na stacjach pozamiejskich niż w miastach, przy czym różnice te w 2023 roku były bardzo niewielkie (Tab. 12-5).



Rys. 12-6. Percentyl 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 na stacjach pomiarowych w 202 r.

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



Rys. 12-7. Zmiany Percentyla 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w Polsce w okresie 2010-2023

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

Tab. 12-5. Zmiany percentyla 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w latach 2010-2023 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
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
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
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

Jednym ze wskaźników stosowanych do oceny zagrożenia dla zdrowia wynikającego z narażenia na O_3 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 opublikowanych w 2006 roku, jako wartości, poniżej której nie obserwuje się skutków zdrowotnych. Parametr SOMO35 uśredniony na obszarze kraju z wartości średnich dla stref wyniósł w 2023 roku $4041 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na dzień. Największe wartości SOMO35, przekraczające $5000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na dzień, odnotowano w strefach: miasto Włocławek, aglomeracja szczecińska, strefa dolnośląska oraz miasto Bielsko-Biała, zaś najmniejsze, nieprzekraczające $2700 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na dzień w miastach Zielona Góra i Gorzów Wielkopolski (Tab. 12-2). Analiza zmian parametru SOMO35 w okresie 2010-2023 wykazywała znacznie wyraźniej zarysowane zmiany niż w przypadku parametrów omawianych wcześniej, przy amplitudzie w wieloleciu wynoszącej $1900 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dzień (Rys. 12-8).



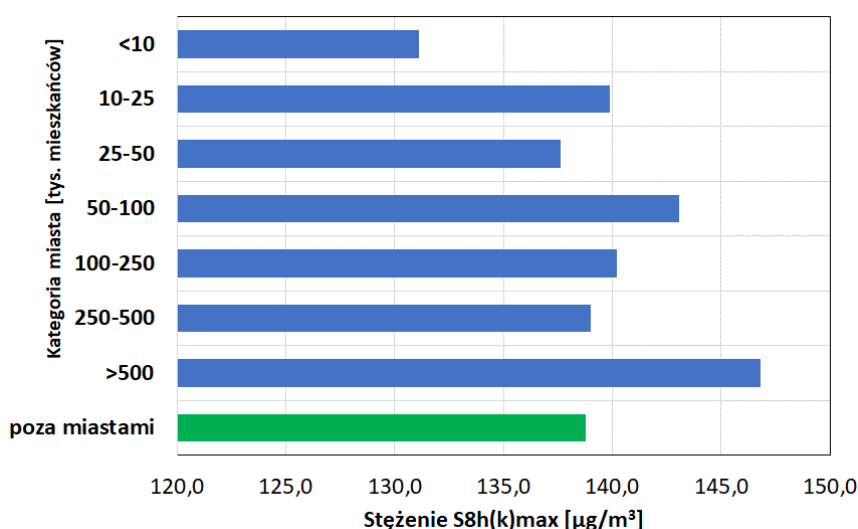
Rys. 12-8. Zmiany parametru SOMO35 dla ozonu O_3 w Polsce w okresie 2010-2023

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 2023 roku wykazała, że najniższe wartości obserwowano w najmniejszych miastach (o liczbie mieszkańców poniżej 10 tys.) oraz miastach małych (liczących 25-50 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 zmiany w okresie 2010-2023 (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 2023 r.

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

Tab. 12-6. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu (O_3) w latach 2010-2023 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

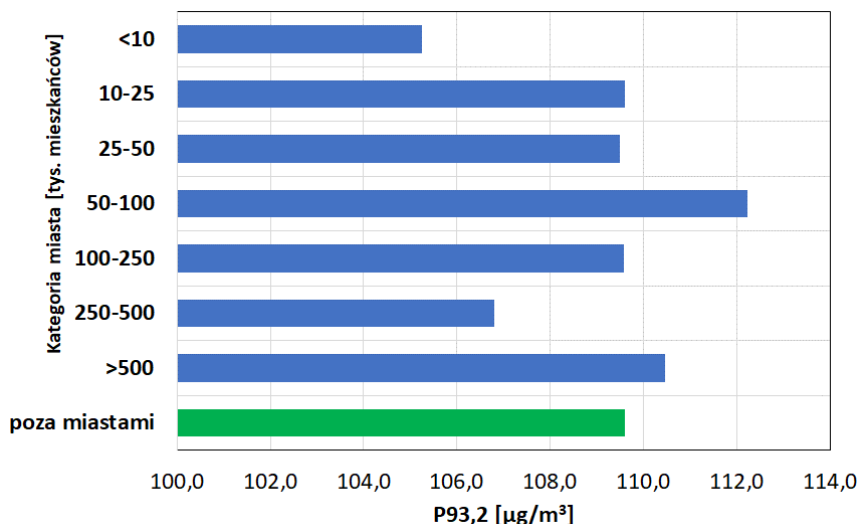
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GOS, Opracowanie: IOŚ-PiB, IN.Air

Kategoria miasta	Stężenie S8h(k)max [µg/m³]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
>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
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
100-250	154,5	131,7	148,6	156,7	135,4	158,6	135,8	129,4	153,6	145,2	130,4	133,7	145,3	140,2
50-100	147,3	135,4	125,9	147,4	144,8	166,5	137,5	137,0	157,4	147,4	132,5	133,4	139,6	143,1
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	137,6
10-25			145,1	145,1	142,8	161,5	131,3	126,1	156,3	141,2	129,2	131,8	143,8	139,9
<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
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

Nieco odmienne zależności dla 2023 roku uzyskano dla uśrednionych stężeń percentyla 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących O_3 dla miast w poszczególnych kategoriach liczebności populacji. Najwyższe wartości percentyla 93,2 obserwowano dla miast dużych (50-100 tys. mieszkańców) oraz aglomeracje (ponad 0,5 mln mieszkańców). Bardzo podobne wyniki uzyskano dla miast z liczbą mieszkańców w przedziale 10-50 tys. mieszkańców oraz 100-250 tys. i na obszarach pozamiejskich. Najniższe wartości

obserwowane są w najmniejszych miastach z liczbą ludności nie przekraczającą 10 tys. mieszkańców (Rys. 12-10).

Średnie roczne stężenia percentyla 93,2 dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały różną zmienność w okresie 2010-2023 (Tab. 12-7).



Rys. 12-10. Percentyl 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu (O_3) w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2023 r.

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

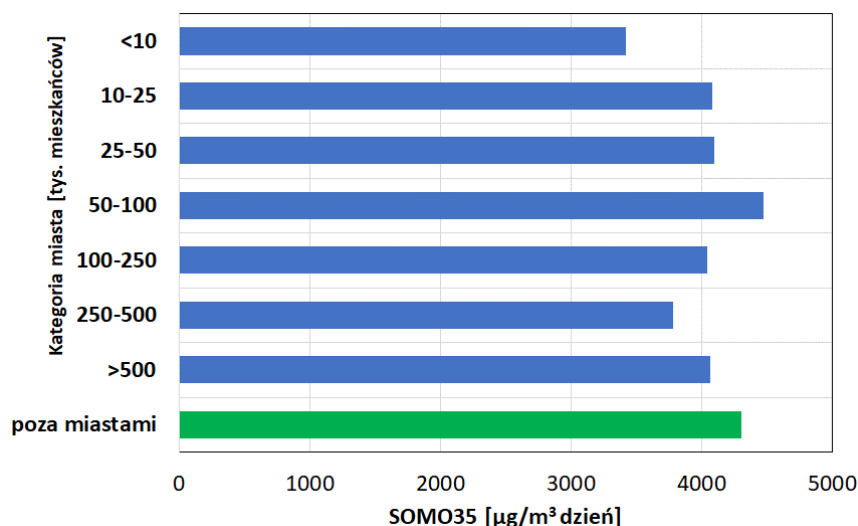
Tab. 12-7. Zmiany percentyla 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w latach 2010-2023 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

Kategoria miasta	Stężenie percentyla 93,2 [µg/m³]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
>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
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
100-250	112,2	109,3	117,7	111,6	105,2	116,4	106,5	101,2	113,3	111,3	103,3	105,6	108,4	109,6
50-100	109,2	106,7	106,1	110,7	108,4	119,1	109,8	106,6	118,0	114,4	103,5	105,3	107,6	112,2
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	109,5
10-25			123,8	116,7	108,7	118,7	107,1	100,9	116,1	112,9	102,2	105,4	110,2	109,6
<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
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

W przypadku parametru SOMO35 w 2023 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 2010-2023 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 2023 r.

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

Tab. 12-8. Zmiany parametru SOMO35 dla ozonu O_3 w latach 2010-2023 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

Kategoria miasta	Stężenie SOMO35 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$ dzień]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
>500	2605	3202	3136	3310	2697	4110	3642	2683	5010	4195	3128	3461	3530	4072
250-500	3288	3019	4073	3938	2855	3551	2526	2311	3458	3229	2779	2311	2979	3781
100-250	3462	3886	4420	3740	3045	4206	3200	2710	4614	4116	3164	3297	3885	4046
50-100	3455	3361	2745	3767	3442	4747	3702	3510	5272	4617	3349	3152	3723	4473
25-50	3269	4880	5443	3753	3190	4440	3660	3082	4639	4109	2982	3227	3745	4099
10-25			6164	4555	3786	4679	3452	2825	5039	4430	3003	3211	3839	4088
<10			4955	4837	3492	4598	4386	3334	5593	4471	3378	3728	4338	3424
obszar poza miastami	4343	5327	4974	4638	3812	5146	4022	3765	5705	4781	3422	3663	4254	4306

12.3. Epizody wysokich stężeń

Przeprowadzona analiza rozkładów maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich krocących wykazała, że w 2023 r. epizody wysokich stężeń dla O_3 nie wystąpiły, co potwierdza przedstawiony rozkład dobowych zmienności (Rys 12-12). Na rysunku tym pokazano przebieg maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich krocących w 2023 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.

Analiza wykazała, że w 2023 roku nie wystąpiły okresy w których przekraczane były stężenia wyższe 2-krotnie od wartości średniej w roku. Występują natomiast dwa okresy 4 dniowe podwyższonych stężeń, przekraczających 150% wartości średniej krajowej parametru $S8h(k)_{max}$. Okresy podwyższonych stężeń wystąpiły na początku i na końcu lata, w miesiącach czerwcu oraz we wrześniu (Tab. 12-9).

Tab. 12-9. Charakterystyka epizodu wysokich stężeń ozonu O₃ w 2023 roku

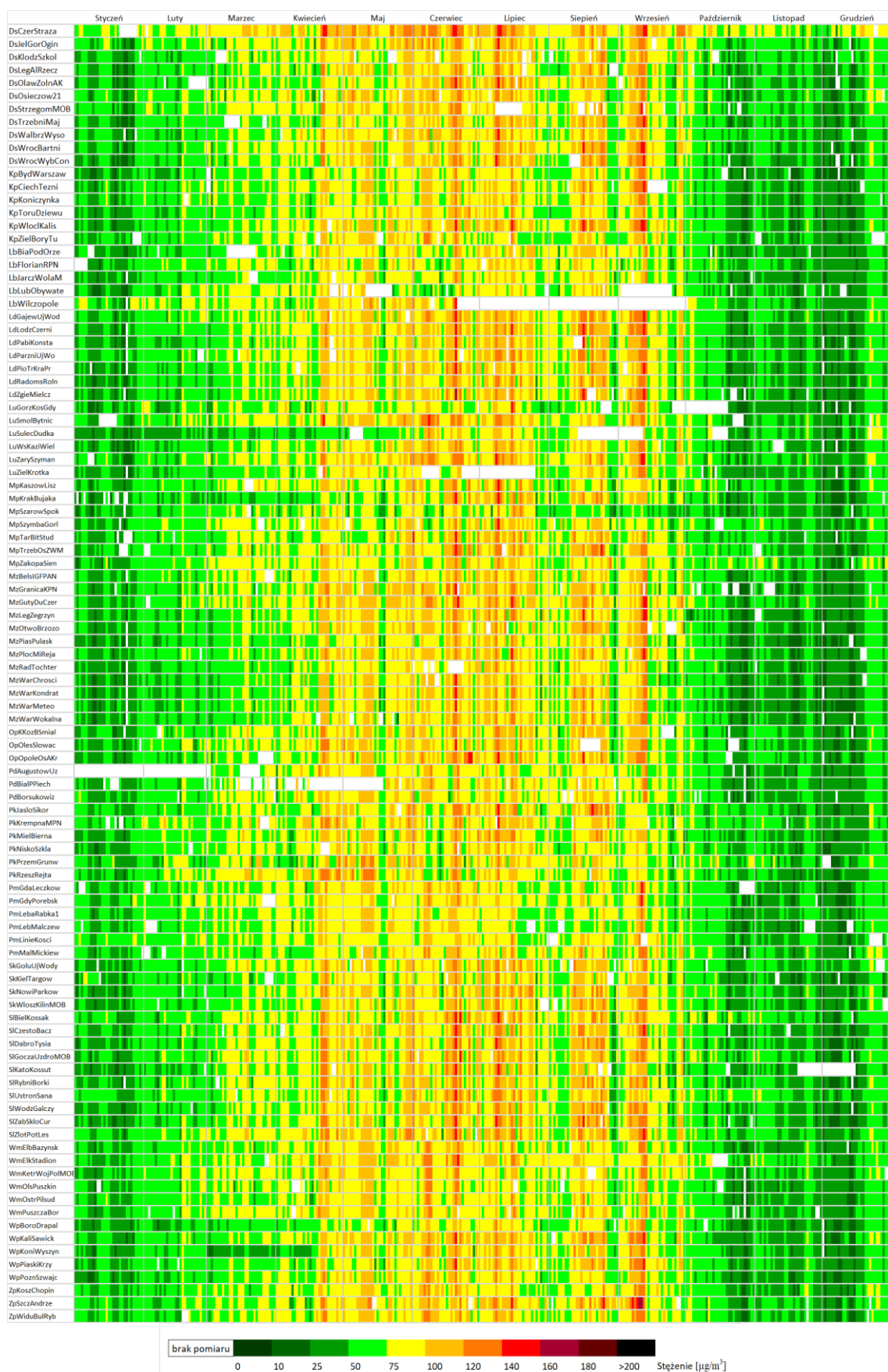
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

Epizod podwyższonych stężeń			Stężenie S8h(k)max podczas epizodu [µg/m ³]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu (108,0 µg/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2023-06-19 do 2023-06-22	4	84	66,18	117,60	162,83
2	od 2023-09-10 do 2023-09-13	4	79	60,47	117,82	161,39

Oba epizody, pomimo tego, że wystąpiły w różnych i odległych od siebie okresach, to pod względem charakterystyki były bardzo zbliżone do siebie, zarówno czasem trwania (4 dni), jak i stężeniami minimalnymi, średnimi i maksymalnymi.

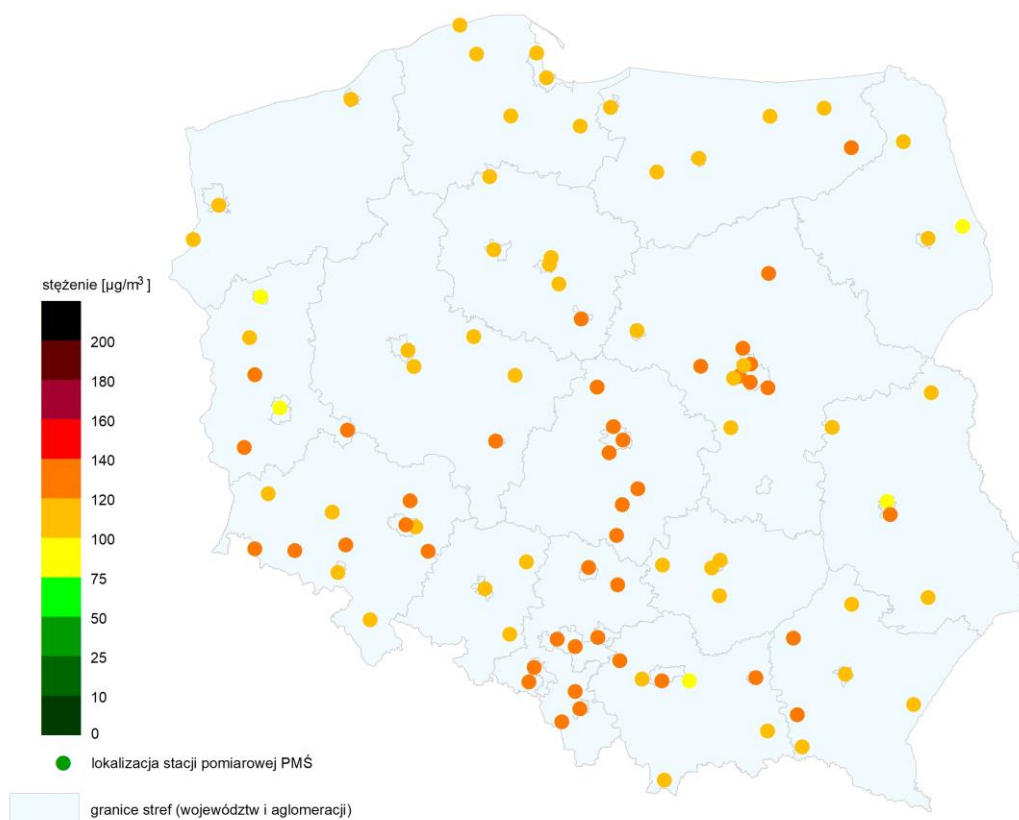
Podczas pierwszego epizodu, który miał miejsce w czerwcu, wysokie stężenia O₃ przekraczające wartość progową o ponad 20% wystąpiły na stacjach pomiarowych zlokalizowanych w województwach dolnośląskim, lubelskim, małopolskim, śląskim, mazowieckim i podkarpackim. Epizod objął swoim zasięgiem ponadto województwa lubuskie, łódzkie oraz nieznacznie kujawsko-pomorskie (Rys. 12-13).

Podczas drugiego epizodu, który miał miejsce we wrześniu, wysokie stężenia O₃ przekraczające wartość progową o ponad 20% wystąpiły na pojedynczych stacjach pomiarowych zlokalizowanych w województwach dolnośląskim, kujawsko-pomorskim i mazowieckim. Epizod objął swoim zasięgiem jednak znacznie większą część kraju (Rys. 12-14).



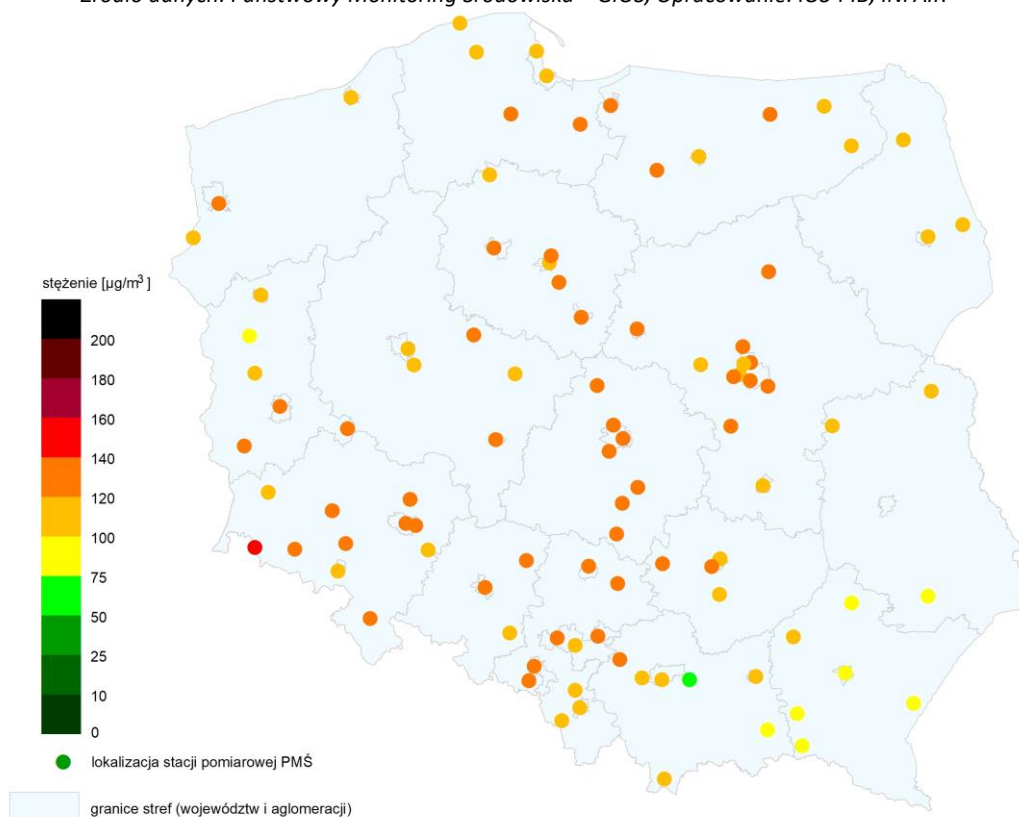
Rys. 12-12. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w 2023 r.

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



Rys. 12-13. Stężenia średnie z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w okresie epizodu wysokich stężeń (19-22.06.2023)

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



Rys. 12-14. Stężenia średnie z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w okresie epizodu wysokich stężeń (10-13.09.2023)

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

W 2023 roku przekroczenie wartości poziomu informowania wystąpiło na jednej stacji 2-krotnie w aglomeracji szczecińskiej w dniach 9 i 11 września.

12.4. Ocena jakości powietrza w skali kraju – ochrona roślin

W niniejszym rozdziale przedstawiono podsumowanie wyników pomiarów stężeń ozonu (O_3) na stacjach PMŚ w Polsce w 2023 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2023. 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.



Rys. 12-15. Stacje pomiarowe ozonu O_3 w 2023 r. uwzględnione w ocenie ochrony roślin
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

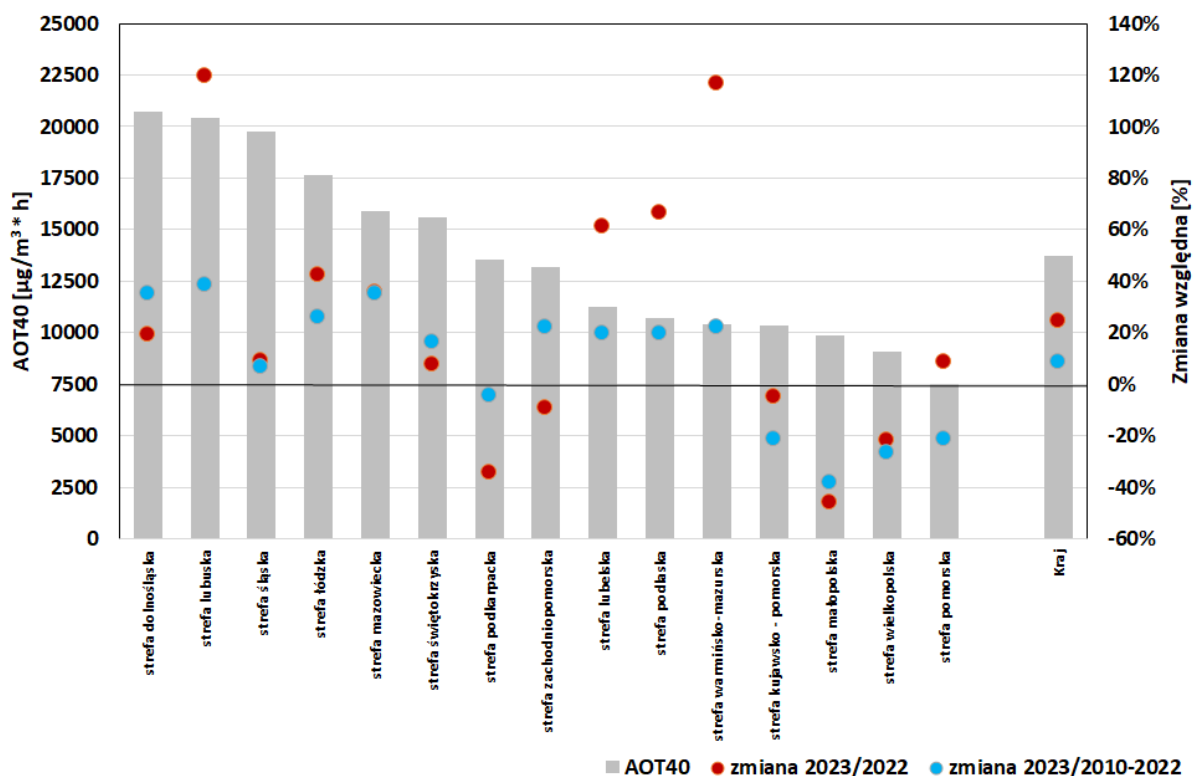
Pomiary jakości powietrza pod kątem kryterium ochrony roślin wykonuje się na stacjach zlokalizowanych poza miastami. W 2023 roku prowadzono na 29 stacjach, w tym 7 podmiejskich i 22 pozamiejskich (Rys. 12-15).

Poniżej przedstawiono wyniki analiz dla ozonu w 2023 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 2010-2023.

Parametr AOT40 (poziom celu długoterminowego) uśredniony na obszarze kraju z wartości średnich dla stref, wyniósł w 2023 roku 13723 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$. 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). W 10 strefach na 16, w których dokonuje się oceny z uwzględnieniem kryterium ochrony roślin zanotowano wzrosty wartości AOT40 w 2023 roku stosunku do roku poprzedniego, największe ponad 100% w strefach lubuskiej i warmińsko-mazurskiej (Rys. 12-16 i Tab. 12-12). W pozostałych 5 strefach stwierdzono spadek wartości AOT40, największy w strefie małopolskiej (blisko -46%).

Podobne zależności uzyskano odnosząc wartości AOT40 z 2023 roku do uśrednionej wartości z okresu 2010-2022, gdzie wzrost zanotowano w przypadku 10 stref, największy również w strefie lubuskiej (ponad 38%) oraz spadek dla 5 stref, największy dla strefy małopolskiej (-38%) - Rys. 12-14 i Tab. 12-1).

Przekroczenie poziomu celu długoterminowego w 2023 roku zanotowano dla 28 spośród 29 stanowisk pomiarowych (Tab. 12-12).



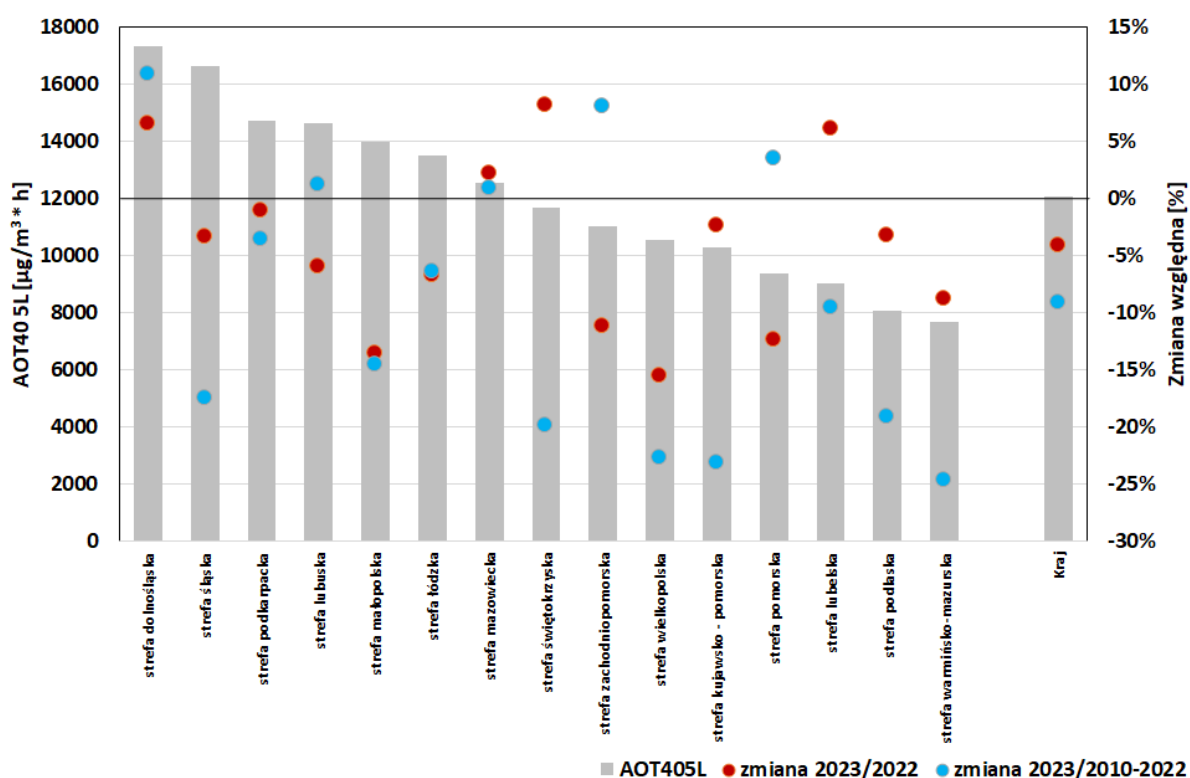
Rys. 12-16. Parametr AOT40 dla ozonu O_3 w 2023 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2022

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

Uśredniona z 5 lat wartość parametru AOT40 (poziom docelowy) dla ozonu na obszarze kraju z wartości średnich obliczonych dla stref, wyniosła w 2023 roku 12053 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$. 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 8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) w strefie warmińsko-mazurskiej (Rys. 12-17, Tab. 12-13). W przypadku 4 stref zanotowano wzrost wartości AOT40, największy dla strefy świętokrzyskiej (ponad 8%). Na obszarze pozostałych 11 stref wartości tego parametru były niższe od notowanych rok wcześniej i nie przekraczały -16% w strefie wielkopolskiej (Rys. 12-17, Tab. 12-13).

Analizując uśrednione z 5 lat wartości parametru AOT40 w 2023 roku z uzyskaną średnią z okresu 2010-2022 można zauważyć spadek stężeń O_3 na obszarach 11 stref. Najbardziej widoczne spadki (przekraczające 20%) dotyczyły stref warmińsko-mazurskiej, kujawsko – pomorskiej oraz wielkopolskiej. Obserwowane wzrosty dotyczyły 4 stref, najwyższy w strefie dolnośląskiej (blisko 11%) - Rys. 12-17, Tab. 12-13.

W 2023 roku nie zanotowano przekroczenia poziomu docelowego (uśrednionego z 5 lat parametru AOT40) na żadnej stacji w Polsce (Tab. 12-13).



Rys. 12-17. Uśredniony z 5 lat parametr AOT40 dla ozonu O_3 w 2023 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2022

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

Tab. 12-12. Parametry jakości powietrza dla ozonu O₃ w 2023 r. (AOT40). Kolorem **czzerwonym** zaznaczono wzrosty wskaźnika AOT40

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

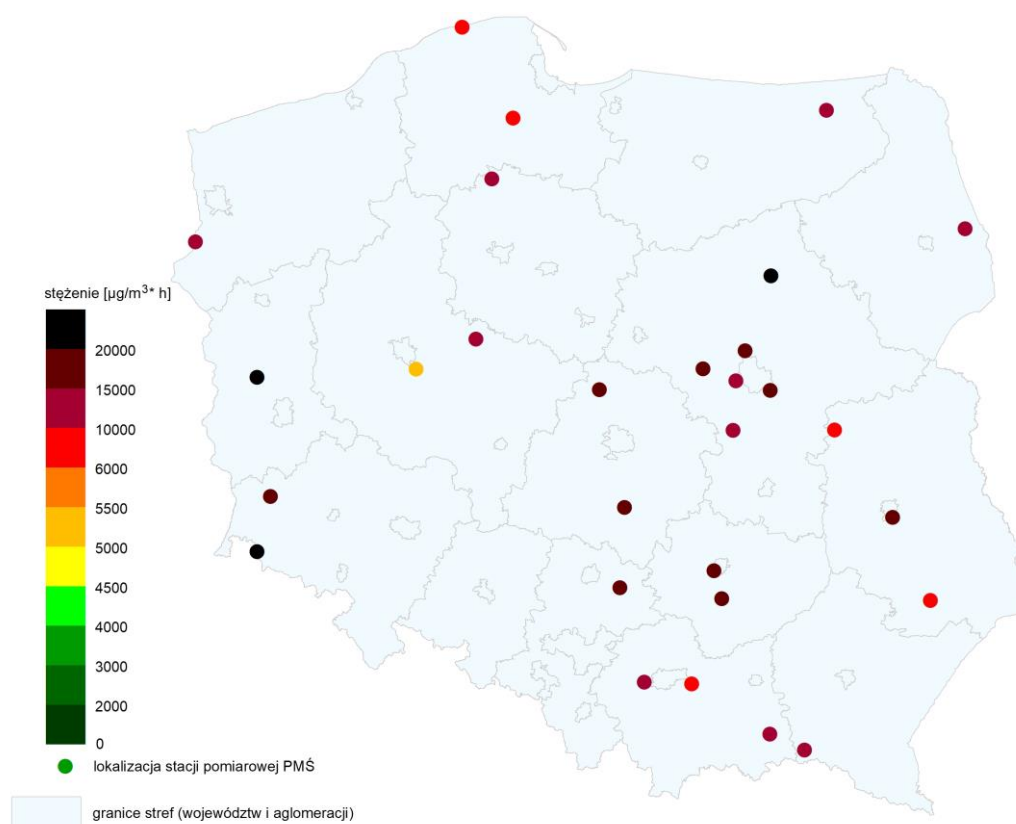
Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		AOT40 [µg/m ³ *h]			Zmiana względna AOT40 [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z AOT40 > 6 000 µg/m ³ *h	Min.	Śred.	Maks.	2023/2022	2023 / 2010-2022
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	2	2	16613	20707	24801	19,3%	35,3%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	1	1	10350	10350	10350	-5,2%	-21,5%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	3	3	7787	11257	16041	60,9%	19,8%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	1	1	20435	20435	20435	119,5%	38,4%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	2	2	16801	17619	18438	42,4%	25,7%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	3	3	6554	9843	12352	-45,9%	-38,0%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6	6	11487	15901	20835	35,6%	35,2%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	1	1	13527	13527	13527	-34,6%	-4,4%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1	1	10726	10726	10726	66,3%	19,5%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	2	2	7260	7494	7727	8,6%	-21,4%
śląskie	PL2405	strefa śląska	1	1	19727	19727	19727	8,9%	6,5%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	2	2	15209	15606	16003	7,4%	16,3%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	1	1	10399	10399	10399	116,6%	22,1%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	2	1	5440	9092	12744	-21,7%	-26,8%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1	1	13170	13170	13170	-9,1%	22,1%
Kraj			29	28	5440	13723	24801	24,6%	8,6%

Tab. 12-13. Parametry jakości powietrza dla ozonu O₃ w 2023 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 [µg/m ³ *h]			Zmiana względna AOT40 5L [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z AOT40 > 18 000 µg/m ³ *h	Min.	Śred.	Maks.	2023/2022	2023 / 2010-2022
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	2		17161	17310	17459	6,5%	10,9%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	1		10247	10247	10247	-2,4%	-23,2%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	3		4841	9010	12962	6,1%	-9,6%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	1		14597	14597	14597	-6,0%	1,2%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	2		13435	13502	13570	-6,8%	-6,4%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	3		12949	13981	15451	-13,6%	-14,6%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6		10818	12533	16537	2,1%	0,9%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	1		14706	14706	14706	-1,2%	-3,6%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1		8048	8048	8048	-3,3%	-19,1%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	2		8943	9336	9730	-12,4%	3,4%
śląskie	PL2405	strefa śląska	1		16631	16631	16631	-3,4%	-17,5%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	2		10426	11673	12920	8,1%	-19,9%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	1		7682	7682	7682	-8,8%	-24,7%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	2		8347	10546	12746	-15,6%	-22,8%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		10991	10991	10991	-11,2%	8,0%
Kraj			29	0	4841	12053	17459	-4,1%	-9,1%

Rozkład AOT40 dla ozonu na poszczególnych stacjach w roku 2023 wskazuje na niewielkie zróżnicowanie wartości na stacjach PMŚ. Niższe wartości obserwowane były na północy i wschodzie kraju, a najwyższe na zachodzie i w centrum (Rys. 12-18).

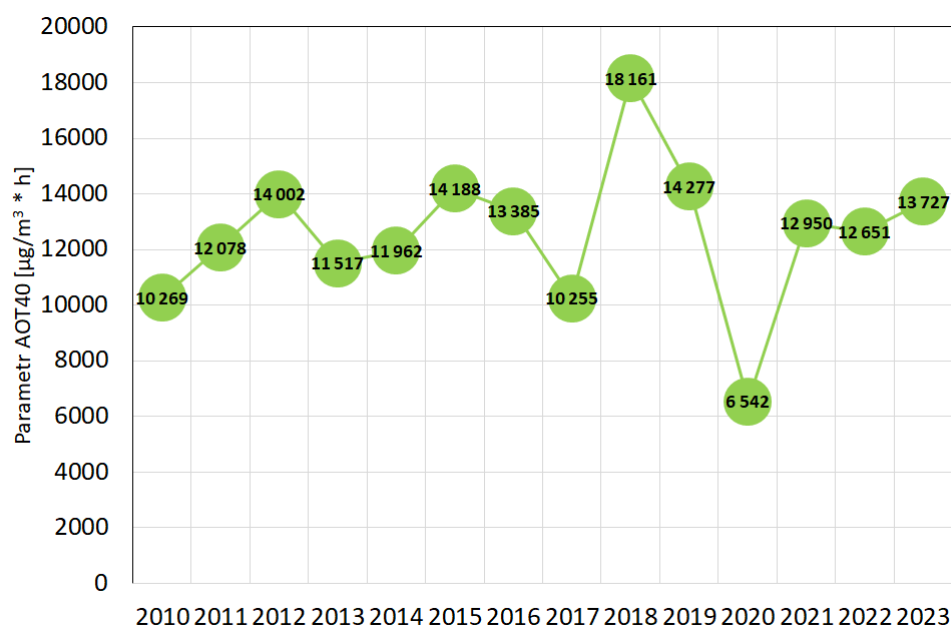


Rys. 12-18. Parametr AOT40 dla ozonu O_3 na stacjach pomiarowych w 2023 r.

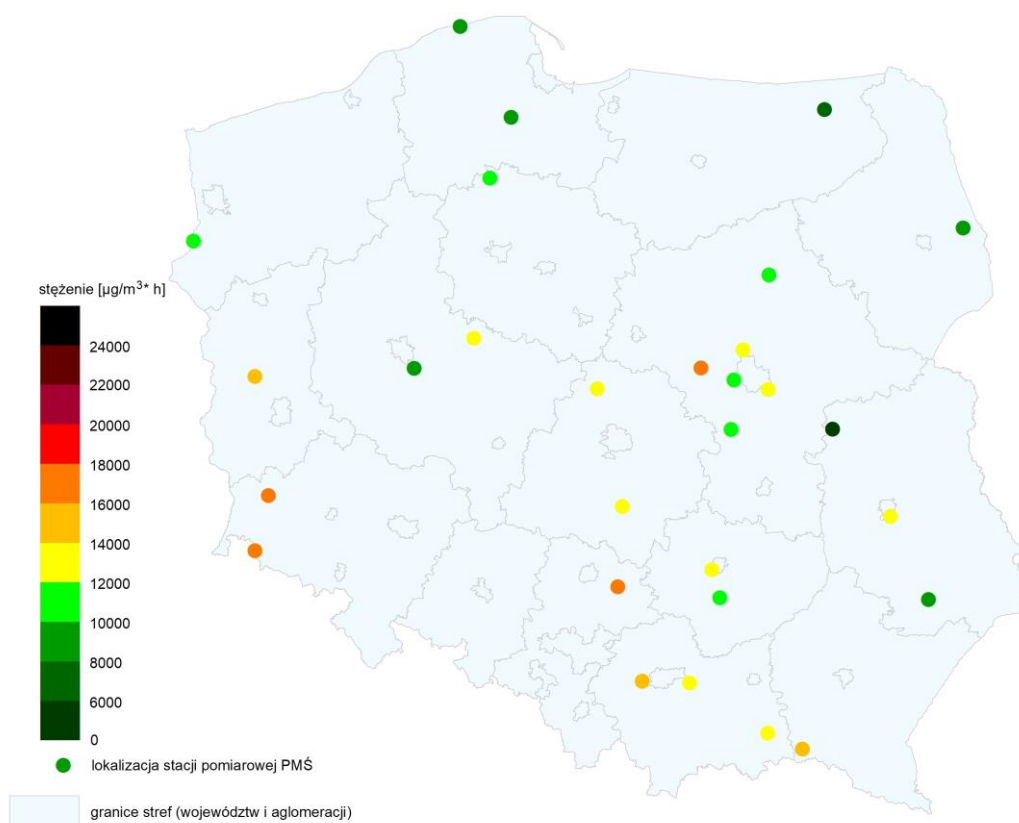
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Analiza zmian AOT40 w okresie 2010-2023 wskazała zauważalną nieistotną statystycznie tendencję rosnącą zaburzoną wahaniem w okresie 2017-2020. W ostatnich latach 2021-2023 wartości AOT40 ustabilizowały się na zbliżonym poziomie z tendencją niewielkich wzrostów (Rys. 12-19). Amplituda AOT40 w okresie 2010-2022 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 2023 wskazuje na podobne zależności, jak w przypadku parametru AOT40 z 2023 roku – wyższe wartości na południu i południowym zachodzie, a niższe na północy i wschodzie (Rys. 12-10).



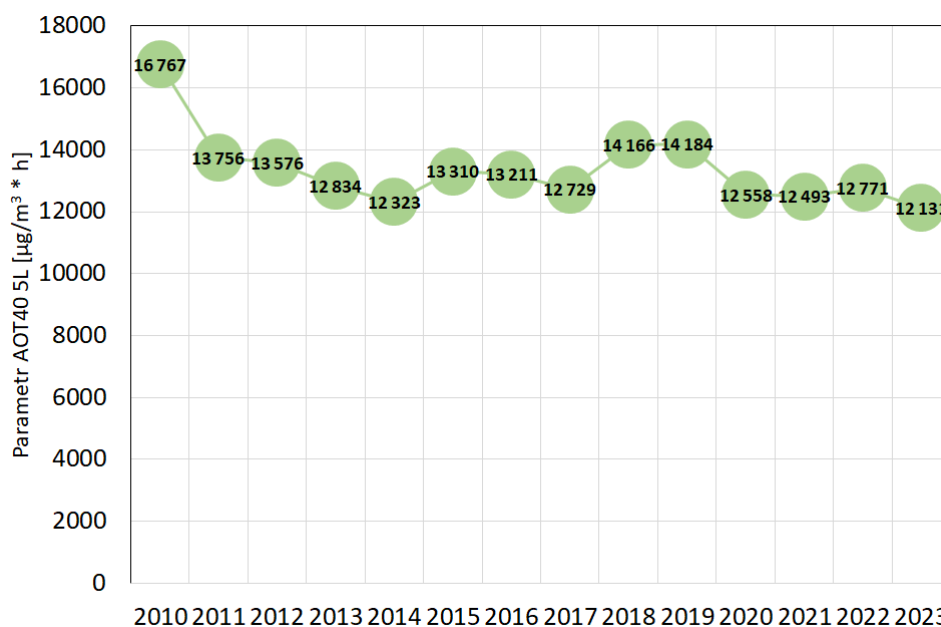
Rys. 12-19. Zmiany parametru AOT40 dla ozonu O_3 w Polsce w okresie 2010-2023
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 12-20. Uśredniony z 5 lat parametr AOT40 dla ozonu O_3 na stacjach pomiarowych w 2022 r.
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Zmiany wartości uśrednionego w okresie 2010-2023 wskaźnika AOT40 z 5 lat wskazują niewielki, ale istotny statystycznie spadek. W ciągu ostatnich 4 lat (2020-2023) wartości tego wskaźnika praktycznie pozostały na niezmiennym poziomie z najniższą wartością w całym wieloleciu uzyskaną w roku 2023.

Amplituda średniej wartości AOT40 z 5 lat w okresie 2010-2023 była znacznie niższa od obserwowanej w przypadku rocznego AOT40 i wyniosła $4636 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ (Rys. 12-21).



Rys. 12-21. Zmiany uśrednionego z 5 lat parametru AOT40 dla ozonu O_3 w Polsce w okresie 2010-2023

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 2023 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. 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 2023 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 136 stanowisk pomiarowych, w tym 18 komunikacyjnych, 83 tła miejskiego, 13 podmiejskich i 22 pozamiejskich (Rys. 13-1).



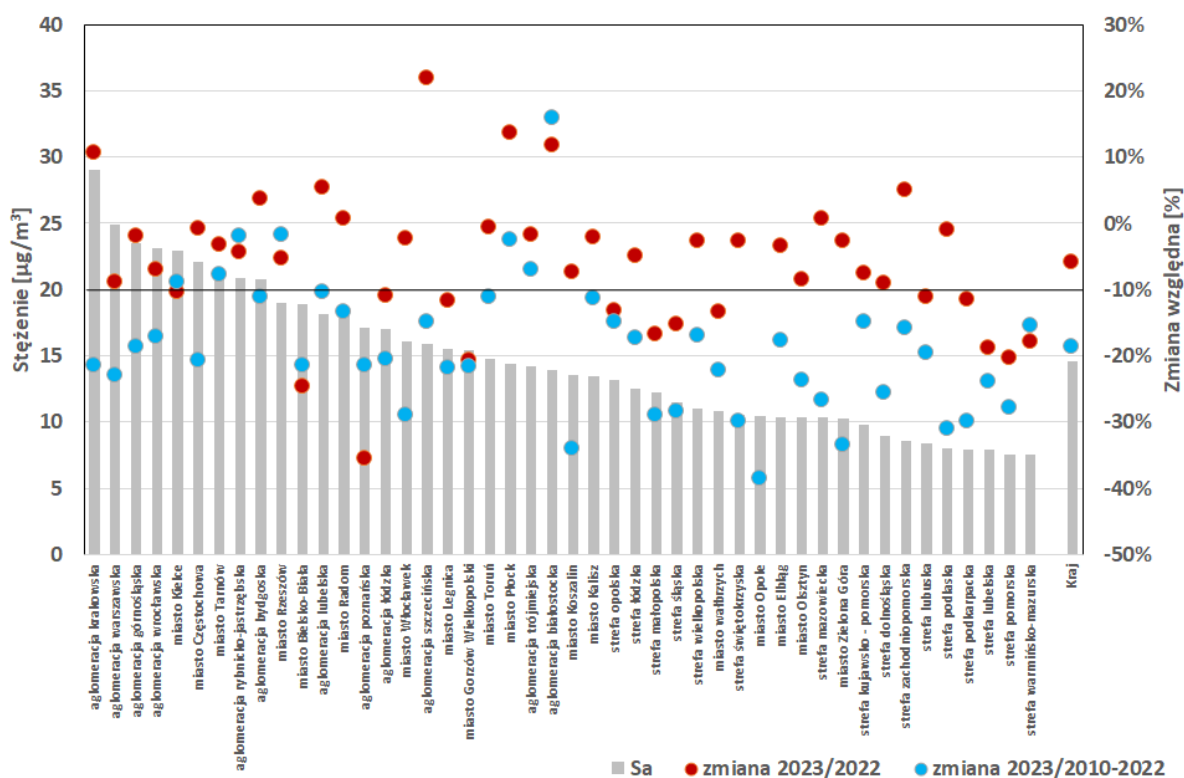
Rys. 13-1. Stacje pomiarowe dwutlenku azotu NO₂ w 2023 r. uwzględnione w ocenie

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 2023 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 okresie 2010-2022. 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, w 2023 roku wyniosło $14,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Największe wartości Sa , przekraczające $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$, odnotowano w aglomeracjach krakowskiej i warszawskiej, zaś najmniejsze (poniżej $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) w strefach warmińsko-mazurskiej, pomorskiej, lubelskiej i podkarpackiej (Rys. 13-2, Tab. 13-2). W 9 strefach wśród 45 analizowanych (w strefie miasto Opole nie prowadzono pomiarów NO_2 w 2022 roku) zanotowano wzrost stężeń średnich rocznych w stosunku do wartości z poprzedniego roku, największy w aglomeracji szczecińskiej (blisko 22%). W pozostałych 36 zaobserwowano spadek stężeń z roku na rok, przy czym najbardziej widoczne spadki (przekraczające 20%) dotyczyły miast Opole, Bielsko-Biała i Gorzów Wielkopolski, aglomeracji poznańskiej oraz strefy pomorskiej (Rys. 13-2 i Tab. 13-2).



Rys. 13-2. Stężenie średnie roczne NO_2 w 2023 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wieloletnia 2010-2022

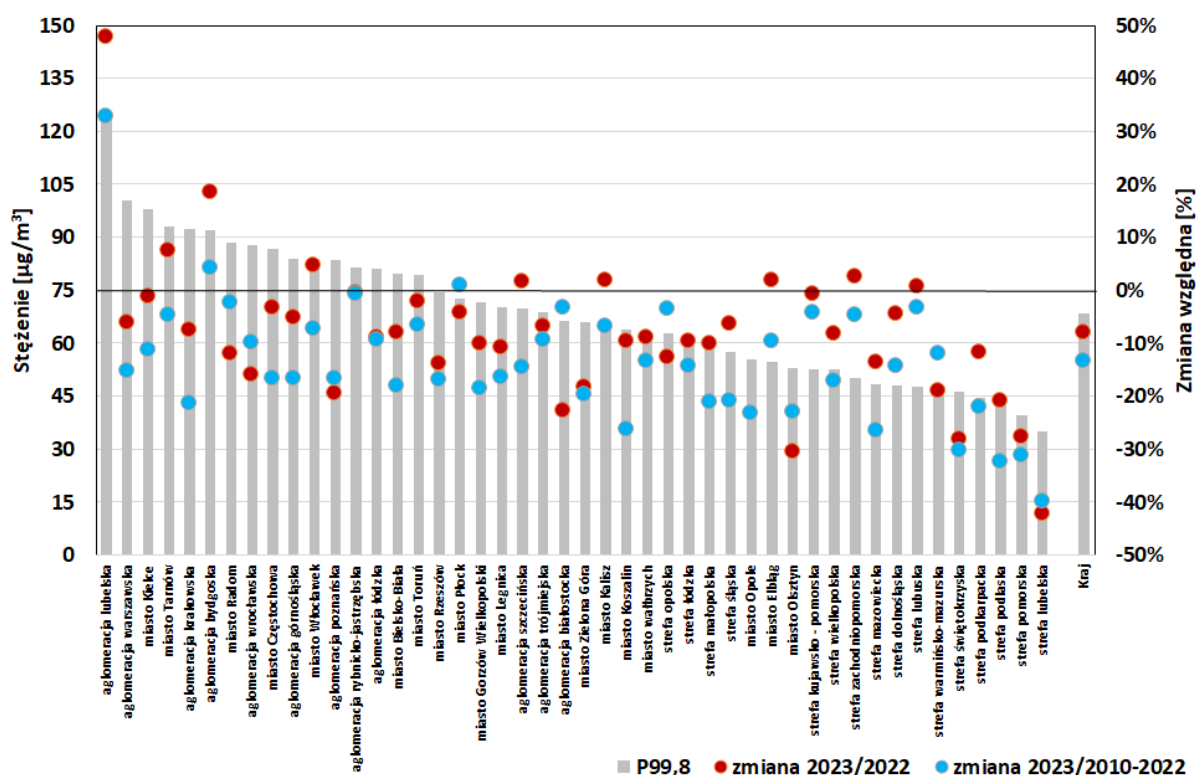
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Odnosząc wartości stężeń średnich rocznych z 2023 roku do uśrednionej wartości z okresu 2010-2022 zauważalny jest wzrost stężenia NO_2 tylko w strefie białostockiej. Wśród

pozostałych 45 stref, gdzie nastąpił spadek stężeń w 2023 roku, największe zmiany dotyczą miast Opole, Koszalin i Zielona Góra oraz strefy podlaskiej (Rys. 13-2 i Tab. 13-2).

Przekroczenie standardu jakości powietrza tj. poziomu dopuszczalnego dla stężeń średnich rocznych, zanotowano na 4 stanowiskach zlokalizowanych w pobliżu dróg, tj. na stanowiskach komunikacyjnych w aglomeracjach wrocławskiej, krakowskiej, warszawskiej 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 2023 roku $68,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Różnice pomiędzy strefami były znaczne. Największe wartości średnie percentyla 99,8, przekraczające $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, odnotowano w aglomeracjach lubelskiej i warszawskiej, zaś najniższe (poniżej $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) w strefach lubuskiej i pomorskiej. W przypadku 36 stref na 45 analizowanych (w strefie miasto Opole nie prowadzono pomiarów NO_2 w 2022 roku) zanotowano spadek wartości percentyla 99,8 z roku na rok (w okresie 2022-2023), największy (przekraczający 30%) w strefie lubelskiej i Olsztynie. W przypadku pozostałych 9 stref, wartości percentyla 99,8 wzrosły w 2023 roku w stosunku do roku poprzedniego, najwięcej, blisko o 48%, w aglomeracji lubelskiej (Rys. 13-2, Tab. 13-3).



Rys. 13-3. Percentyl 99,8 ze stężeń 1-godz. dwutlenku azotu NO_2 w 2023 r. na tle zmian z roku na rok w stosunku do wielolecia 2010-2022

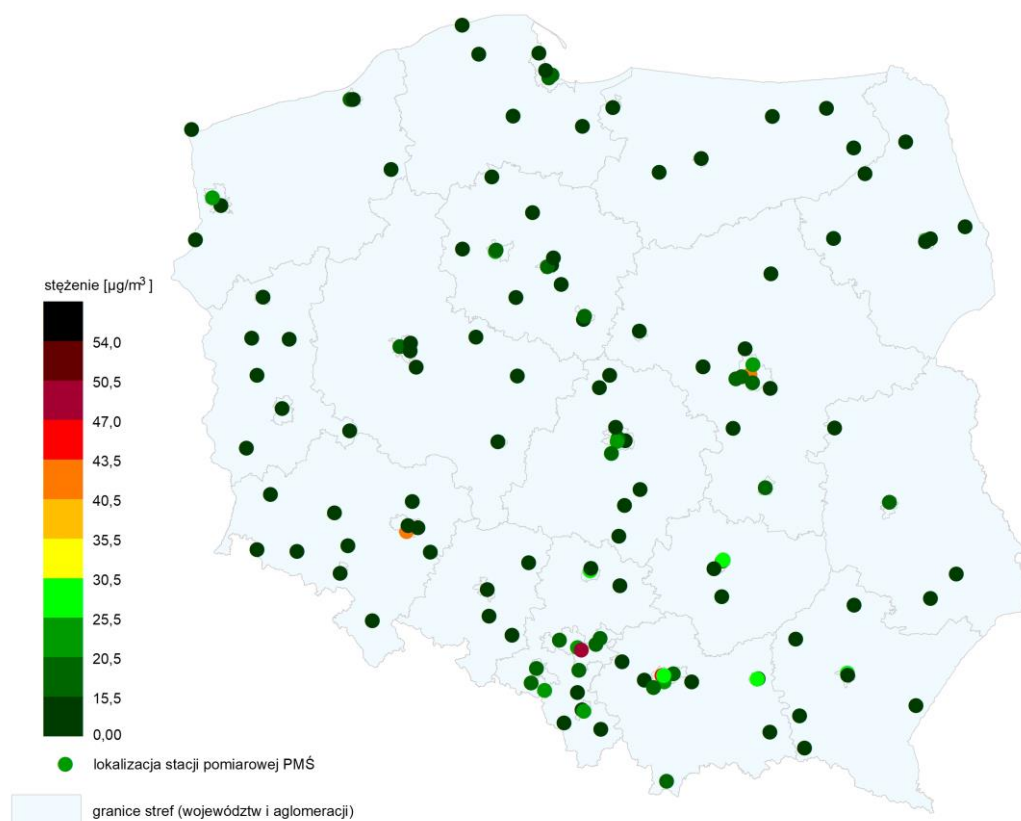
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Analiza zmian wartości percentyla 99,8 w 2023 roku w stosunku do średniej uzyskanej z okresu 2010-2022 wskazuje na generalne spadki. Taka sytuacja dotyczy 43 z 46 analizowanych stref. Najbardziej widoczne spadki (przekraczające 30%) dotyczyły stref lubelskiej, podlaskiej, pomorskiej i świętokrzyskiej. Wyższe wartości w 2023 roku niż średnia z wielolecia dotyczyły

tylko 3 stref: znaczny w przypadku aglomeracji lubelskiej (na poziomie blisko 33%) oraz nieznaczne dla Płocka i aglomeracji bydgoskiej (Rys. 13-2 i Tab. 13-3).

Przekroczenie standardu jakości powietrza, tj. poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń 1-godz. w roku 2023 nie wystąpiło na żadnym stanowisku pomiarów NO₂ (Tab. 13-3).

Rozkład stężeń średnich rocznych NO₂ na poszczególnych stacjach pomiarowych w roku 2023 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 2023 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

Tab. 13-2. Parametry jakości powietrza dla dwutlenku azotu NO₂ w 2023 r. (stężenie średnie roczne Sa). Kolorem **czzerwonym** 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 >40 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2023/2022	2023 / 2010-2022
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	3	1	11,2	23,2	43,0	-7,1%	-17,2%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		15,5	15,5	15,5	-11,8%	-21,8%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		10,8	10,8	10,8	-13,5%	-22,3%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	7		3,9	8,9	12,1	-9,1%	-25,6%
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	2		17,2	20,8	24,4	3,6%	-11,2%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	2		13,1	14,8	16,4	-0,7%	-11,2%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	2		11,9	16,0	20,2	-2,3%	-29,1%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	6		4,9	9,8	12,6	-7,5%	-15,0%
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1		18,1	18,1	18,1	5,4%	-10,5%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	3		2,8	7,9	13,4	-19,0%	-23,9%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		15,4	15,4	15,4	-20,7%	-21,8%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		10,3	10,3	10,3	-2,8%	-33,4%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	5		3,3	8,4	12,5	-11,1%	-19,6%
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	5		12,6	17,0	24,0	-11,0%	-20,5%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	5		8,9	12,5	15,1	-4,9%	-17,4%
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	4	1	20,5	29,0	43,7	10,6%	-21,6%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	2		17,3	21,6	26,0	-3,2%	-7,7%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	6		4,0	12,2	16,3	-16,8%	-29,0%
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	4	1	16,8	24,9	42,7	-8,9%	-23,1%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		14,3	14,3	14,3	13,7%	-2,6%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		18,1	18,1	18,1	0,6%	-13,5%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6		4,8	10,3	18,0	0,6%	-26,8%
opolskie	PL1601	miasto Opole	1		10,5	10,5	10,5		-38,6%
opolskie	PL1602	strefa opolska	3		12,1	13,2	14,4	-13,2%	-14,9%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	2		12,1	18,9	25,8	-5,4%	-1,8%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	5		3,3	7,9	10,7	-11,5%	-30,0%
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	3		8,9	13,9	23,0	11,7%	15,8%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	4		2,6	8,0	10,9	-1,0%	-31,0%
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	4		11,0	14,2	16,5	-1,8%	-7,1%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	4		3,6	7,6	11,4	-20,4%	-27,8%
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	6	1	16,1	23,5	48,8	-1,9%	-18,8%
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	2		19,7	20,9	22,1	-4,5%	-2,0%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	2		14,4	18,9	23,3	-24,6%	-21,6%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	2		13,7	22,0	30,3	-0,9%	-20,7%

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.	2023/2022	2023 / 2010-2022
śląskie	PL2405	strefa śląska	5		6,2	11,4	15,8	-15,3%	-28,4%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	2		20,4	23,0	25,6	-10,5%	-8,9%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	2		6,6	10,6	14,5	-2,7%	-29,9%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		10,3	10,3	10,3	-8,5%	-23,8%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		10,4	10,4	10,4	-3,5%	-17,7%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	4		3,4	7,5	10,1	-17,9%	-15,4%
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	2		15,5	17,1	18,7	-35,7%	-21,4%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		13,5	13,5	13,5	-2,2%	-11,3%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	4		7,3	11,0	13,2	-2,7%	-16,9%
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	2		10,6	15,9	21,2	21,8%	-14,9%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	2		9,4	13,5	17,7	-7,4%	-34,2%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	3		5,0	8,5	10,6	5,0%	-15,9%
Kraj			136	4	2,6	14,6	48,8	-6,0%	-18,7%

Tab. 13-3. Parametry jakości powietrza dla dwutlenku azotu NO₂ w 2023 r. (stężenie 1 godzinne, percentyl 99,8).

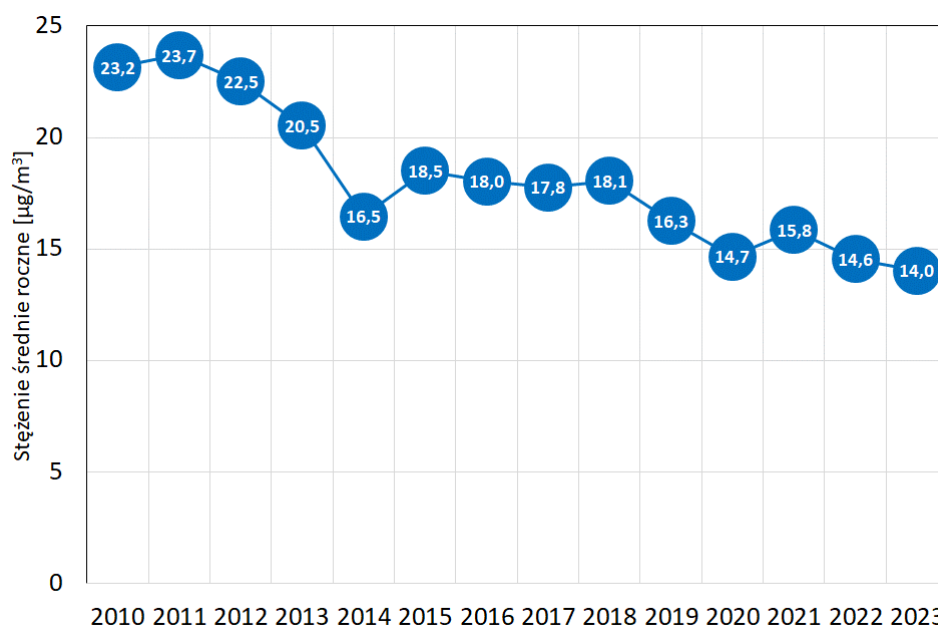
Kolorem **czzerwonym** zaznaczono wzrosty stężeń

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.	2023/ 2022	2023 / 2010-2022	
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	3	49,5	87,9	140,4	-16,0%	-9,9%	
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1	70,1	70,1	70,1	-10,9%	-16,5%	
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1	62,9	62,9	62,9	-8,9%	-13,4%	
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	7	24,2	48,0	63,5	-4,6%	-14,3%	
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	2	82,2	92,0	101,7	18,5%	4,3%	
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	2	69,0	79,4	89,7	-2,2%	-6,5%	
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	2	82,5	83,8	85,0	4,7%	-7,2%	
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	6	20,6	52,6	77,8	-0,7%	-4,2%	
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1	124,3	124,3	124,3	47,8%	32,7%	
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	2	14,4	35,0	55,7	-42,2%	-39,8%	
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1	71,5	71,5	71,5	-10,2%	-18,6%	
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1	65,8	65,8	65,8	-18,3%	-19,6%	
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	5	28,8	47,6	68,2	0,7%	-3,3%	
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	5	65,0	81,2	110,2	-9,0%	-9,4%	
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	5	41,3	59,5	72,8	-9,8%	-14,5%	

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.	2023/ 2022	2023 / 2010-2022	
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	4	78,4	92,2	110,0	-7,5%	-21,4%	
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	2	76,9	93,0	109,1	7,4%	-4,7%	
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	6	29,5	59,1	89,6	-10,2%	-21,0%	
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	4	84,0	100,5	129,8	-6,1%	-15,3%	
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1	72,8	72,8	72,8	-4,2%	0,9%	
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1	88,4	88,4	88,4	-12,0%	-2,5%	
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6	22,0	48,4	85,3	-13,6%	-26,5%	
opolskie	PL1601	miasto Opole	1	55,5	55,5	55,5		-23,3%	
opolskie	PL1602	strefa opolska	3	53,7	62,8	69,8	-12,7%	-3,5%	
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	2	64,8	74,5	84,1	-13,8%	-16,9%	
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	5	20,7	44,5	58,5	-11,8%	-22,1%	
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	3	50,5	66,4	89,4	-22,8%	-3,3%	
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	4	13,0	43,2	54,5	-21,0%	-32,3%	
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	4	55,7	68,6	78,2	-6,9%	-9,4%	
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	3	21,7	39,6	50,3	-27,7%	-31,3%	
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	6	63,5	83,8	127,2	-5,2%	-16,7%	
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	2	77,1	81,5	85,9	-0,6%	-0,8%	
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	2	78,3	79,6	81,0	-8,0%	-18,1%	
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	2	67,4	86,8	106,2	-3,3%	-16,7%	
śląskie	PL2405	strefa śląska	5	28,9	57,4	66,8	-6,4%	-21,0%	
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	2	93,7	97,9	102,0	-1,3%	-11,3%	
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	2	29,8	46,4	63,0	-28,1%	-30,2%	
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1	53,1	53,1	53,1	-30,4%	-23,0%	
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1	54,7	54,7	54,7	1,9%	-9,7%	
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	4	14,8	47,0	64,0	-19,1%	-12,1%	
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	2	71,2	83,7	96,2	-19,6%	-16,7%	
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1	65,4	65,4	65,4	1,9%	-6,9%	
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	4	33,2	52,5	66,0	-8,2%	-17,2%	
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	2	59,5	69,7	79,9	1,6%	-14,5%	
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	2	49,1	64,0	78,9	-9,8%	-26,3%	
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	3	28,3	50,2	61,6	2,6%	-4,6%	
Kraj			134	13,0	68,4	140,4	-7,9%	-13,5%	0

Analiza zmian stężeń średnich rocznych NO₂ w okresie 2010-2023 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. 13-5). Amplituda stężeń średnich rocznych w rozważanym okresie 2010-2023 wyniosła 9,7 µg/m³. 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.



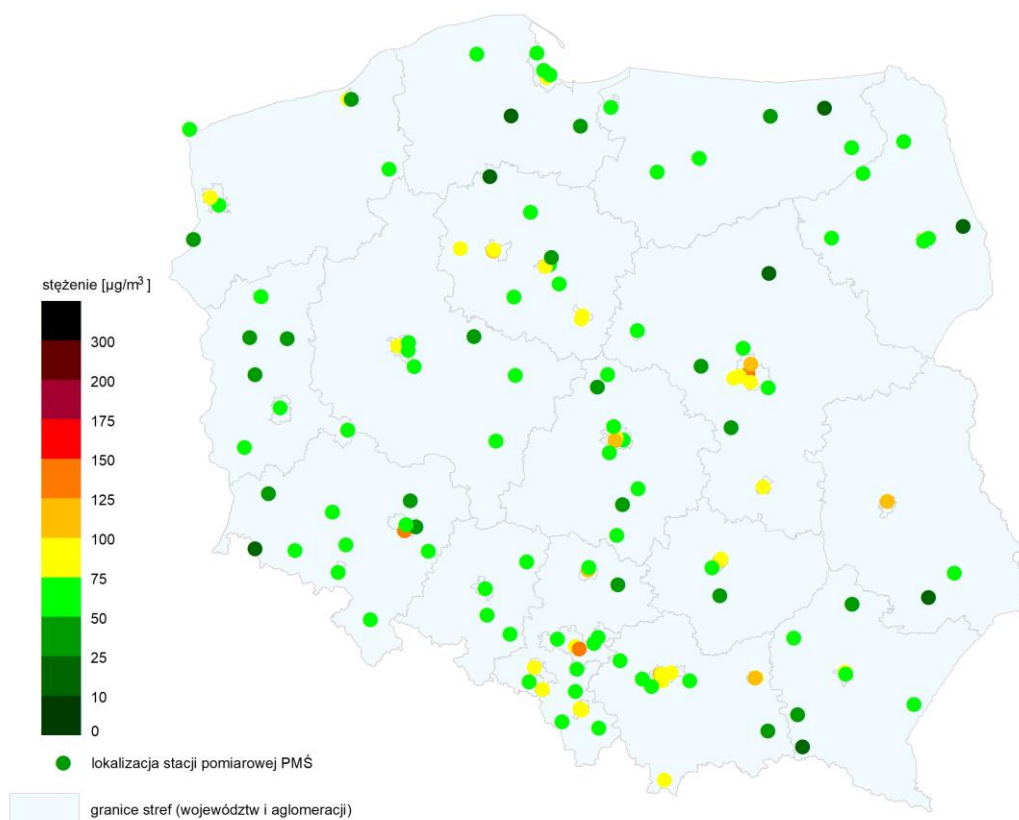
Rys. 13-5. Zmiany stężeń średnich rocznych dwutlenku azotu NO₂ w Polsce w okresie 2010-2023
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Najwyższe stężenia średnie roczne NO₂ w wieloleciu 2010-2023 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).

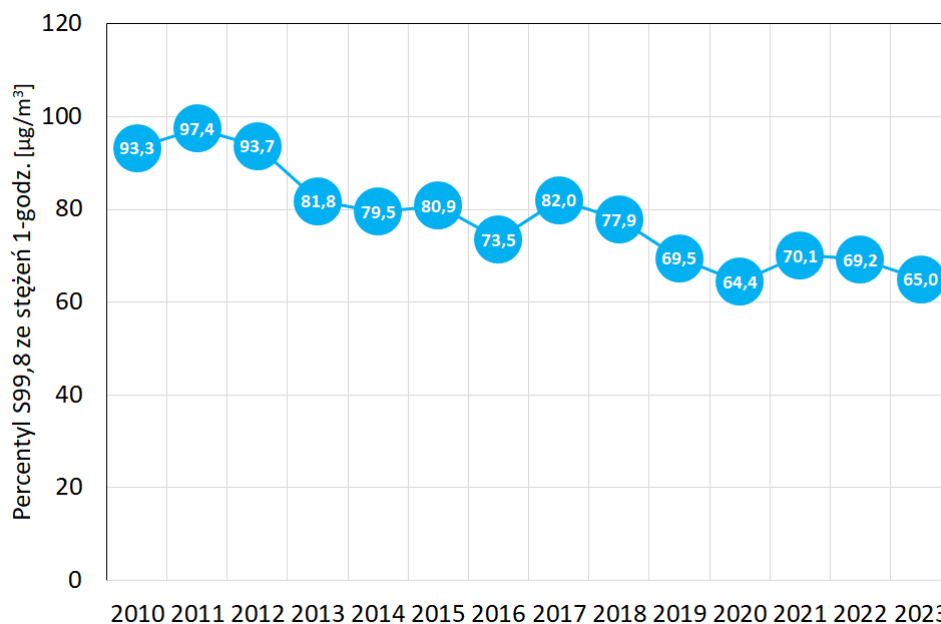
Tab. 13-4. Zmiany stężeń średnich rocznych NO₂ w latach 2010-2023 z uwzględnieniem typów stacji
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Typ stacji	Stężenie Sa [µg/m³]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
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
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
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
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

Rozkład percentyla 99,8 na poszczególnych stacjach w 2023 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 2023 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 13-7. Zmiany Percentyla S99,8 ze stężeń 1-godz. dwutlenku azotu NO_2 w Polsce w okresie 2010-2023

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

Zmiany wartości percentyla 99,8 NO₂ w okresie 2010-2023 wykazywały na istotne statystycznie spadki i podobne zależności jak w przypadku stężeń średnich rocznych przy najniższym stężeniu obserwowanym w 2020 roku (Rys. 13-7). Amplituda percentyla 99,8 w okresie 2010-2023 wyniosła 33,1 µg/m³ przy zmienności liczby stacji, jak podano w opisie, dla stężeń średnich rocznych. 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).

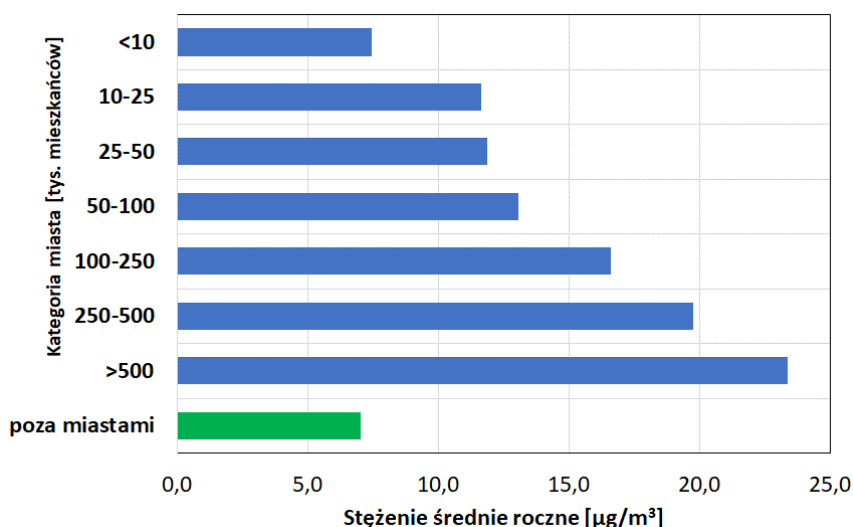
Tab. 13-5. Zmiany percentyla S99,8 ze stężeń 1-godz. dwutlenku azotu NO₂ w latach 2010-2023 z uwzględnieniem typów stacji

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

Typ stacji	Stężenie P99,8 [µg/m ³]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
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
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
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
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

13.2. Jakość powietrza w miastach

Przeprowadzona analiza różnic uśrednionych stężeń średnich rocznych NO₂ dla miast w poszczególnych kategoriach liczebności populacji w 2023 roku wykazała, że najwyższe wartości obserwowano w największych aglomeracjach o liczbie mieszkańców powyżej 500 tys. 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 2023 r.

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

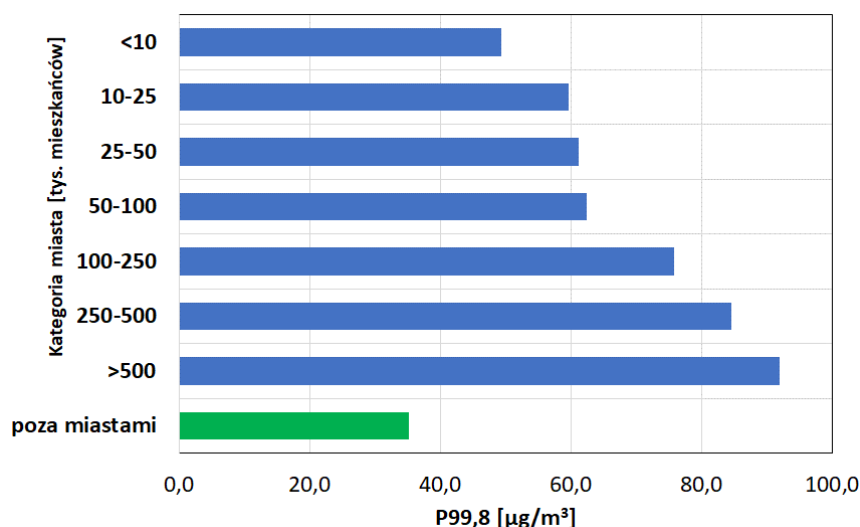
Średnie stężenia roczne dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2023, jak pokazaną dla wartości uśrednionych dla 2023 roku, przy czym stężenia dla obszarów pozamiejskich i małych miast (z liczbą mieszkańców poniżej 10 tys.) były do siebie bardzo zbliżone (Tab. 13-6).

Tab. 13-6. Zmiany średnich rocznych stężeń dwutlenku azotu NO_2 w latach 2010-2023 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

Kategoria miasta	Stężenie Sa [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
>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
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
100-250	24,6	24,6	24,8	24,2	20,2	20,4	20,7	20,1	21,3	19,2	17,3	18,8	17,6	16,6
50-100	16,8	17,0	20,5	16,0	16,2	16,4	16,0	16,2	16,6	14,7	13,5	14,5	14,3	13,1
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	11,9
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	11,7
<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
obszar poza miastami	14,8	11,9	13,7	10,3	13,2	10,0	9,3	9,3	9,6	8,7	8,0	8,5	7,5	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 NO_2 w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2023 r.

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

Podobne zależności zaobserwowano również w przypadku zmienności stężeń w okresie 2010-2023, 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 2010-2023 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

Kategoria miasta	Stężenie percentyla 99,8 [µg/m ³]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
>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
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
100-250	98,7	99,4	100,4	92,2	88,1	91,0	83,9	93,2	90,0	80,9	76,0	79,4	80,6	75,7
50-100	77,7	81,8	92,6	72,7	81,1	77,6	70,8	78,8	76,3	68,3	63,1	68,8	70,9	62,4
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	61,2
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	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
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

13.3. Epizody wysokich stężeń

Na rysunku 13-10 (a i b) pokazano przebieg dobowych stężeń NO₂ w 2023 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 2023 roku nie wystąpiły stężenia wyższe od średniego stężenia dobowego w skali kraju o 200% w okresie co najmniej 3 dni. Wystąpiły jednak 3 okresy podwyższonych stężeń (na początku lutego, na przełomie lutego i marca oraz na początku grudnia), przekraczających 150% wartości średniej krajowej - 21,1 µg/m³ jako próg epizodu podwyższonych stężeń (Tab. 13-8).

Tab. 13-8. Charakterystyka epizodu wysokich stężeń dwutlenku azotu NO₂ w 2023 roku

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

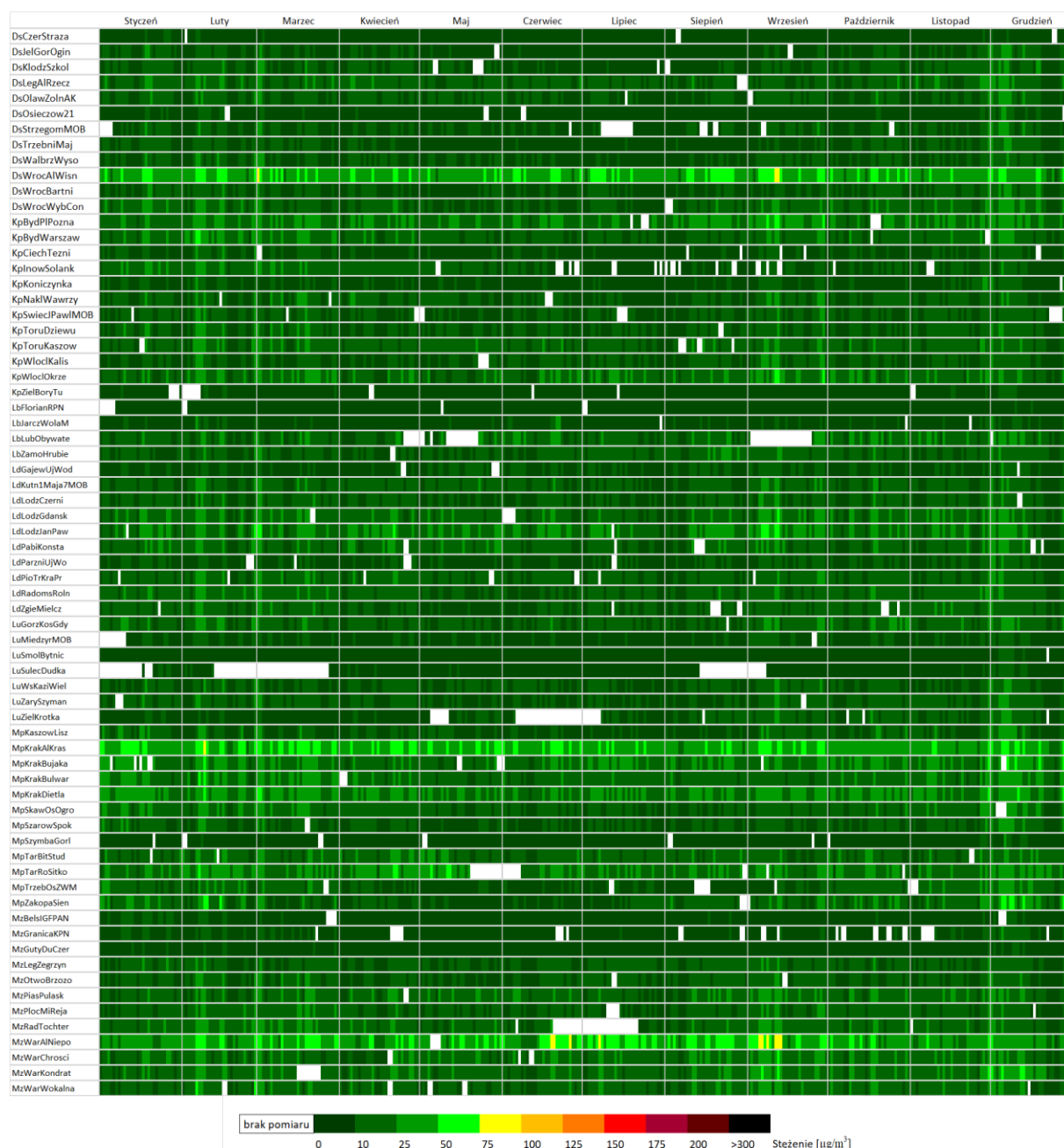
Epizod			Stężenie S24 podczas epizodu [µg/m ³]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu (21,1 µg/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2023-02-06 do 2023-02-09	4	83	1,0	25,1	78,2
2	od 2023-02-28 do 2023-03-02	3	89	1,5	27,2	83,1
3	od 2023-12-04 do 2023-12-09	6	87	1,4	25,6	79,8

Wszystkie 3 okresy podwyższonych stężeń statystycznie niewiele się od siebie różnią, głównie ze względu na niski próg epizodu pomimo, że czas ich trwania jest odmienny.

Podczas pierwszego epizodu, który miał miejsce w lutym, przekroczenie progu epizodu wystąpiło na 83 stacjach. Najwyższe stężenia dobowe NO₂ przekraczające wartość progową ponad 2-krotnie wystąpiły na stacjach pomiarowych zlokalizowanych w województwach mazowieckim, śląskim, dolnośląskim oraz kujawsko-pomorskim (Rys. 13-11).

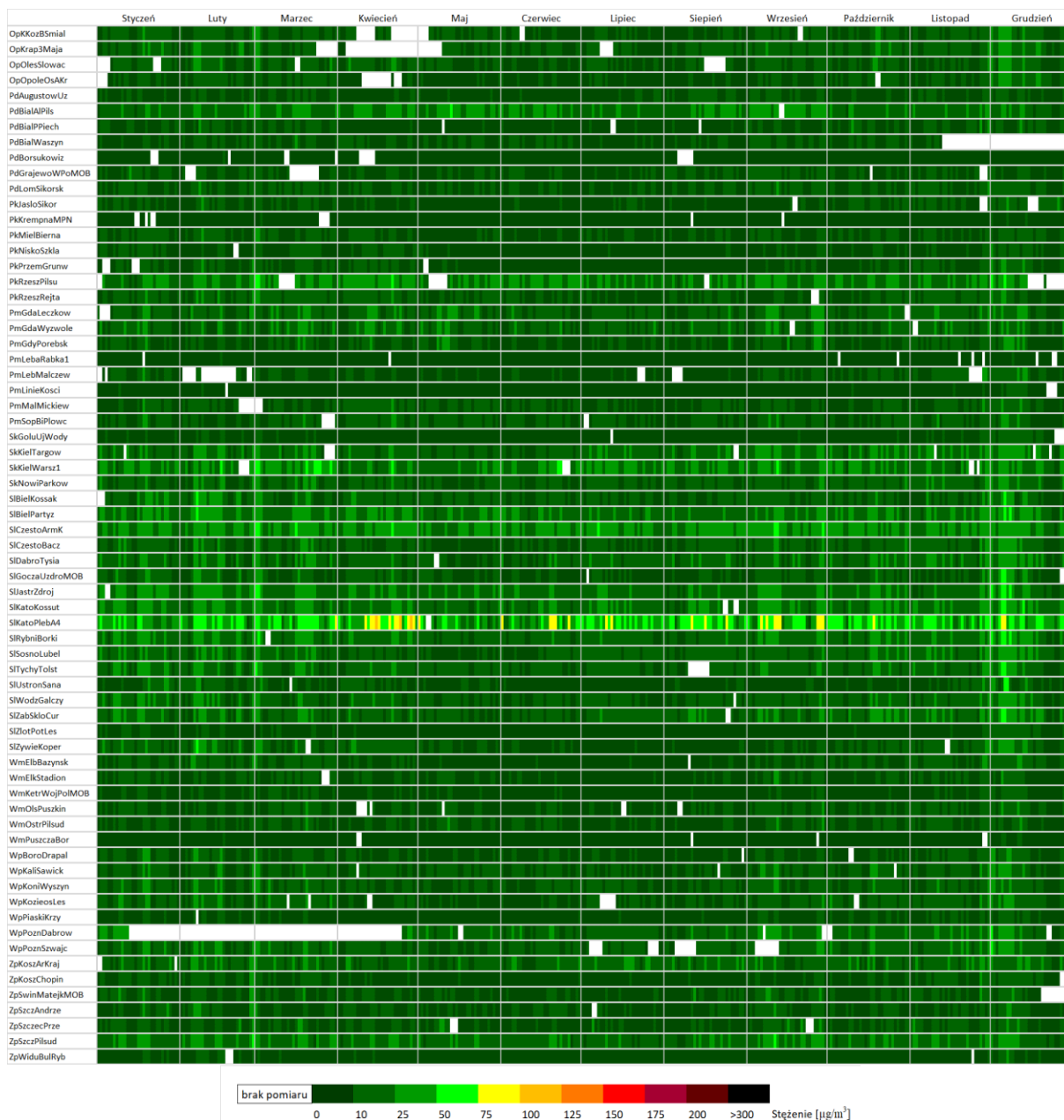
Epizod drugi z przełomu lutego i marca, pomimo tego, że trwał krócej charakteryzował się znacznie większą intensywnością. Przekroczenie progu epizodu wystąpiło na 89 stacjach pomiarowych, a najwyższe stężenia dobowe NO₂ przekraczały wartość progową ponad 3-krotnie w województwach dolnośląskim, mazowieckim i małopolskim (Rys. 13-12).

Ostatni epizod, który wystąpił w grudniu, trwał najdłużej, ale stężenia obserwowane podczas jego trwania nie w praktyce nie przekroczyły 2,5-krotności progu. Przekroczenie progu epizodu wystąpiło na 87 stacjach pomiarowych. Najwyższe stężenia dobowe NO₂ przekraczające wartość progową 2-krotnie zaobserwowano na stacjach w województwach śląskim i małopolskim (Rys. 13-13).

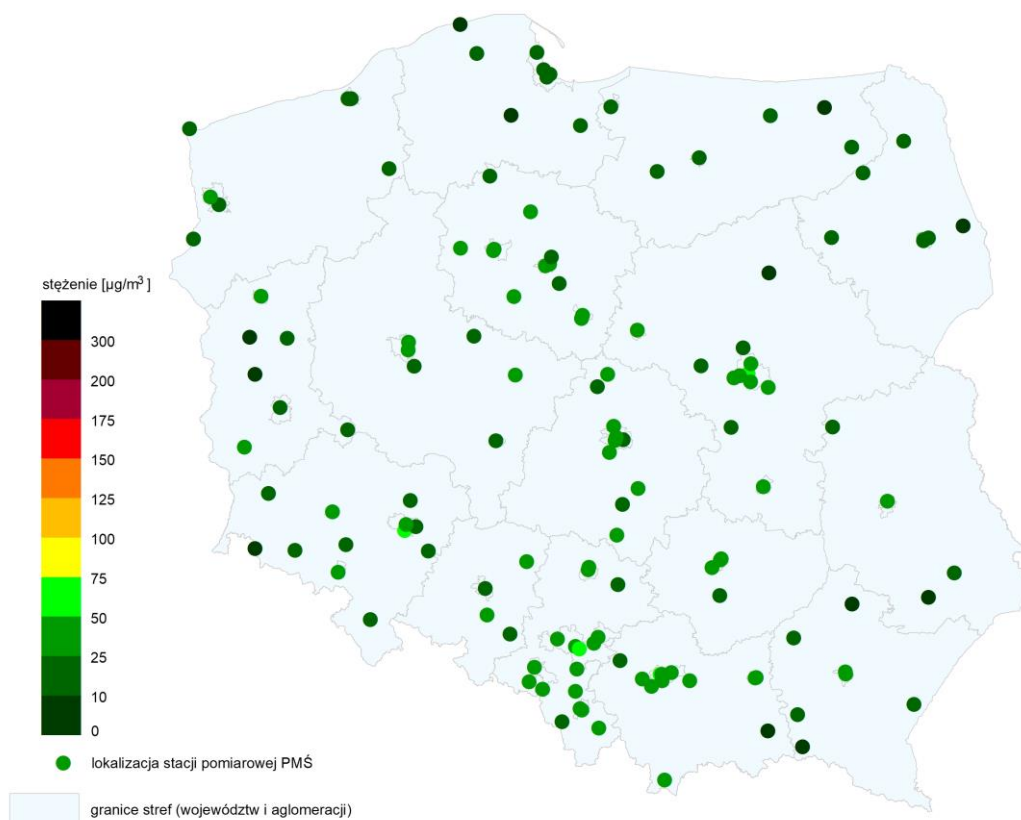


Rys. 13-10a. Zmiany średnich dobowych stężeń dwutlenku azotu NO₂ w 2023 r. (cz. 1)

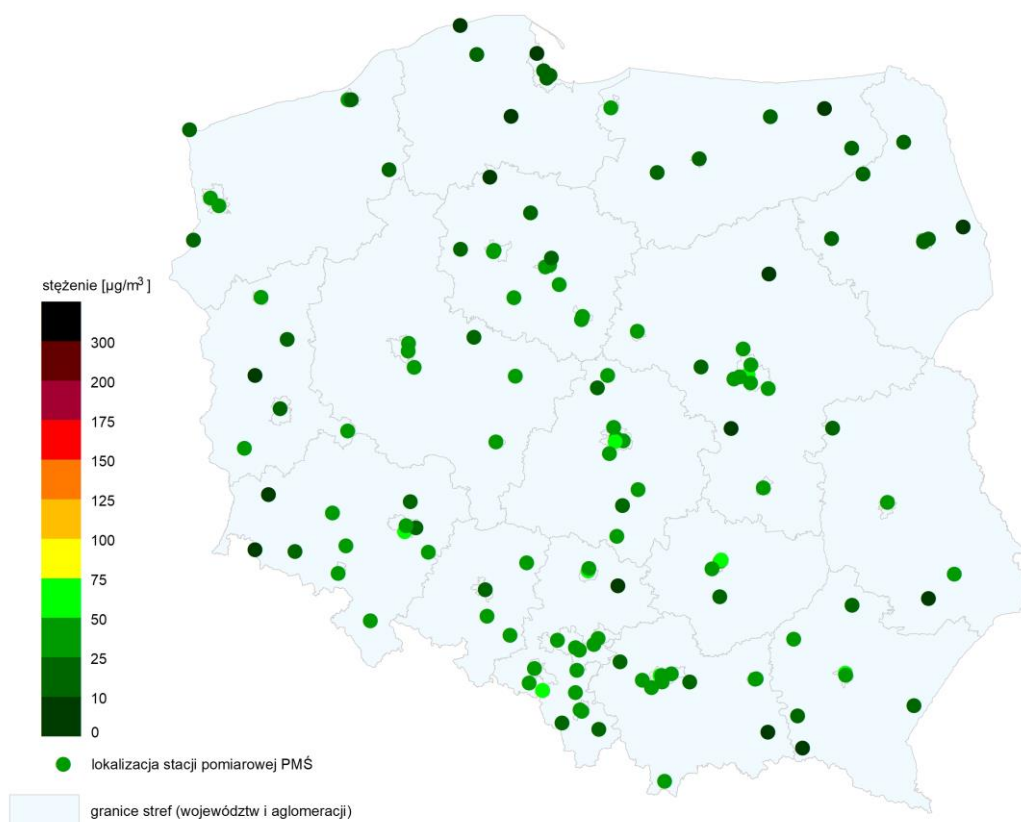
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



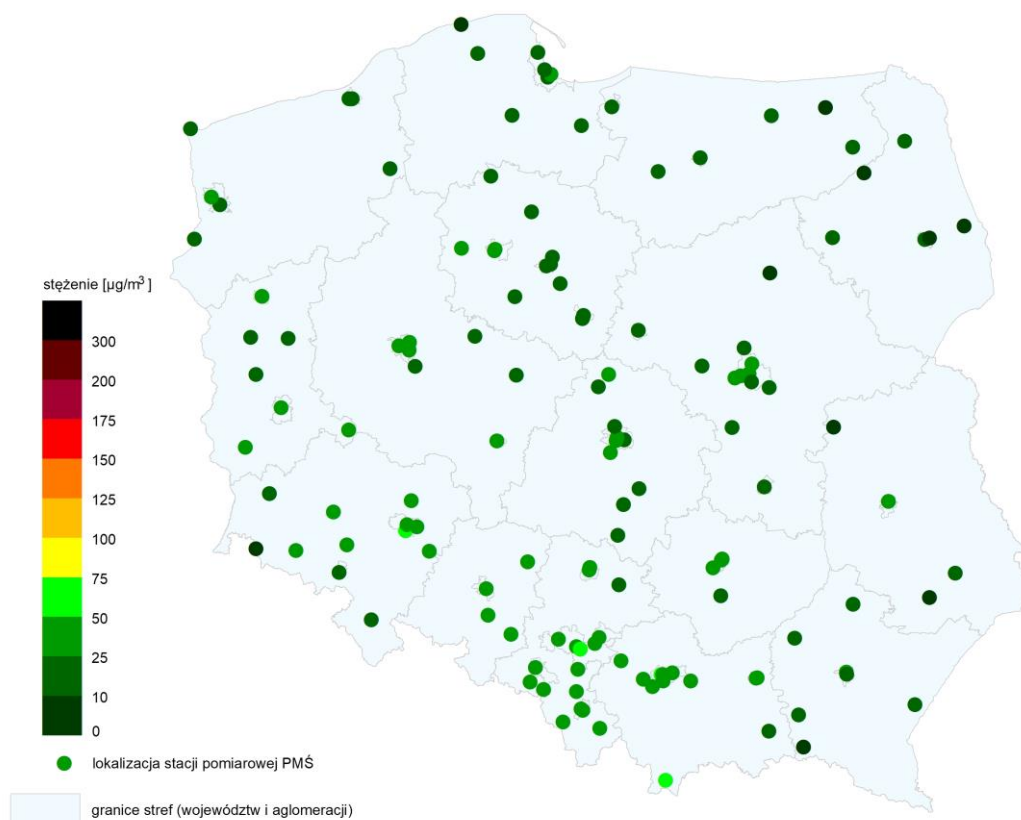
Rys. 13-10b. Zmiany średnich dobowych stężeń dwutlenku azotu (NO_2) w 2023 r. (cz. 2)
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 13-11. Stężenia średnie dwutlenku azotu NO_2 w okresie epizodu wysokich stężeń (06-09.02.2023)
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 13-12. Stężenia średnie dwutlenku azotu NO_2 w okresie epizodu wysokich stężeń (28.02-02.03.2023)
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 13-13. Stężenia średnie dwutlenku azotu NO_2 w okresie epizodu wysokich stężeń (04-09.12.2023)
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Na żadnym stanowisku pomiarowym w kraju w 2023 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 2023 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. 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 2023 r. uwzględnione w ocenie

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

Ocenę zanieczyszczenia powietrza SO₂ w 2023 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 87 stanowisk pomiarowych, w tym 1 komunikacyjnej, 62 tła miejskiego, 6 podmiejskich i 18 pozamiejskich (Rys. 13-1).

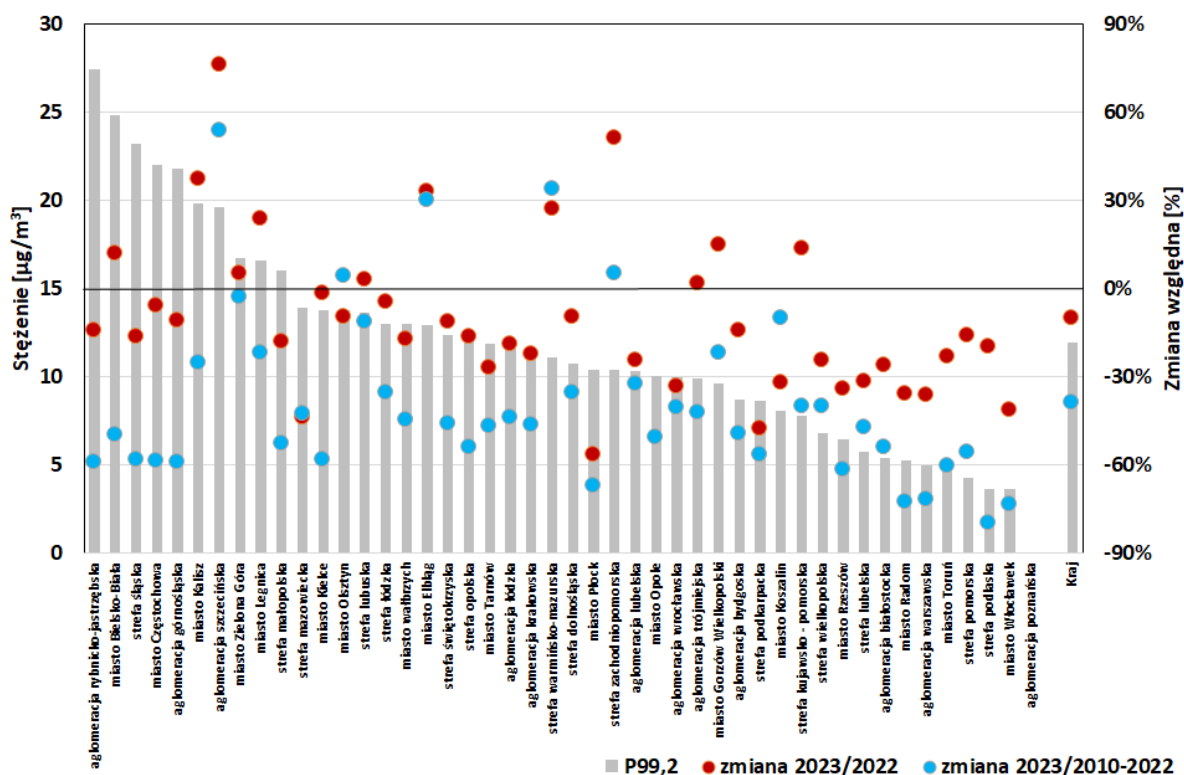
14.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla dwutlenku siarki (SO₂) w roku 2023 w zakresie stężeń odniesionych do poziomów dopuszczalnych określonych dla 1-godzinnego i dobowego narażenia w kraju w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok oraz w stosunku do średniej z wielolecia 2010-2022. Przedstawione analizy zawierają również ocenę zmian oraz relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji i w miastach o różnej liczbie mieszkańców.

Stężenie średnie dobowe SO₂ definiowane percentylem 99,2 uśrednione na obszarze kraju z wartości średnich dla stref w 2023 roku wyniosło 11,9 µg/m³, a średnie roczne - 4,0 µg/m³. Największe wartości percentyla 99,2 przekraczające 2 µg/m³ odnotowano dla aglomeracji rybnicko-jastrzębskiej, miast Bielsko-Biała i Częstochowa oraz strefy śląskiej, zaś najmniejsze (poniżej 4 µg/m³) dla Włocławka i strefy podlaskiej (Rys. 14-2, Tab. 14-2). W 32 strefach na 44 analizowane (w strefie miasto Opole nie prowadzono pomiarów SO₂ w 2022 roku, a w aglomeracji poznańskiej w 2023 roku) zanotowano spadek stężeń percentyla 99,2 w stosunku do roku wcześniejszego, największy w Płocku (blisko -57%). Wysokie, ponad 40% spadki stężeń dotyczyły również stref podkarpackiej i mazowieckiej oraz miasta Włocławek. W pozostałych 12 strefach wartość percentyla 99,2 z roku na rok wzrosła, najbardziej zauważalnie w aglomeracji szczecińskiej (blisko 76%) oraz strefie zachodniopomorskiej (51%).

Odnosząc wartości stężeń percentyla 99,2 z 2023 roku do średniej z okresu 2010-2022 zauważalny jest spadek stężeń na obszarach 40 z 45 analizowanych stref (brak pomiarów w aglomeracji poznańskiej w 2023 roku). Na uwagę zasługuje w szczególności spadek wynoszący ponad 80% dla strefy podlaskiej oraz ponad 70% miast Włocławek i Radom oraz aglomeracji warszawskiej. Wzrost stężeń w 2023 roku w stosunku do wielolecia wystąpił dla 5 stref, największy przekraczający 53% dla aglomeracji szczecińskiej (Rys. 14-2 i Tab. 14-2).

Przekroczenie standardu jakości powietrza dla stężeń średnich dobowych w Polsce nie wystąpiło, gdyż liczbę przekroczeń poziomu dopuszczalnego zanotowano tylko jeden raz (1 dzień) w aglomeracji szczecińskiej, a zatem nie została przekroczona dopuszczalna częstość przekroczeń poziomu dopuszczalnego (Tab. 14-2).



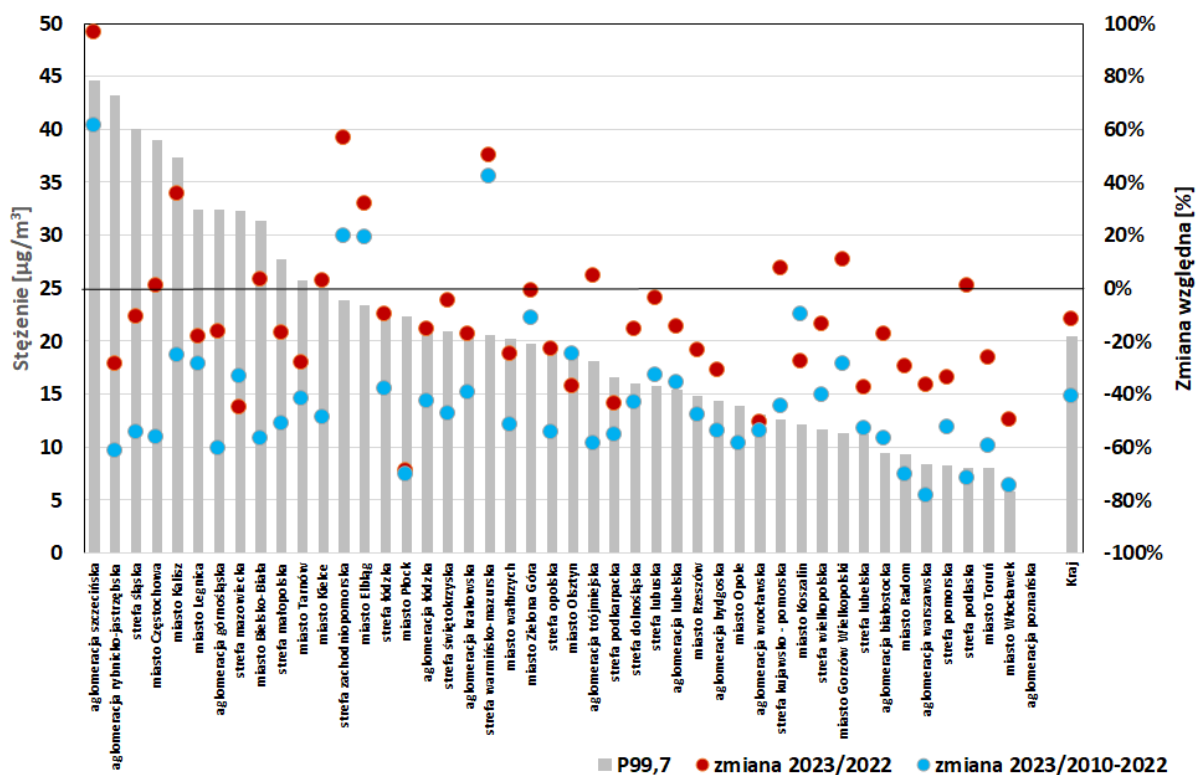
Rys. 14-2. Percentyl 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. SO_2 w 2023 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2022

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 z wartości uzyskanych w poszczególnych strefach w 2023 roku wyniosła $20,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Różnice pomiędzy strefami były znaczne. Największe wartości średnie percentyla 99,7 przekraczające $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, odnotowano dla aglomeracji szczecińskiej, oraz rybnicko-jastrzębskiej i strefy śląskiej, zaś najmniejszą (poniżej $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dla miasta Włocławek (Rys. 14-2, Tab. 14-3). W przypadku 32 stref na 44 analizowane (w strefie miasto Opole nie prowadzono pomiarów SO_2 w 2022 roku, a w aglomeracji poznańskiej w 2023 roku) zanotowano spadek wartości percentyla 99,7, największy (ponad 50%) w Płocku. Na obszarze 12 stref stężenia tego parametru wzrosły, najwięcej w aglomeracji szczecińskiej (o ponad 96%) oraz w strefach zachodniopomorskiej i warmińsko-mazurskiej (o ponad połowę).

Analiza zmian wartości percentyla 99,7 w 2023 roku w stosunku do średniej uzyskanej z okresu 2010-2022 wskazuje na dominujące spadki. Taka sytuacja dotyczy 41 z 45 rozważanych stref (z wyłączeniem aglomeracji poznańskiej). Najbardziej widoczne spadki (przekraczające 70%) dotyczyły 7 stref: aglomeracji warszawskiej, miast Włocławek, Płock i Radom oraz strefy podlaskiej. Obserwowane wzrosty dotyczyły zaledwie 4 stref: aglomeracji szczecińskiej (wzrost o ponad 60%), stref warmińsko-mazurskiej (ponad 40%) oraz zachodniopomorskiej i miasta Elbląg (wzrost o blisko 20%) - Rys. 14-2 i Tab. 14-3.

Przekroczenia standardu jakości powietrza określonego dla stężeń 1-godz. SO_2 w roku 2023 nie zanotowano (Tab. 14-3).



Rys. 14-3. Percentyl 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. dwutlenku siarki SO_2 w 2023 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2022

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

Tab. 14-2. Parametry jakości powietrza dla dwutlenku siarki SO₂ w 2023 r. (stężenie średnie dobowe, percentyl 99,2).

Kolorem **czzerwonym** zaznaczono wzrosty stężeń

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

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Sa [µg/m ³]	Liczba stacji [-]		P 99,2 [µg/m ³]			Zmiana względna P99,2 [%]		Liczba dni z S24 >125 µg/m ³ [-]
				Uwzgl. w ocenie	z P99,2 >125 µg/m ³	Min.	Śred.	Maks.	2023/ 2022	2023 / 2010-2022	
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	4,9	1		9,9	9,9	9,9	-33,5%	-40,8%	
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	5,1	1		16,6	16,6	16,6	23,4%	-21,9%	
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	5,6	1		13,0	13,0	13,0	-17,4%	-45,0%	
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	4,8	2		10,5	10,7	11,0	-9,6%	-35,8%	
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	1,8	1		8,7	8,7	8,7	-14,7%	-49,7%	
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1,3	1		4,8	4,8	4,8	-23,4%	-60,5%	
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1,0	1		3,6	3,6	3,6	-41,4%	-73,7%	
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	2,3	3		4,0	7,7	15,1	13,5%	-40,1%	
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	5,1	1		10,3	10,3	10,3	-24,8%	-32,4%	
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	2,6	4		3,0	5,7	9,4	-31,9%	-47,4%	
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	5,0	1		9,6	9,6	9,6	14,6%	-22,0%	
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	7,9	1		16,7	16,7	16,7	4,9%	-3,2%	
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	6,3	3		3,2	13,6	20,6	2,7%	-11,4%	
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	3,7	2		8,8	11,6	14,3	-19,2%	-44,0%	
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	3,3	3		6,2	13,0	25,1	-4,6%	-35,7%	
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	3,9	2		10,1	11,4	12,7	-22,7%	-46,5%	
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	5,7	1		11,8	11,8	11,8	-27,1%	-47,1%	
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	5,2	5		5,8	16,0	28,3	-18,2%	-52,8%	
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	1,6	1		5,0	5,0	5,0	-36,6%	-72,1%	
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	3,8	2		8,7	10,4	12,0	-56,6%	-67,0%	
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1,4	1		5,2	5,2	5,2	-35,8%	-72,6%	
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	2,4	4		3,8	13,9	32,1	-43,9%	-42,7%	
opolskie	PL1601	miasto Opole	2,8	1		10,0	10,0	10,0		-50,9%	
opolskie	PL1602	strefa opolska	3,7	1		12,1	12,1	12,1	-16,4%	-54,0%	
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1,6	1		6,4	6,4	6,4	-34,3%	-61,6%	
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	3,3	3		7,1	8,6	9,7	-47,6%	-56,5%	
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	1,1	1		5,4	5,4	5,4	-26,4%	-54,3%	
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	0,9	2		1,3	3,6	6,0	-20,1%	-80,0%	
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	3,0	3		6,4	9,9	14,0	1,7%	-42,4%	
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	1,9	3		2,0	4,3	5,4	-16,4%	-55,7%	
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	6,0	5		13,7	21,7	31,1	-11,1%	-59,1%	
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	6,5	2		21,7	27,4	33,1	-14,4%	-59,0%	

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.	2023/ 2022	2023 / 2010-2022	
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	5,1	1		24,8	24,8	24,8	11,9%	-50,1%	
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	5,3	1		22,0	22,0	22,0	-5,9%	-58,9%	
śląskie	PL2405	strefa śląska	6,1	6		9,7	23,2	50,4	-16,4%	-58,2%	
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	5,3	1		13,8	13,8	13,8	-1,8%	-58,4%	
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	4,7	3		8,1	12,3	17,4	-11,5%	-46,3%	
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	6,4	1		13,7	13,7	13,7	-9,7%	4,2%	
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	5,8	1		12,9	12,9	12,9	32,8%	29,9%	
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	4,0	2		1,5	11,1	20,6	27,0%	33,7%	
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska									
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	4,9	1		19,8	19,8	19,8	37,1%	-25,5%	
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	2,3	2		6,2	6,8	7,4	-24,7%	-40,3%	
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	5,8	1		19,6	19,6	19,6	75,8%	53,3%	1
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	3,9	1		8,1	8,1	8,1	-32,0%	-10,5%	
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	2,8	2		6,1	10,4	14,6	51,0%	4,8%	
Kraj			4,0	87	0	1,3	11,9	50,4	-10,3%	-39,1%	1

Tab. 14-3. Parametry jakości powietrza dla dwutlenku siarki SO₂ w 2023 r. (stężenie 1-godzinne, percentyl 99,7).

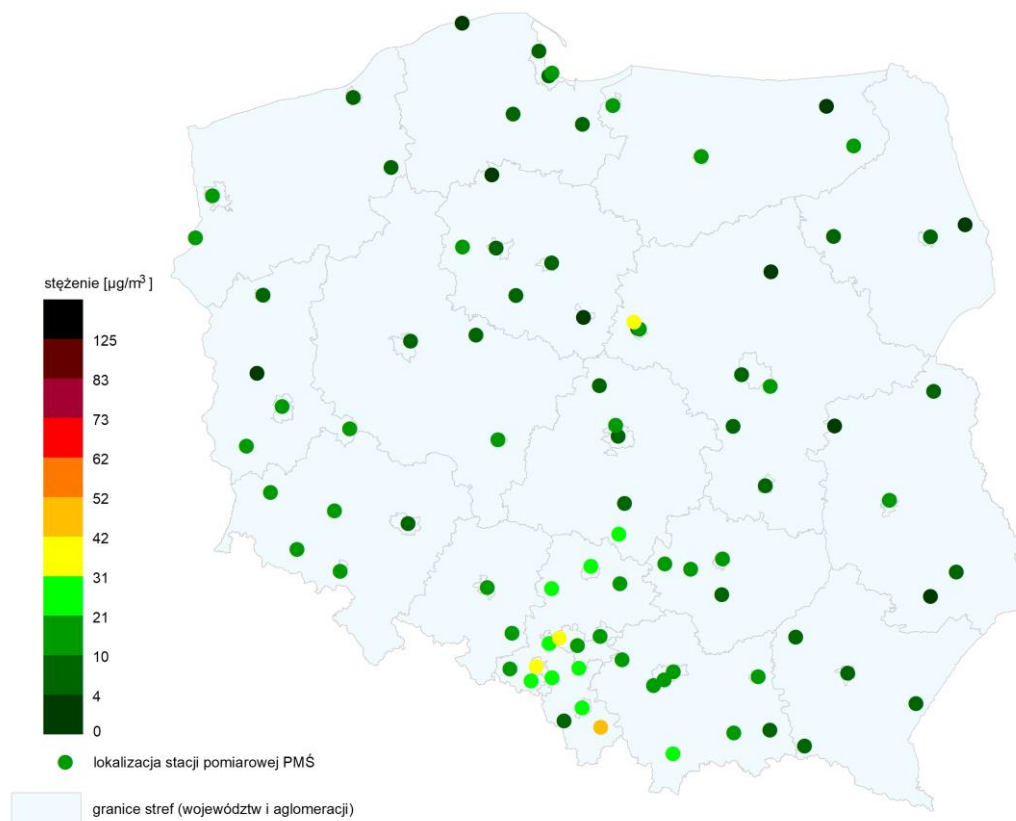
Kolorem **czzerwonym** zaznaczono wzrosty stężeń

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.	2023/2022	2023 /2010-2022	
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	1	13,1	13,1	13,1	-50,6%	-53,9%	
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1	32,5	32,5	32,5	-18,3%	-28,5%	
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1	20,2	20,2	20,2	-25,0%	-51,5%	
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	2	13,2	16,0	18,7	-15,7%	-43,2%	
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	1	14,4	14,4	14,4	-31,2%	-54,1%	
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1	8,0	8,0	8,0	-26,3%	-59,6%	
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1	5,8	5,8	5,8	-49,6%	-74,7%	
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	3	5,3	12,6	24,9	7,4%	-44,5%	
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1	15,4	15,4	15,4	-14,4%	-35,9%	
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	3	6,5	11,2	14,2	-37,6%	-53,2%	
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1	11,3	11,3	11,3	10,7%	-28,5%	
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1	19,8	19,8	19,8	-1,1%	-11,2%	

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.	2023/2022	2023 /2010-2022	
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	3	5,9	15,8	22,4	-4,0%	-32,7%	
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	2	14,8	21,0	27,1	-15,4%	-42,9%	
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	3	9,0	22,7	45,9	-10,0%	-38,1%	
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	2	20,6	20,7	20,9	-17,3%	-39,3%	
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1	25,7	25,7	25,7	-28,3%	-41,7%	
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	5	8,9	27,8	55,0	-16,9%	-51,4%	
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	1	8,4	8,4	8,4	-36,8%	-78,2%	
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	2	19,9	22,3	24,7	-68,9%	-70,6%	
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1	9,3	9,3	9,3	-29,8%	-70,3%	
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	4	6,8	32,3	81,2	-45,3%	-33,2%	
opolskie	PL1601	miasto Opole	1	13,9	13,9	13,9		-58,6%	
opolskie	PL1602	strefa opolska	1	19,3	19,3	19,3	-23,3%	-54,5%	
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1	14,9	14,9	14,9	-23,3%	-47,9%	
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	3	14,5	16,6	18,6	-43,6%	-55,2%	
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	1	9,5	9,5	9,5	-17,4%	-56,9%	
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	2	3,2	8,1	12,9	0,6%	-71,7%	
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	3	14,3	18,2	23,6	4,6%	-58,6%	
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	2	7,5	8,3	9,2	-33,7%	-52,7%	
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	5	22,4	32,4	46,1	-16,5%	-60,5%	
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	2	32,8	43,2	53,5	-28,8%	-61,4%	
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1	31,4	31,4	31,4	3,0%	-57,0%	
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1	39,0	39,0	39,0	0,8%	-56,1%	
śląskie	PL2405	strefa śląska	6	19,3	40,1	81,3	-11,0%	-54,6%	
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1	24,8	24,8	24,8	2,9%	-49,0%	
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	3	13,0	20,9	31,2	-4,7%	-47,6%	
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1	18,5	18,5	18,5	-37,0%	-24,8%	
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1	23,4	23,4	23,4	32,0%	19,3%	
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	2	3,1	20,6	38,0	50,3%	42,0%	
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska							
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1	37,3	37,3	37,3	35,6%	-25,5%	
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	2	11,0	11,7	12,3	-13,8%	-40,6%	
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	1	44,6	44,6	44,6	96,4%	61,3%	
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1	12,1	12,1	12,1	-27,9%	-10,0%	
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	2	12,7	23,9	35,1	56,7%	19,6%	
Kraj			85	3,1	20,4	81,3	-11,9%	-40,9%	0

Rozkład percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. SO_2 na poszczególnych stacjach pomiarowych w roku 2023 wykazuje na najwyższe stężenia na stacjach zlokalizowanych w południowej części kraju – w województwie śląskim oraz na jednej stacji w województwie mazowieckim (Rys. 14-2 i 14-4).

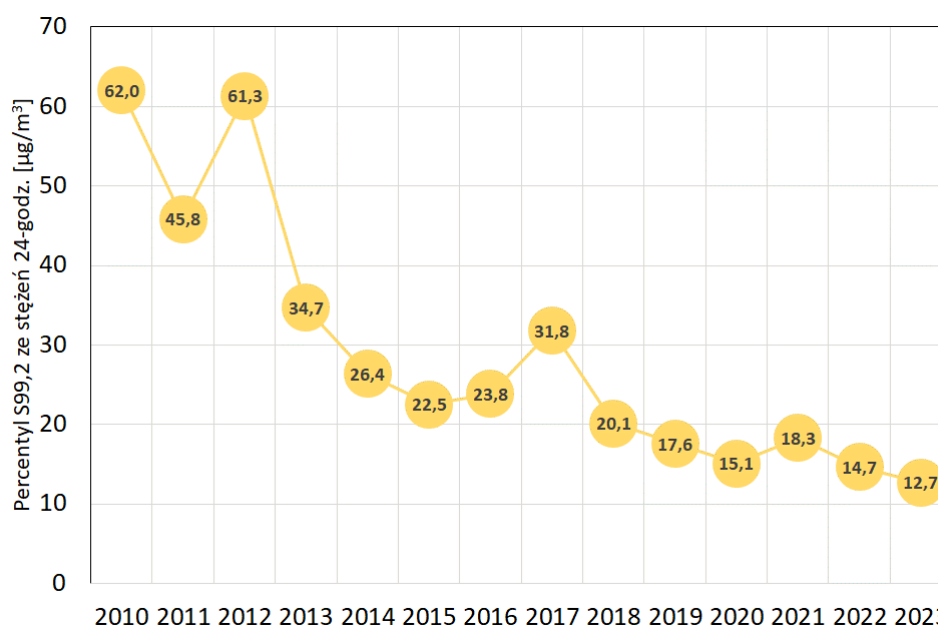


Rys. 14-4. Percentyl 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. dwutlenku siarki SO_2 na stacjach pomiarowych w 2023 r.

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

Analiza zmian percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. SO_2 w kraju w okresie 2010-2023 wskazuje na istotny statystycznie trend malejący, bardzo wyraźnie zaznaczony od roku 2012, z niewielkim wzrostem w roku 2017. Wartość percentyla 99,2 w 2023 roku była najniższa w analizowanym wieloleciu (Rys. 14-5). Amplituda stężeń percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. w rozważanym okresie 2010-2023 wyniosła aż $49,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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. 14-5. Zmiany Percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. dwutlenku siarki SO₂ w Polsce w okresie 2010-2023

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

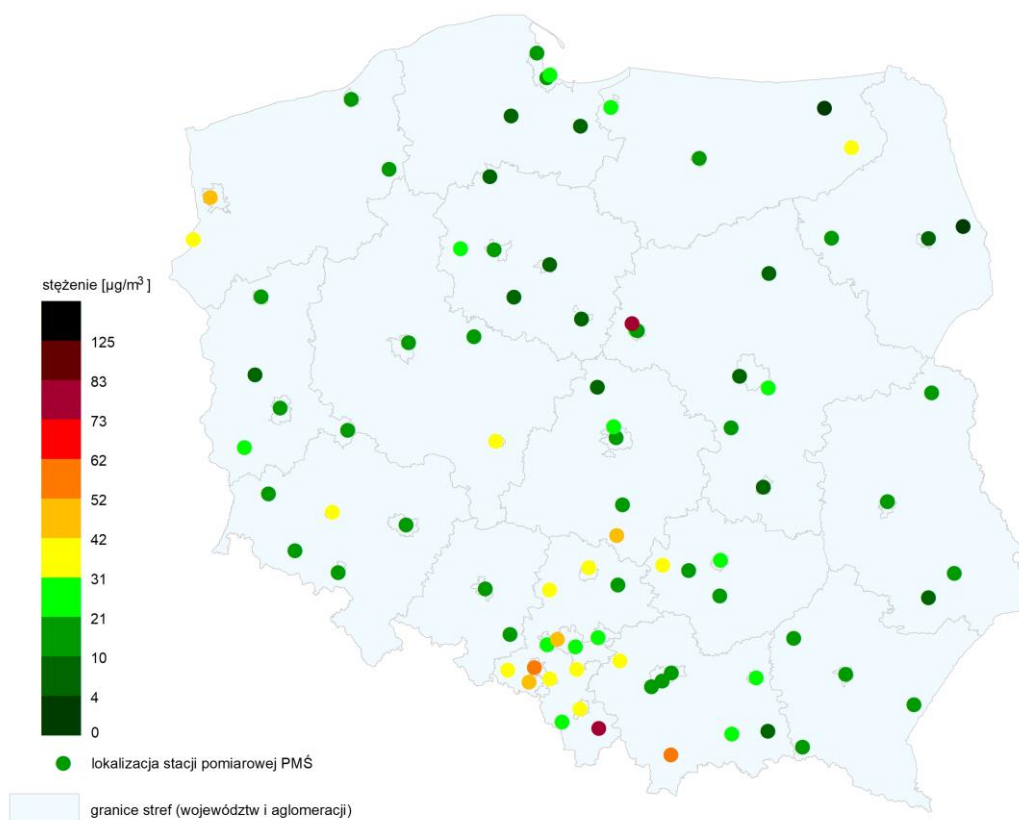
Analiza zmienności stężeń pomiędzy typami stacji wskazuje, że do roku 2018, najwyższe stężenia percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. SO₂ notowane były na stacjach miejskich i komunikacyjnych, zaś najniższe na pozamiejskich. Po tym roku zauważalna jest tendencja wzrostowa do 2021 roku i następnie spadek w latach 2022-2023 stężeń na stacjach podmiejskich. W 2023 roku najwyższe wartości percentyla 99,2 uzyskano na stacji komunikacyjnej, zaś najniższe na stacjach pozamiejskich (Tab. 14-4).

Tab. 14-4. Zmiany percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. dwutlenku siarki SO₂ w latach 2010-2023 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	
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	
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	
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	
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	

Rozkład przestrzenny percentyla 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. SO₂ na poszczególnych stacjach w roku 2023 wykazuje na większe zróżnicowanie stężeń niż w przypadku percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz., z wyraźnym zaznaczeniem obszarów południowej Polski oraz dużych miast oraz stacji zlokalizowanych blisko zakładów przemysłowych (Rys. 14-3 i 14-6).



Rys. 14-6. Percentyl 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. dwutlenku siarki SO_2 na stacjach pomiarowych w 2023 r.

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

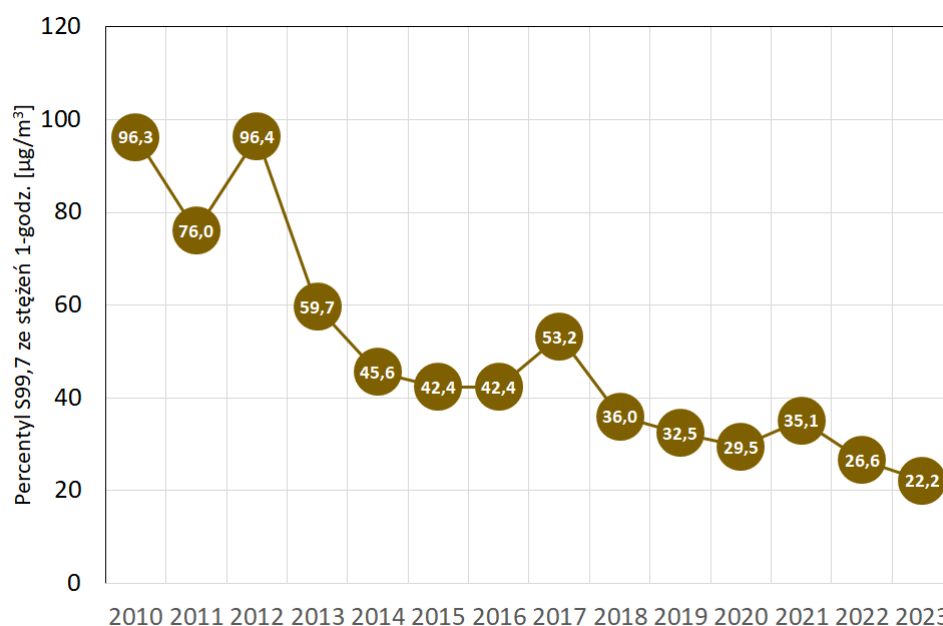
Zmiany wartości percentyla 99,7 w okresie 2010-2023 wykazywały identyczne zależności, jak w przypadku percentyla 99,2 z zarysowanym istotnym statystycznie trendem malejącym oraz najniższą wartością w 2023 roku (Rys. 14-7). Amplituda percentyla 99,7 w okresie 2010-2023 była wyższa i wyniosła $74,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przy podobnej zmienności liczby stacji, jak opisano przy ocenie zmian stężeń dla percentyla 99,2.

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 stacji komunikacyjnej w 2023 roku (Tab. 14-5).

Tab. 14-5. Zmiany percentyla 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. dwutlenku siarki SO_2 w latach 2010-2023 z uwzględnieniem typów stacji

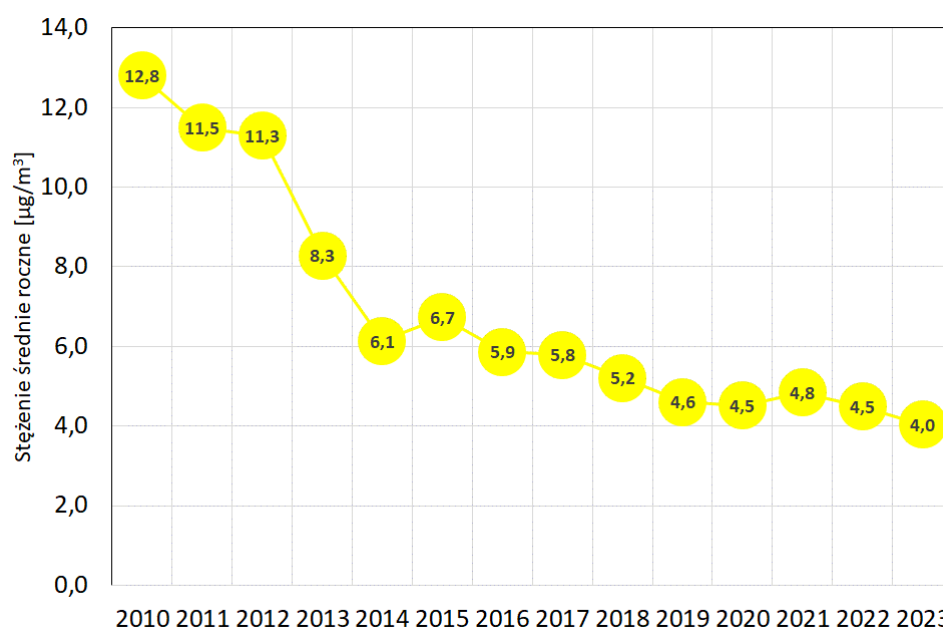
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Stężenie P99,7 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
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
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
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
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



Rys. 14-7. Zmiany percentyla 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. SO₂ w Polsce w okresie 2010-2023
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Wyraźny istotny statystycznie trend malejący stężeń dwutlenku siarki SO₂ obserwuje się również w przypadku nienormowanego parametru, jakim jest stężenie średnie roczne, ustabilizowany od 2015 roku (Rys. 14- 8).



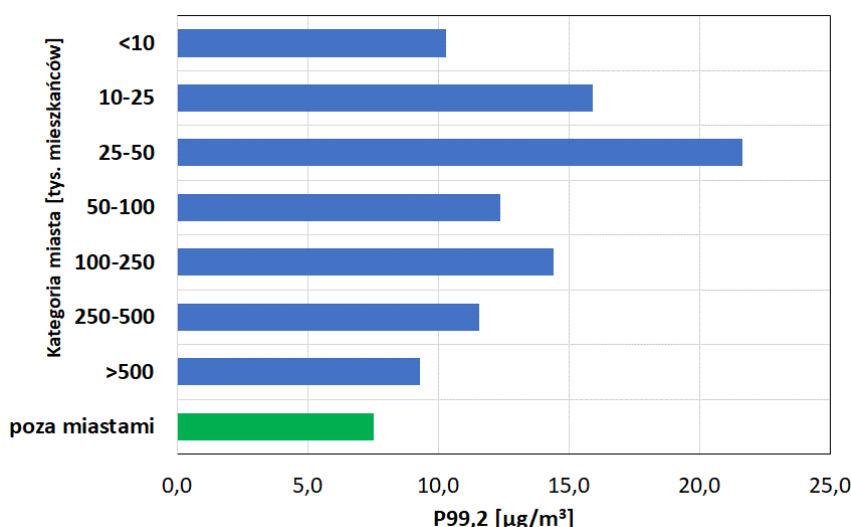
Rys. 14-8. Zmiany stężenia średniego rocznego dwutlenku siarki SO₂ w Polsce w okresie 2010-2023
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

14.2. Jakość powietrza w miastach

Przeprowadzona analiza różnic uśrednionych stężeń percentyla 99,2 ze stężeń 24-godz. SO₂ dla miast w poszczególnych kategoriach liczebności populacji w 2023 roku wykazała,

że najwyższe wartości obserwuje się miastach o liczbie mieszkańców w granicach 25-50 tys. oraz 10-25 tys. Nieco niższe stężenia dotyczą miast w kategorii 100-250 tys. Zdecydowanie najniższe stężenia obserwowane były dla obszarów pozamiejskich oraz dużych aglomeracji z liczbą ludności powyżej 0,5 mln (Rys. 14-9).

Średnie stężenia percentyla 99,2 ze stężeń 24-godz. dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2023, jak w przypadku stężeń uśrednionych dla 2023 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 (Tab. 14-6).



Rys. 14-9. Percentyl 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. dwutlenku siarki SO₂ w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2023 r.

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

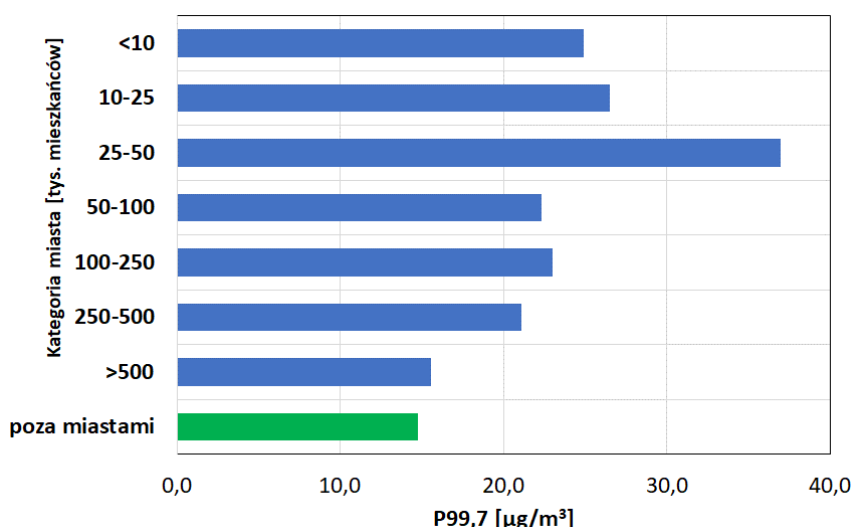
Tab. 14-6. Zmiany percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. dwutlenku siarki SO₂ w latach 2010-2023 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

Kategoria miasta	Stężenie percentyla 99,2 [µg/m³]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
>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
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
100-250	81,6	57,8	80,0	47,2	31,0	28,7	31,3	44,9	24,8	21,7	16,8	20,1	16,7	14,4
50-100	33,0	29,6	48,6	25,2	22,7	18,7	21,3	31,0	20,0	15,5	13,4	16,8	13,4	12,4
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
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
<10			38,0	26,7	34,8	34,1	23,4	19,3	16,9	12,5	10,7	12,6	9,6	10,3
obszar poza miastami	33,0	29,8	35,9	18,6	16,7	12,5	11,9	16,1	9,5	13,1	11,4	14,5	10,4	7,6

Podobne wyniki i zależności uzyskano dla 2023 roku w przypadku percentyla 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. SO₂, gdy zdecydowanie najwyższe stężenie tego parametru uzyskano dla miast z liczbą mieszkańców w granicach 25-50 tys., a najniższe poza miastami oraz w miastach z liczbą mieszkańców powyżej 500 tys. (Rys. 14-10). 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., a od roku 2018 nastąpiło wyraźne zbliżenie wartości w miastach poszczególnych kategorii (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 2023 r.

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

Tab. 14-7. Zmiany percentyla 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. dwutlenku siarki (SO₂) w latach 2010-2023 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

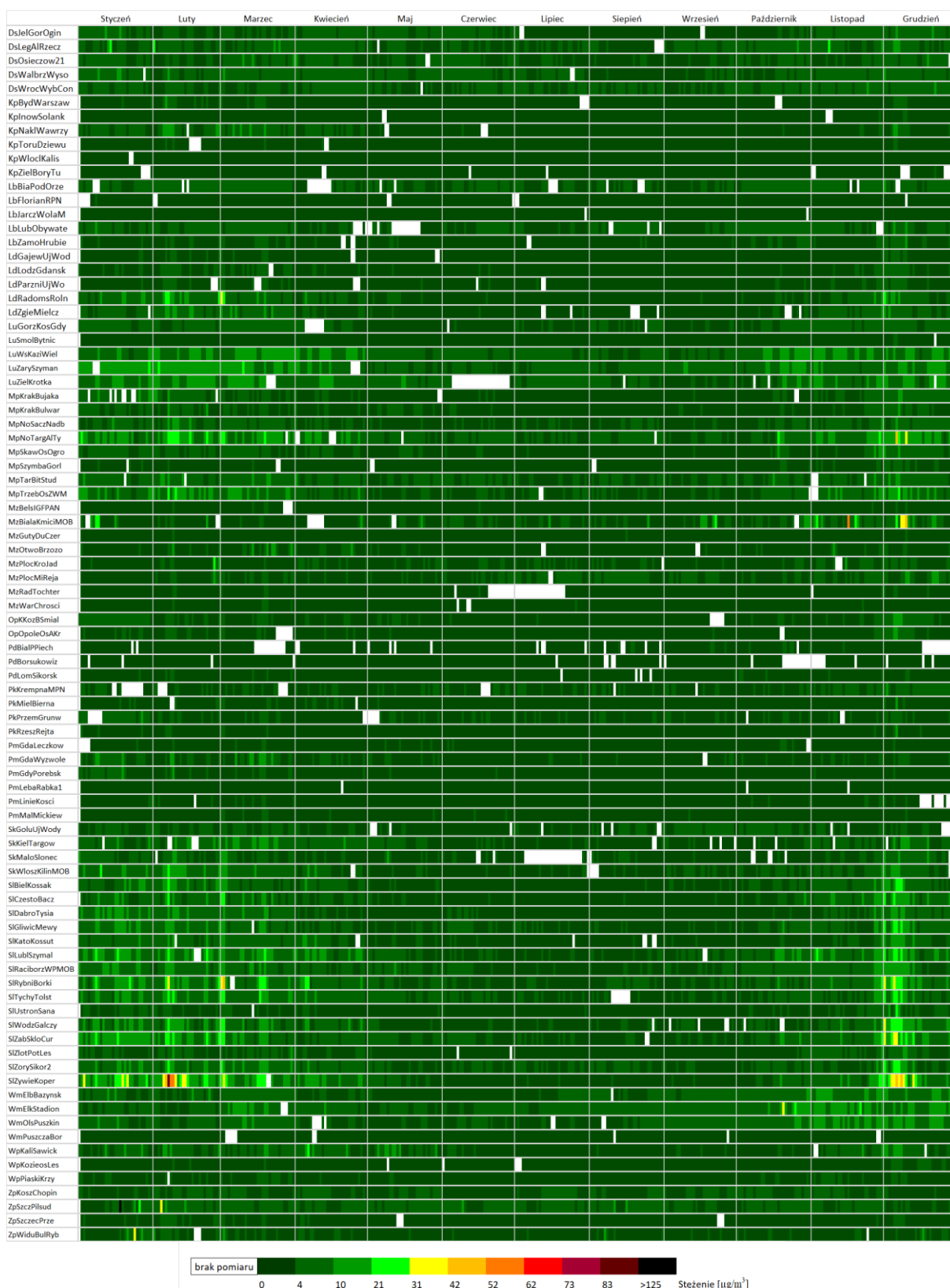
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

Kategoria miasta	Stężenie percentyla 99,7 [µg/m³]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
>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
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
100-250	124,6	95,0	130,5	79,7	52,6	50,3	54,4	71,9	42,8	38,0	29,5	35,5	31,1	23,0
50-100	47,7	47,8	71,8	45,3	37,9	36,0	38,6	50,4	36,2	28,2	26,3	31,0	25,4	22,3
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
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
<10			67,2	48,2	75,5	79,7	48,1	45,2	34,0	25,3	23,4	26,3	18,6	24,9
obszar poza miastami	56,6	49,1	60,2	31,8	29,7	24,4	20,9	27,3	16,5	26,0	27,2	30,0	20,8	14,7

14.3. Epizody wysokich stężeń

Na rysunku 14-11 pokazano przebieg dobowych stężeń SO₂ w 2023 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) oznacza, że dla tego dnia brak wyników pomiaru.

Przeprowadzona analiza rozkładów stężeń średnich dobowych SO₂ wykazała, że w 2023 roku wystąpił jeden epizod wysokich stężeń (Rys 14-11 i 14-12).



Rys. 14-11. Zmiany średnich dobowych stężeń dwutlenku siarki SO₂ w 2023 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

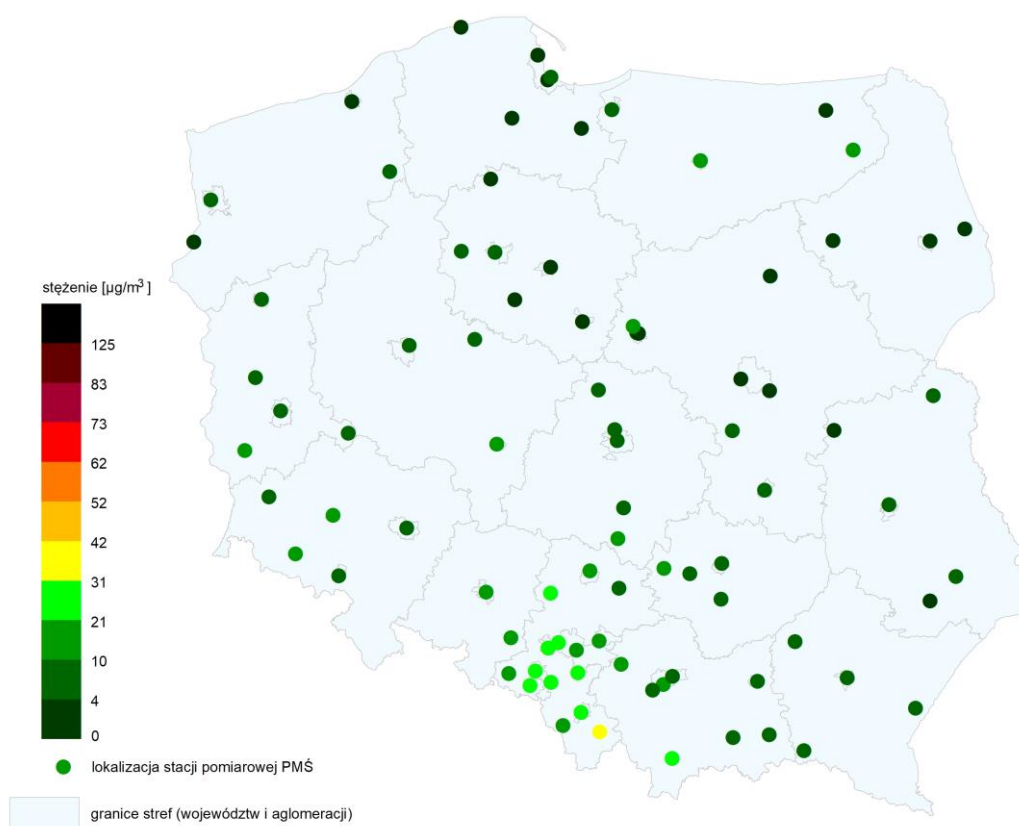
Przekroczenie o 200% średniego stężenia dobowego w skali kraju ($4,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$) zanotowano podczas jednego, 4 dniowego epizodu jaki wystąpił w grudniu 2023 roku. Podczas tego epizodu, na 35 stacjach przekroczona została wartość uznana za próg wynosząca $8,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Zróżnicowanie przestrzenne uśrednionych wartości stężeń w ciągu tych 4 dni było znaczne, o czym świadczą wartości minimalne i maksymalne (Tab. 14-8).

Epizod zaznaczony był głównie w południowej części Polski, szczególnie zauważalny na stacjach pomiarowych, gdzie wartość progu została przekroczona ponad 2,5-krotnie, tj. na stacjach zlokalizowanych w województwach śląskim (Rys. 14-12).

Tab. 14-8. Charakterystyka epizodu wysokich stężeń dwutlenku siarki SO_2 w 2023 roku

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

Epizod			Stężenie SO_2 podczas epizodu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu ($8,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2023-12-05 do 2023-12-08	4	35	0,3	9,4	47,6



Rys. 14-12. Stężenia średnie dwutlenku siarki SO_2 w okresie epizodu wysokich stężeń (05-08.12.2023)

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

Na żadnym stanowisku pomiarowym w kraju w 2023 roku (podobnie jak w latach ubiegłych) nie stwierdzono przekroczeń poziomu alarmowego określonego dla SO_2 .

15. Stężenia tlenku węgla CO

W niniejszym rozdziale przedstawiono podsumowanie wyników pomiarów stężeń tlenku węgla CO na stacjach PMŚ w Polsce w 2023 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 2023 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 56 stanowisk pomiarowych, w tym 16 komunikacyjnych, 37 tła miejskiego, 1 podmiejskiej oraz 2 pozamiejskich (Rys. 15-1).



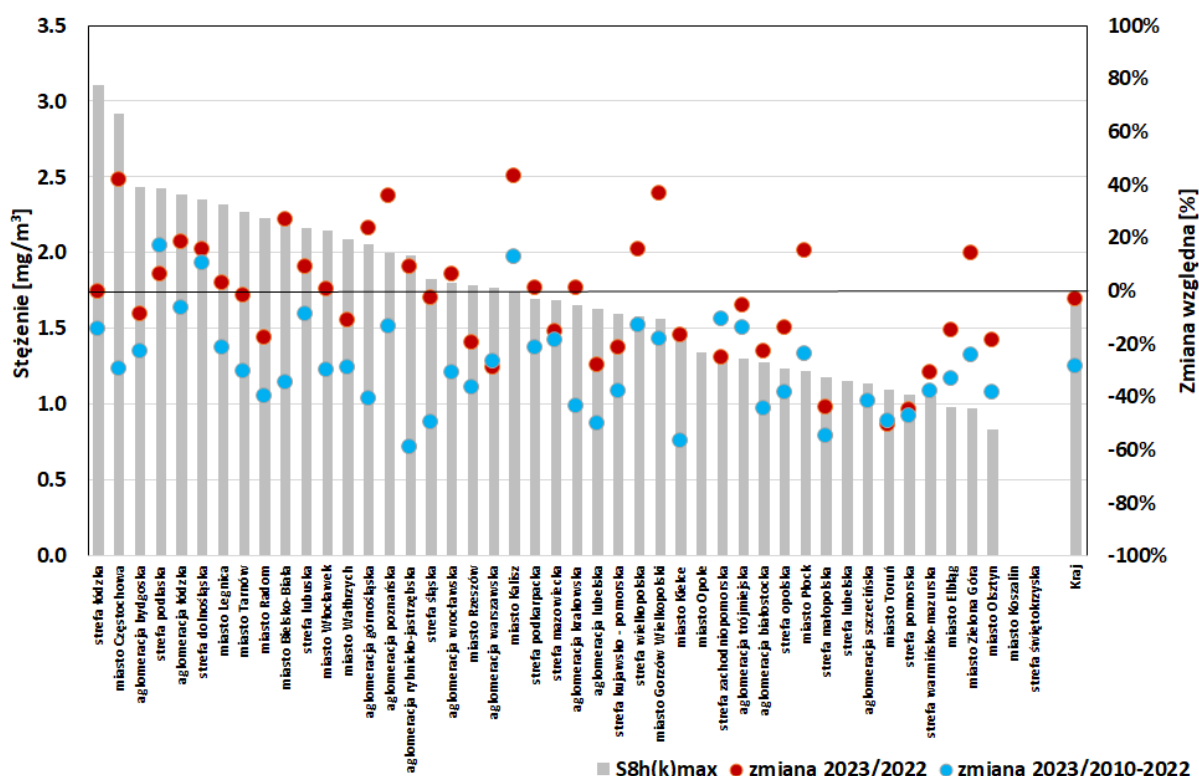
Rys. 15-1. Stacje pomiarowe tlenku węgla CO w 2023 r. uwzględnione w ocenie

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 2023 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 2023 roku wyniosło 1,73 mg/m³. Największe wartości średnie S8h(k)max przekraczające 3 mg/m³ w odnotowano w strefie łódzkiej, zaś najmniejsze, poniżej 1,0 mg/m³ w Olsztynie, Zielonej Górze oraz Elblągu (Rys. 15-2, Tab. 15-2). W przypadku 19 stref na 41 analizowanych (w strefie lubelskiej, miasto Opole oraz aglomeracji szczecińskiej nie prowadzono pomiarów CO w 2022 roku, zaś Koszalinie i strefie świętokrzyskiej - w 2023 roku) zanotowano wzrost stężenia S8h(k)max w latach 2010-2023, największy (ponad 35%) w Kaliszu, Częstochowie i Gorzowie Wielkopolskim oraz w aglomeracji poznańskiej. W stężenia maksymalne dobowe 8-godz. spośród średnich kroczących spadły. Najbardziej widoczny spadek, ponad 45% zaobserwowano dla Torunia i w strefie pomorskiej (Rys. 15-2 i Tab. 15-2).



Rys. 15-2. Maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich kroczących tlenku węgla CO w 2023 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2022

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

Tab. 15-2. Parametry jakości powietrza dla tlenku węgla CO w 2023 r. (maksymalne stężenie średnie dobowe ze średnich kroczących S8h(k)max).

Kolorem **czzerwonym** zaznaczono wzrosty stężeń

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

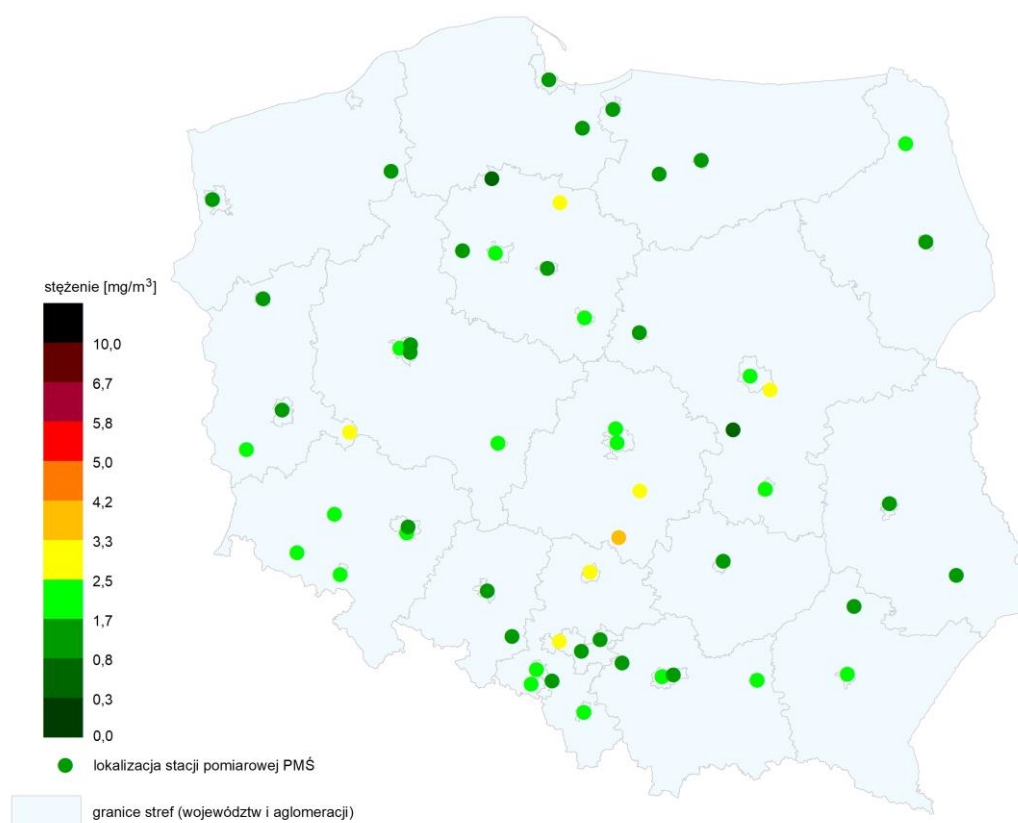
Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie S8h(k)max [mg/m³]			Zmiana względna S8h(k)max [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z S8h(k)max > 10 mg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2023/2022	2023/2010-2022
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	2		1,40	1,81	2,21	6,2%	-31,2%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		2,32	2,32	2,32	2,9%	-21,5%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		2,09	2,09	2,09	-11,5%	-29,0%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	1		2,35	2,35	2,35	15,4%	10,2%
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	1		2,43	2,43	2,43	-9,1%	-22,9%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		1,09	1,09	1,09	-50,5%	-49,4%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		2,15	2,15	2,15	0,5%	-30,1%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	3		0,55	1,60	2,71	-21,7%	-38,1%
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1		1,63	1,63	1,63	-28,3%	-50,3%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	1		1,15	1,15	1,15		
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		1,57	1,57	1,57	36,4%	-18,3%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		0,98	0,98	0,98	13,8%	-24,4%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	2		1,73	2,17	2,60	9,0%	-9,1%
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	2		2,28	2,38	2,48	18,3%	-6,6%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	2		2,56	3,10	3,65	-0,5%	-14,5%
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	2		1,42	1,66	1,90	0,6%	-43,9%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		2,27	2,27	2,27	-2,0%	-30,7%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	1		1,18	1,18	1,18	-43,9%	-55,1%
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	1		1,77	1,77	1,77	-29,3%	-26,6%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		1,22	1,22	1,22	14,7%	-24,1%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		2,23	2,23	2,23	-17,8%	-39,9%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	2		0,70	1,69	2,68	-15,5%	-19,0%
opolskie	PL1601	miasto Opole	1		1,34	1,34	1,34		
opolskie	PL1602	strefa opolska	1		1,23	1,23	1,23	-14,1%	-38,5%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		1,79	1,79	1,79	-19,8%	-36,7%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	1		1,70	1,70	1,70	0,6%	-21,8%
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	1		1,28	1,28	1,28	-23,2%	-44,9%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1		2,42	2,42	2,42	6,0%	17,0%
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	1		1,31	1,31	1,31	-5,5%	-14,1%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	1		1,07	1,07	1,07	-45,0%	-47,3%
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	3		1,47	2,05	3,08	23,4%	-40,9%
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	2		1,60	1,98	2,36	8,9%	-59,2%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		2,21	2,21	2,21	26,5%	-34,9%

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.	2023/2022	2023/2010-2022
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1		2,92	2,92	2,92	41,6%	-29,6%
śląskie	PL2405	strefa śląska	1		1,83	1,83	1,83	-2,7%	-49,9%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1		1,50	1,50	1,50	-17,0%	-56,9%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska							
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		0,84	0,84	0,84	-18,7%	-38,7%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		0,98	0,98	0,98	-15,3%	-33,3%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	1		1,05	1,05	1,05	-30,9%	-37,9%
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska	2		1,56	2,00	2,43	35,8%	-13,6%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		1,75	1,75	1,75	43,2%	12,5%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	1		1,58	1,58	1,58	15,3%	-13,2%
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	1		1,14	1,14	1,14		-41,7%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin							
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		1,33	1,33	1,33	-25,5%	-10,7%
Kraj			56	0	0,55	1,73	3,65	-3,1%	-28,8%

Odnosząc wartości średnie dla stref S8h(k)max z 2023 roku do wartości średniej z okresu 2010-2022 można zauważyć spadek stężeń CO na obszarach 39 z 42 poddanych analizie stref. Największe spadki (ponad 50%) dotyczyły aglomeracji rybnicko-jastrzębskiej i lubelskiej oraz Kielc i strefy małopolskiej. W przypadku 3 stref (dolnośląskiej i podlaskiej oraz miasta Kalisza) zanotowano wyższą wartość w 2023 roku niż średnia z wielolecia, największy 17% dla strefy podlaskiej (Rys. 15-2 i Tab. 15-2).

Przekroczenie standardu jakości powietrza (poziomu dopuszczalnego) nie wystąpiło na żadnej stacji, ani w żadnej strefie (Tab. 15-2).

Rozkład maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących CO na poszczególnych stacjach w roku 2023 wykazuje na niskie i umiarkowane stężenia na całym obszarze kraju z wyraźnym zaznaczeniem stacji komunikacyjnych i miejskich oraz jednej stacji podmiejskiej w województwie mazowieckim (Rys. 15-2 i 15-3).

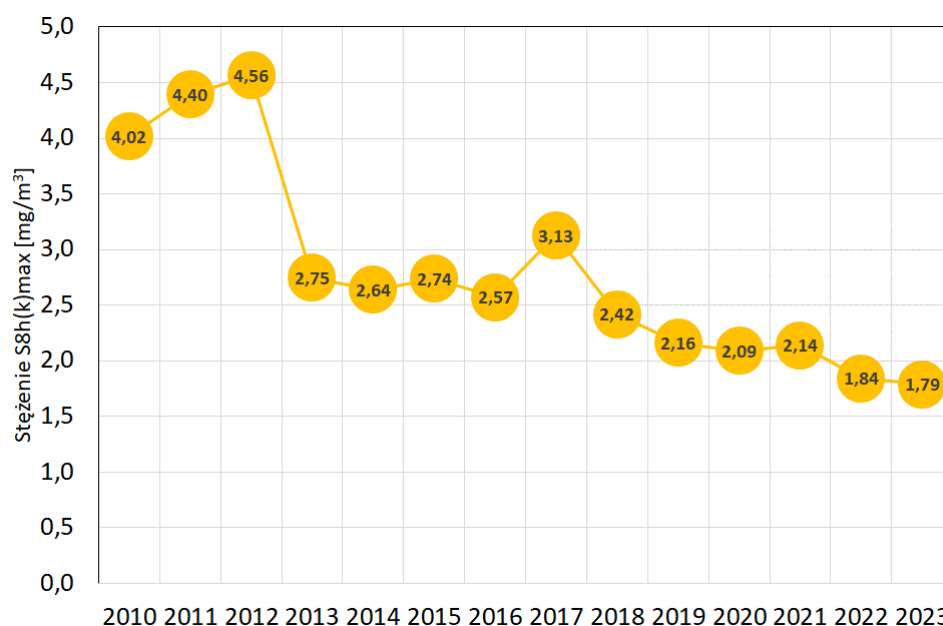


Rys. 15-3. Maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich kroczących tlenku węgla CO na stacjach pomiarowych w 2023 r.

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

Przeprowadzona analiza zmian w okresie 2010-2023 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 i nastąpiła stabilizacja tendencji spadkowej z niewielkim wahnięciem w 2017 roku. Rok 2023 charakteryzował się najniższą wartością maksymalnego dobowego stężenia 8-godz. w całym analizowanym wieloleciu (Rys. 15-4). Amplituda maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących CO w okresie 2010-2023 wyniosła 2,8 mg/m³. Należy w tym miejscu 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.



Rys. 15-4. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących tlenku węgla CO w Polsce w okresie 2010-2023

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

W analizowanym okresie 2010-2013 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 2020-2023 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 2010-2022 (Tab. 15-3).

Tab. 15-3. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących tlenku węgla CO w latach 2010-2023 z uwzględnieniem typów stacji

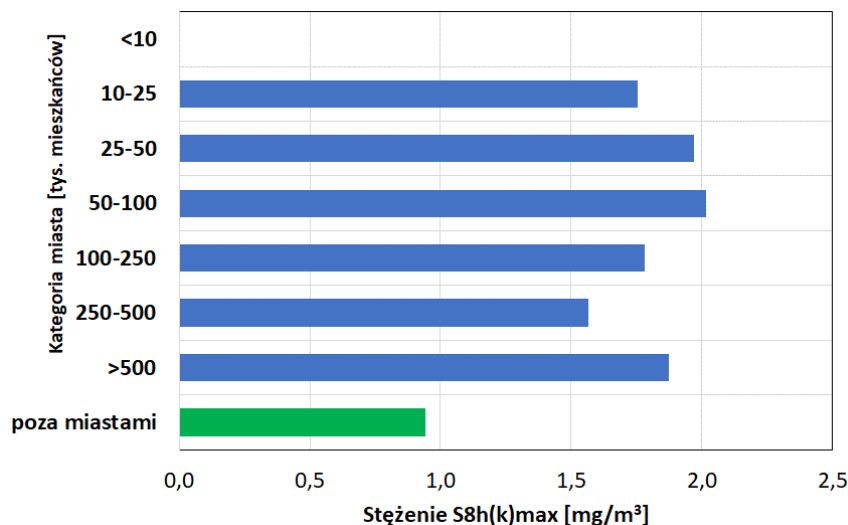
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Stężenie S8h(k)max [mg/m³]														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
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	
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	
podmiejska						2,15	3,57	2,88	3,51	1,61	2,79	3,71	3,09	2,68	
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	

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 w 2023 roku wykazała, że najwyższe wartości obserwowano w miastach o liczbie mieszkańców 50-100 tys. oraz nieco mniejsze dla miast z przedziału 25-50 tys. Wysokie stężenia dotyczyły

również aglomeracji (miast z liczbą mieszkańców powyżej 0,5 mln) oraz 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 2023 r.

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

Średnie stężenia S8h(k)max dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w całym okresie 2010-2023 jak przedstawiona dla roku 2023, przy zauważalnym wzroście stężeń na obszarach małych miast (poniżej 10 tys. mieszkańców) w latach 2017-2022. Należy podkreślić, że w 2023 roku dla 3 kategorii miast: aglomeracji (powyżej 500 tys. mieszkańców), miast dużych (50-100 tys.) oraz miast małych (10-25 tys.) zanotowano wzrost stężeń średnich S8h(k)max z roku na rok, najwyższy w przypadku miast dużych. Największe spadki z roku na rok dotyczyły miast bardzo dużych z liczbą mieszkańców w przedziale 250- 500 tys. (Tab. 15-4).

Tab. 15-4. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących tlenku węgla CO w latach 2010-2023 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

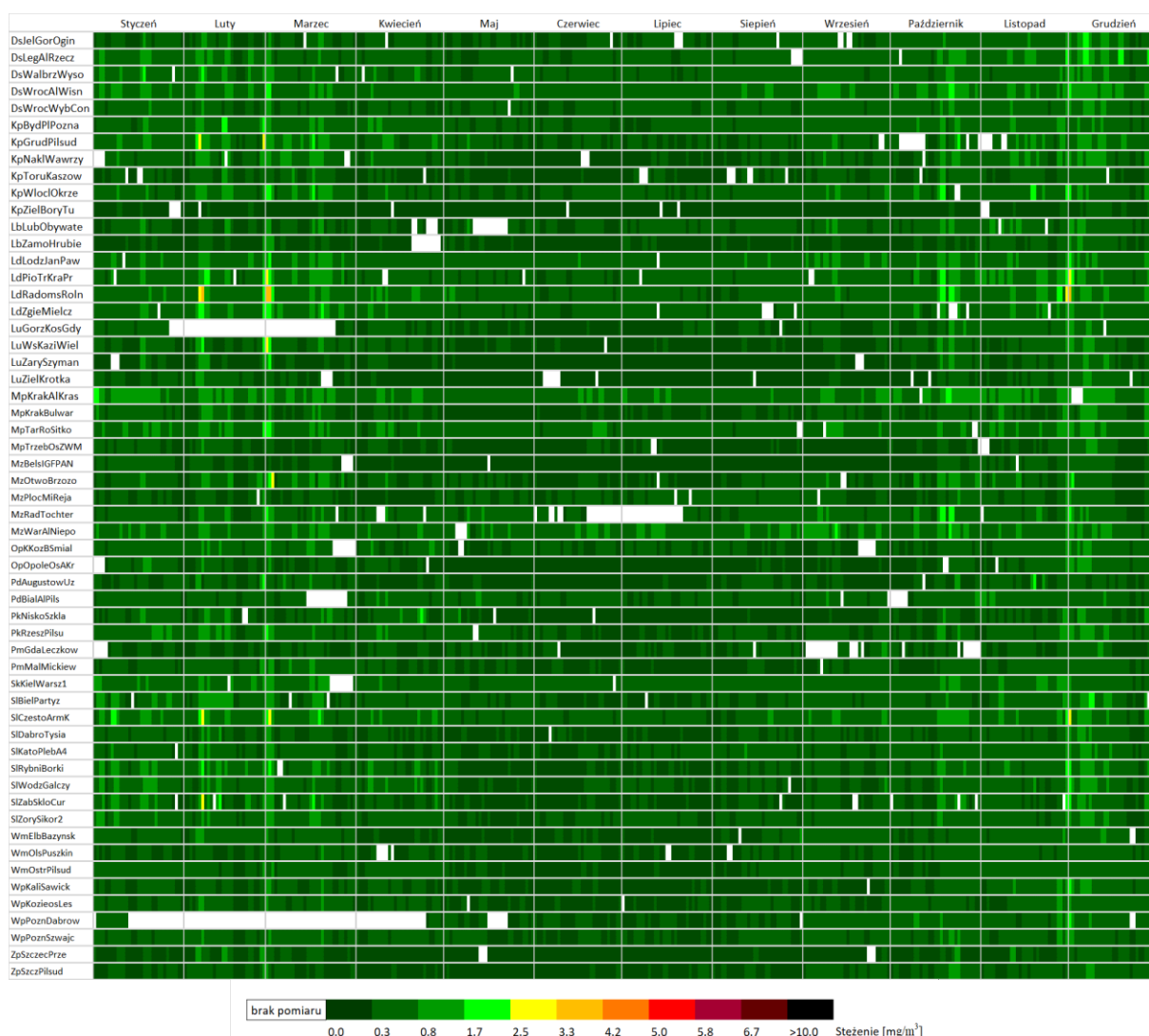
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Kategoria miasta	Stężenie S8h(k)max [mg/m³]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2022
>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
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
100-250	4,67	5,32	5,15	2,98	2,71	2,96	2,70	3,67	2,73	2,34	2,48	2,28	1,81	1,78
50-100			3,06	3,07	2,56	2,69	2,71	3,46	2,38	2,25	2,43	2,25	1,96	2,02
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
10-25					2,48	2,62	2,80	2,61	2,24	1,89	2,08	1,87	1,66	1,75
<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

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 – $0,94 \text{ mg/m}^3$ (próg epizodu) została przekroczona w 2023 roku tylko raz przez 3 dni na przełomie lutego i marca (Tab. 15-5).



Rys. 15-6. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących tlenku węgla CO w 2023 r.

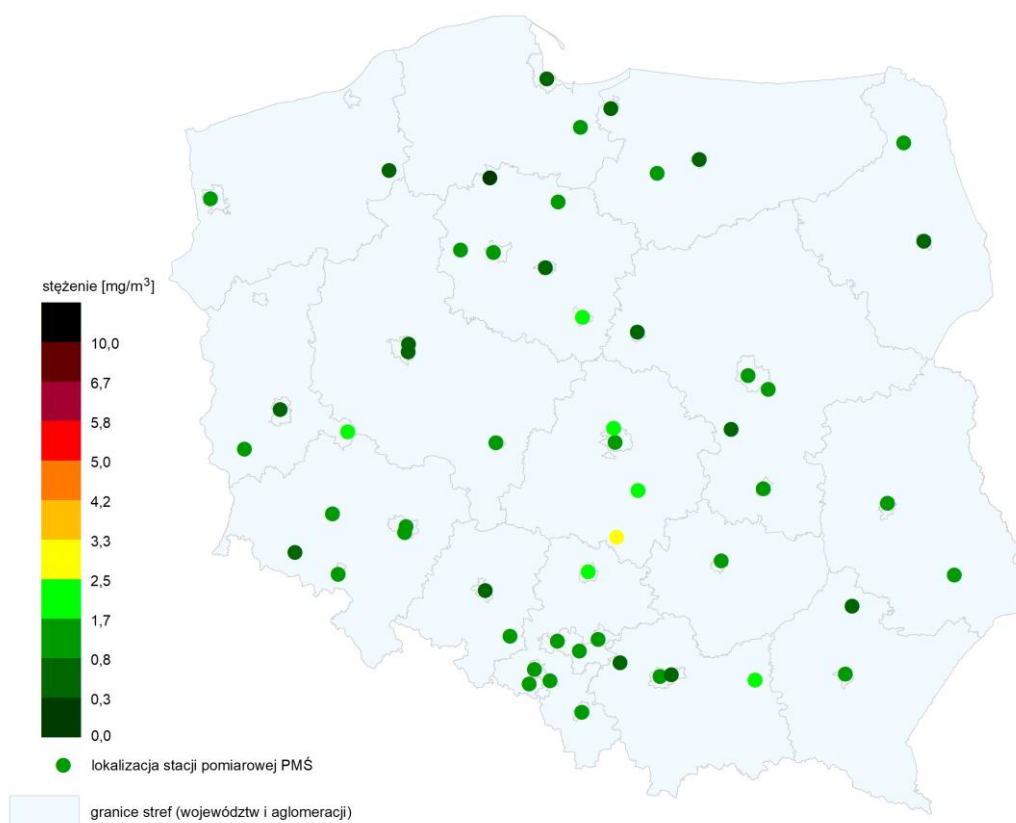
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 15-5. Charakterystyka epizodu wysokich stężeń dwutlenku siarki CO w 2023 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 2023-02-28 do 2023-03-02	3	29	0,19	1,13	3,54

W trakcie występowania epizodu zanotowano przekroczenie progu epizodu na 29 stacjach pomiarowych. Na mapie przedstawiono wartości uśrednionych stężeń zmierzonych na poszczególnych stacjach w czasie trwania epizodu (Rys. 15-7). Najwyższe stężenia S8h(k)max tlenku węgla odnotowano na stacjach miejskich zlokalizowanych w województwach: łódzkim, śląskim małopolskim oraz kujawsko-pomorskim.



Rys. 15-7. Stężenia średnie z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich krocących CO w okresie epizodu wysokich stężeń (28.02-02.06.2023)

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 2023 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 stężen	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 2023 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 66 stanowisk pomiarowych, w tym 10 komunikacyjnych, 52 tła miejskiego, 3 podmiejskich i 1 pozamiejskiej (Rys. 16-1).

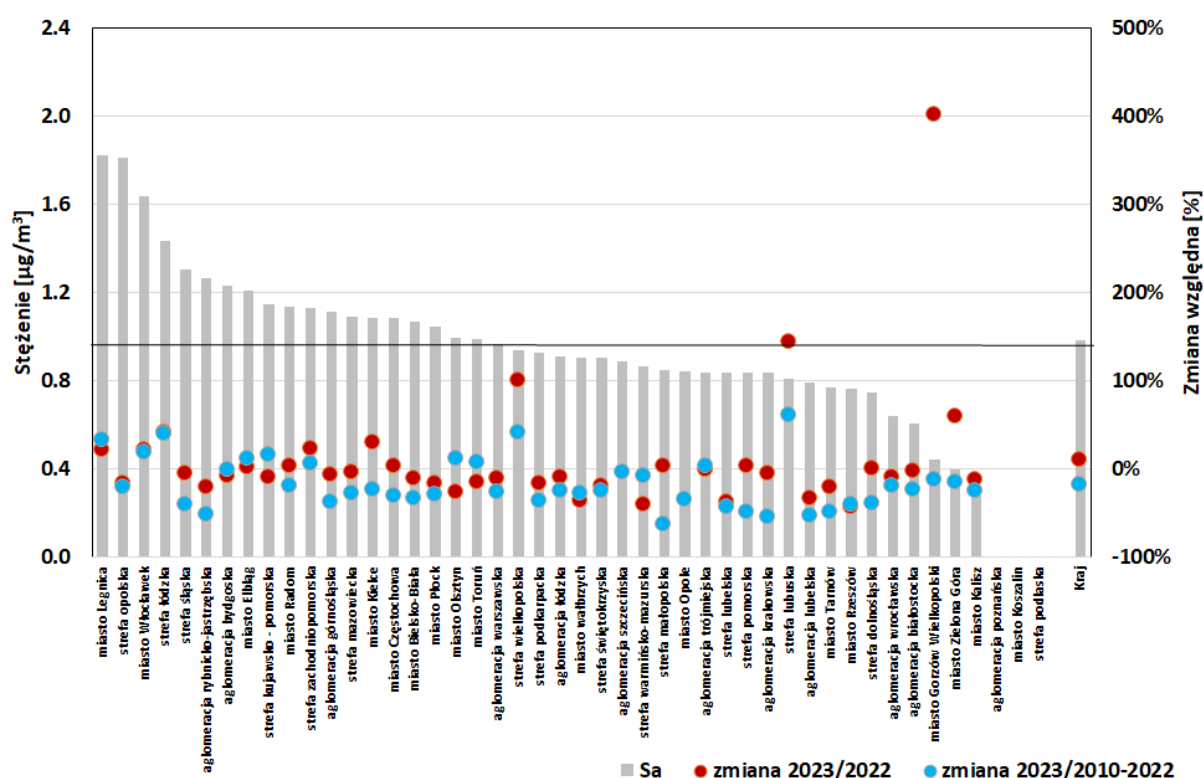


Rys. 16-1. Stacje pomiarowe benzenu C₆H₆ w 2023 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

16.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W poniższym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla benzeny C_6H_6 w roku 2023 w zakresie stężeń odniesionych do rocznego poziomu dopuszczalnego w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2022, w tym z analizą trendów zmian. 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 2023 roku wyniosło $0,98 \mu g/m^3$. Największe stężenie średnie roczne benzeny przekraczające $1,8 \mu g/m^3$ odnotowano dla miasta Legnicy oraz strefy opolskiej, zaś najmniejszą (poniżej $0,4 \mu g/m^3$) w mieście Kalisz (Rys. 16-2, Tab. 16-2). Przekroczenie standardu jakości powietrza, tj. poziomu dopuszczalnego dla stężeń średnich rocznych benzeny nie wystąpiło na żadnej stacji w 2022 roku (Tab. 16-2).



Rys. 16-2. Stężenie średnie roczne C_6H_6 w 2023 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2022

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

W 14 strefach na 41 analizowanych (w strefie miasto Opole oraz aglomeracji szczecińskiej nie prowadzono pomiarów C_6H_6 w 2022 roku, a aglomeracji poznańskiej, Koszalinie i strefie podlaskiej w 2023 roku) zanotowano wzrost stężeń średnich rocznych z roku na rok, największy (ponad 100%) dotyczył miasta Gorzów Wielkopolski (wzrost ponad 4-krotny), strefy lubuskiej i wielkopolskiej. W pozostałych 27 strefach stężenia średnich rocznych C_6H_6 spadły, najbardziej zauważalnie na poziomie -40% w strefie warmińsko-mazurskiej oraz Rzeszowie (Tab. 16-2).

Tab. 16-2. Parametry jakości powietrza dla benzenu C₆H₆ w 2023 r. (Stężenie średnie roczne Sa). Kolorem **czzerwonym** zaznaczono wzrosty stężeń

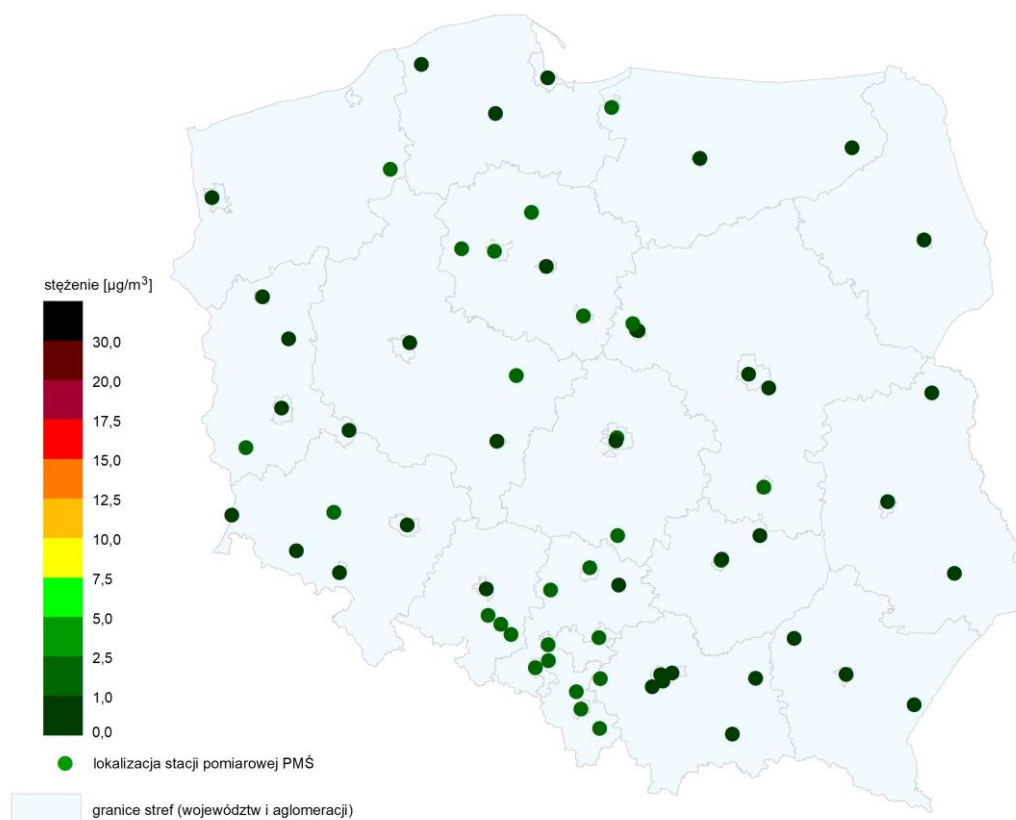
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

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.	2023/2022	2023/2010-2022
dolnośląskie	PL0201	aglomeracja wrocławska	1		0,6	0,6	0,6	-10,6%	-19,3%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		1,8	1,8	1,8	20,7%	31,9%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		0,9	0,9	0,9	-36,6%	-27,9%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	2		0,7	0,7	0,8	-0,7%	-39,8%
kujawsko-pomorskie	PL0401	aglomeracja bydgoska	1		1,2	1,2	1,2	-8,1%	-1,3%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		1,0	1,0	1,0	-15,7%	7,2%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		1,6	1,6	1,6	20,9%	18,0%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko-pomorska	2		1,0	1,1	1,2	-9,7%	15,2%
lubelskie	PL0601	aglomeracja lubelska	1		0,8	0,8	0,8	-34,6%	-53,6%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	2		0,8	0,8	0,8	-38,6%	-43,5%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		0,4	0,4	0,4	400,5%	-12,8%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		0,4	0,4	0,4	59,4%	-15,9%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	3		0,4	0,8	1,3	142,9%	59,7%
łódzkie	PL1001	aglomeracja łódzka	2		0,8	0,9	1,0	-10,5%	-25,5%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1		1,4	1,4	1,4	40,8%	39,2%
małopolskie	PL1201	aglomeracja krakowska	3		0,6	0,8	1,0	-5,4%	-55,2%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		0,8	0,8	0,8	-22,0%	-49,7%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	3		0,7	0,8	1,1	2,6%	-63,3%
mazowieckie	PL1401	aglomeracja warszawska	1		1,0	1,0	1,0	-11,4%	-26,8%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	2		0,9	1,0	1,2	-16,8%	-29,7%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		1,1	1,1	1,1	2,0%	-20,5%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	2		0,9	1,1	1,3	-4,6%	-28,9%
opolskie	PL1601	miasto Opole	1		0,8	0,8	0,8		-36,1%
opolskie	PL1602	strefa opolska	3		1,1	1,8	2,4	-16,4%	-21,1%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		0,8	0,8	0,8	-43,3%	-40,7%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	2		0,9	0,9	1,0	-16,4%	-37,1%
podlaskie	PL2001	aglomeracja białostocka	1		0,6	0,6	0,6	-2,8%	-24,0%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska							
pomorskie	PL2201	aglomeracja trójmiejska	1		0,8	0,8	0,8	-1,6%	2,5%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	2		0,7	0,8	1,0	2,2%	-49,9%
śląskie	PL2401	aglomeracja górnośląska	2		1,0	1,1	1,2	-7,9%	-38,4%
śląskie	PL2402	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	1		1,3	1,3	1,3	-21,0%	-52,6%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		1,1	1,1	1,1	-10,8%	-34,2%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1		1,1	1,1	1,1	3,1%	-30,6%

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.	2023/2022	2023/2010-2022
śląskie	PL2405	strefa śląska	5		0,6	1,3	1,8	-5,9%	-41,6%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	2		0,8	1,1	1,3	29,6%	-24,0%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1		0,9	0,9	0,9	-19,6%	-26,0%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		1,0	1,0	1,0	-27,1%	11,4%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		1,2	1,2	1,2	1,4%	10,7%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	1		0,9	0,9	0,9	-40,9%	-9,1%
wielkopolskie	PL3001	aglomeracja poznańska							
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		0,3	0,3	0,3	-12,2%	-25,8%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	2		0,7	0,9	1,2	100,1%	40,2%
zachodniopomorskie	PL3201	aglomeracja szczecińska	1		0,9	0,9	0,9		-4,0%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin							
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		1,1	1,1	1,1	22,1%	5,7%
Kraj			66	0	0,29	0,98	2,43	9,7%	-17,9%

Odnosząc wartości stężeń średnich rocznych benzenu z 2023 roku do średnich z wielolecia 2010-2022 zauważalny jest spadek stężeń na obszarach 32 z 43 analizowanych stref (w aglomeracji poznańskiej, Koszalinie oraz strefie podlaskiej a nie prowadzono pomiarów C_6H_6 w 2023 roku), największe w strefie małopolskiej (ponad 63%) oraz aglomeracji krakowskiej (ponad 55%). Wzrost stężeń w roku 2023 w stosunku do okresu 2010-2022 wystąpił w 11 strefach, największy (blisko 60%) dla strefy lubuskiej (Rys. 16-2 i Tab. 16-2).

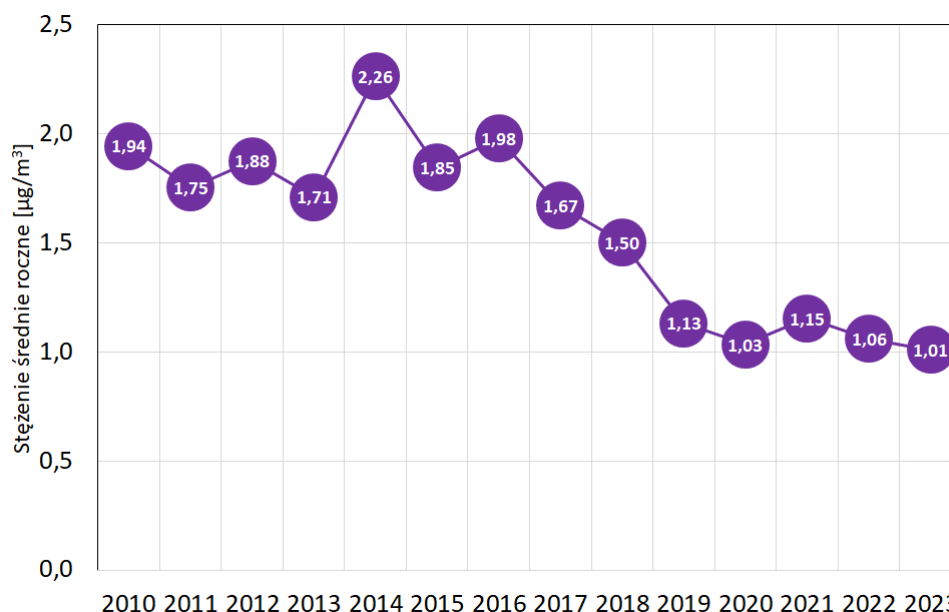
Rozkład stężeń średnich rocznych C_6H_6 na poszczególnych stacjach pomiarowych w 2023 roku nie wykazuje znaczących różnic pomiędzy stacjami (Rys. 16-3).



Rys. 16-3. Stężenia średnie roczne na stacjach pomiarowych benzenu C_6H_6 w 2023 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Analiza zmian stężeń średnich rocznych C_6H_6 w okresie 2010-2023 wskazuje na istotny statystycznie trend malejący, szczególnie widoczny w okresie 2014-2023. W okresie 2019-2022 w praktyce można mówić o ustabilizowaniu się stężeń. Najwyższe stężenie obserwowano w 2014 roku, zaś najniższe w 2023 (Rys. 16-4). Amplituda stężeń średnich rocznych w rozważanym okresie 2010-2023 wynosi $1,3 \mu g/m^3$.

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 2021-2023 liczba stacji wzrosła powyżej 60. Niewielka liczba stacji do roku 2012 może mieć wpływ na uzyskane wyniki.



Rys. 16-4. Zmiany stężeń średnich rocznych benzenu C_6H_6 w Polsce w okresie 2010-2023
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Podobnie jak w latach wcześniejszych, w 2023 roku różnice pomiędzy stężeniami średnimi rocznymi benzenu na stacjach komunikacyjnych, miejskich i podmiejskich nie różnią się znacząco i były wyższe niż na stacjach pozamiejskich. W 2023 roku najwyższe wartości uzyskano na stacjach podmiejskich i następnie miejskich (Tab. 16-4).

Tab. 16-3. Zmiany stężeń średnich rocznych benzenu C_6H_6 w latach 2010-2023 z uwzględnieniem typów stacji

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

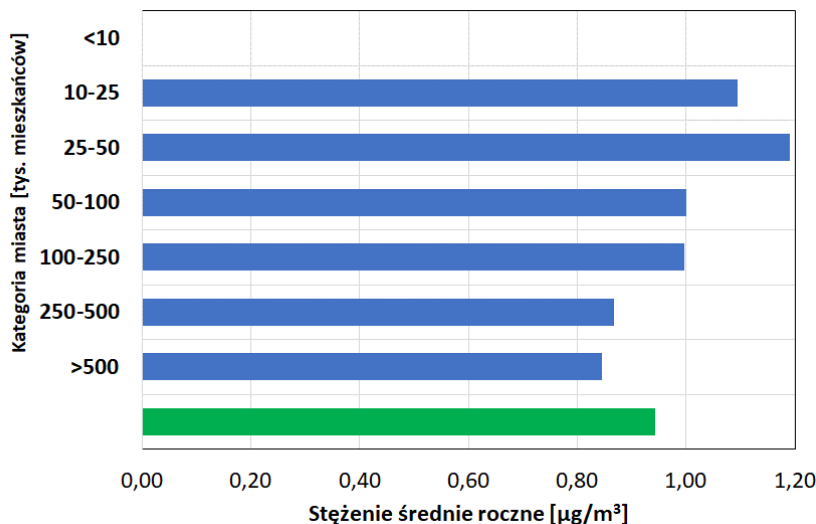
Typ stacji	Stężenie S_a [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
komunikacyjna	1,49	1,62	1,72	1,17	1,89	1,73	1,77	1,48	1,44	1,17	1,00	1,16	1,15	0,97
miejska	2,04	1,77	1,90	1,91	2,06	1,91	2,02	1,63	1,47	1,15	1,04	1,16	1,05	1,02
podmiejska					1,36	0,79	1,45	1,01		1,00	1,12	1,18	1,16	1,15
pozamiejska				1,12	1,69	1,35	1,17	1,10	1,03	0,89	0,74	0,87	0,69	0,58

16.2. Jakość powietrza w miastach

Przeprowadzona analiza różnic w zakresie uśrednionych stężeń średnich rocznych C_6H_6 uzyskanych dla miast w poszczególnych kategoriach liczebności populacji w 2023 roku wykazała, że najwyższe wartości obserwuje się w miastach małych tj. o liczbie mieszkańców w granicach 25-50 tys. oraz poniżej 10 tys. mieszkańców. Najniższe stężenia w 2023 roku dotyczyły największych miast, tj. aglomeracji (powyżej 0,5 mln ludności) oraz miast w kategorii 250-500 tys. mieszkańców. Niższe stężenia benzenu występują na obszarach pozamiejskich. W najmniejszych miastach (poniżej 10 tys. mieszkańców) pomiary benzenu w 2023 roku nie były prowadzone (Rys. 16-5).

Średnie stężenia roczne benzenu dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały dużą zmienność w okresie 2010-2023 w porównaniu do 2023 roku, przy czym od 2018 roku stężenia dla wszystkich typów obszarów zbliżyły się do siebie znacząco. W 2023 roku w stosunku

do roku poprzedniego zanotowano spadek stężeń średnich rocznych benzenu dla wszystkich miast z liczbą mieszkańców w granicach 50-500 tys., najbardziej zauważalny dla miast w kategorii 50-100 tys. Największe wzrosty stężeń z roku na rok dotyczyły miast małych, o liczbie mieszkańców 10-25 tys. (Tab. 15-6).



Rys. 16-5. Średnie roczne stężenia benzenu C₆H₆ 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

Tab. 16-4. Zmiany stężeń średnich rocznych benzenu C₆H₆ w latach 2010-2023 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

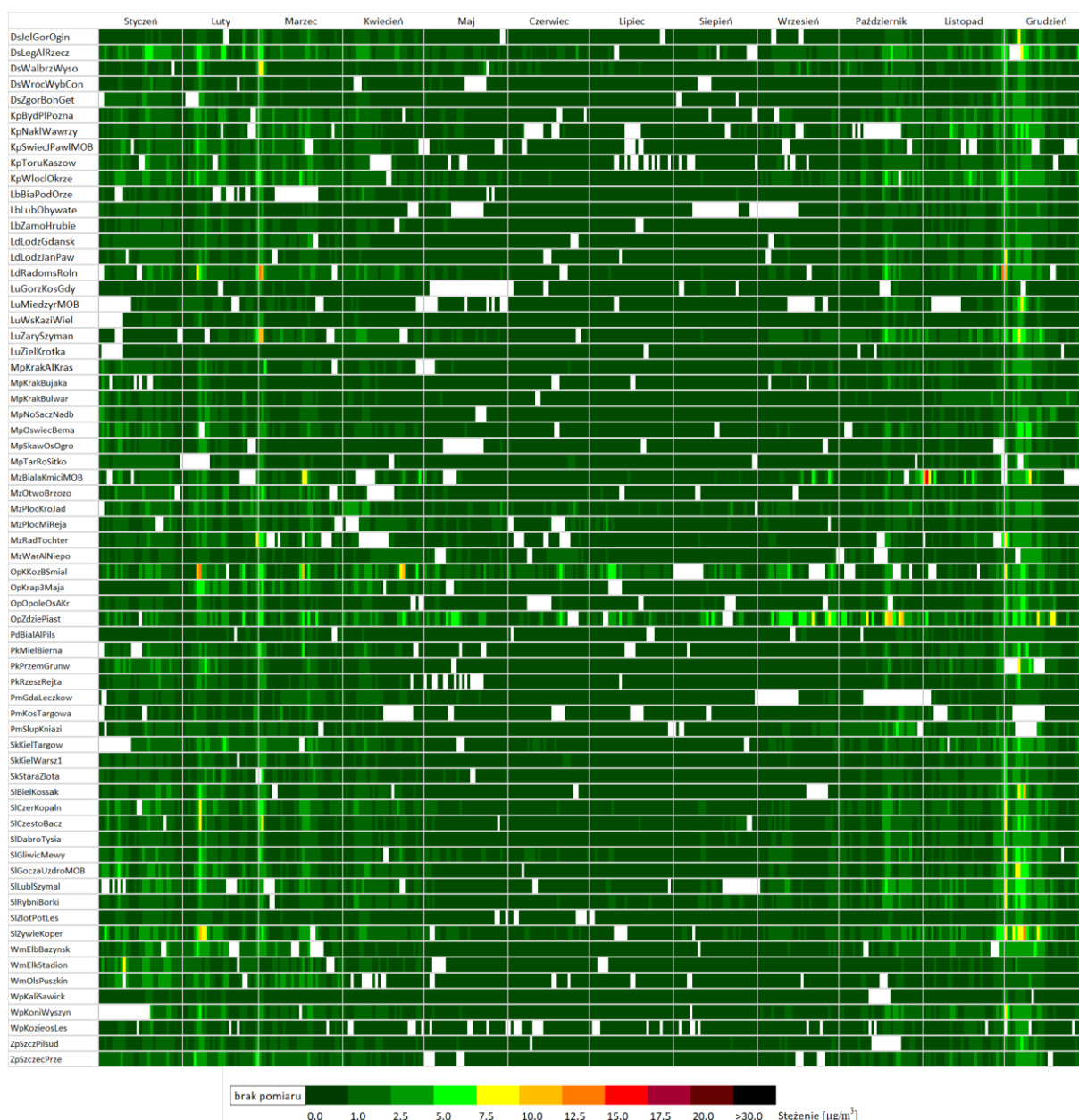
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Kategoria miasta	Stężenie Sa [µg/m³]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
>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
250-500				1,62	1,56	1,23	1,50	1,25	1,19	0,84	1,05	1,02	1,00	0,87
100-250	2,32	1,86	2,03	1,88	1,59	1,48	1,54	1,33	1,27	1,05	1,05	1,16	1,11	1,00
50-100			1,94	2,61	2,04	2,08	2,32	1,56	1,43	1,20	1,29	1,35	1,32	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
10-25				1,19	2,47	2,07	3,31	1,99	1,80	1,03	0,90	1,15	0,98	1,09
<10					3,41	4,93			0,93		1,12	0,85		
obszar poza miastami				1,12	2,45	1,77	2,01	1,94	1,57	0,88	0,89	1,00	0,84	0,94

16.3. Epizody wysokich stężeń

Przebieg stężeń dobowych benzenu na poszczególnych stanowiskach uwzględnionych w analizach przedstawiono na Rys. 16-6. 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.

Stężenia średnie dobowe C₆H₆ 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).



Rys. 16-6. Zmiany stężeń średnich dobowych benzenu C_6H_6 na stacjach pomiarowych w 2023 r.
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Przeprowadzona analiza statystyczna rozkładów stężeń średnich dobowych C_6H_6 w celu wyznaczenia progu, identyfikując okresy epizodów pokazała, że oszacowany na poziomie $2,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ próg epizodu (wyznaczony przy uwzględnieniu założeń identyfikacji epizodów opisanych w rozdziale 2) był przekraczany przez co najmniej 3 dni w 4 okresach zimowych. Dwa pierwsze z nich wystąpiły zimą w pierwszym kwartale roku, a kolejne dwa następujące krótko po sobie w czwartym kwartale (Tab. 16-5).

Tab. 16-5. Charakterystyka epizodów wysokich stężeń benzenu C_6H_6 w 2023 roku

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

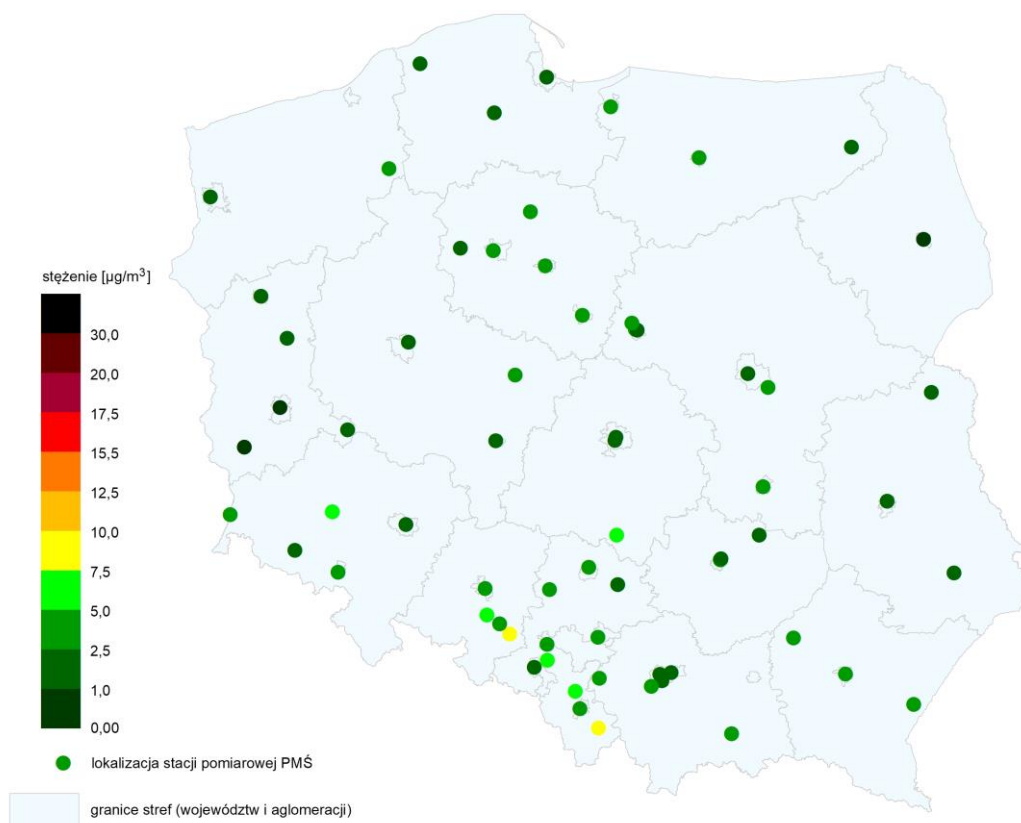
Epizod			Stężenie S24 podczas epizodu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu ($2,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2023-02-06 do 2023-02-09	4	46	0,28	2,94	12,76
2	od 2023-02-28 do 2023-03-02	3	49	0,57	3,23	12,70
3	od 2023-11-30 do 2023-12-02	3	52	0,83	3,33	13,65
4	od 2023-12-04 do 2023-12-10	7	54	0,53	3,37	14,01

Pierwszy epizod miał miejsce na początku lutego i trwał 4 dni. Charakteryzował się najniższym stężeniem średnim i stężeniem minimalnym spośród rozważanych epizodów oraz najmniejszą liczbą stacji (46 z 66 analizowanych), na których zanotowano przekroczenie wyznaczonego progu epizodu dobowymi stężeniami minimalnymi. Epizod wyraźnie zaznaczył się na stacjach południowej Polski w województwach śląskim i opolskim (Rys. 16-7).

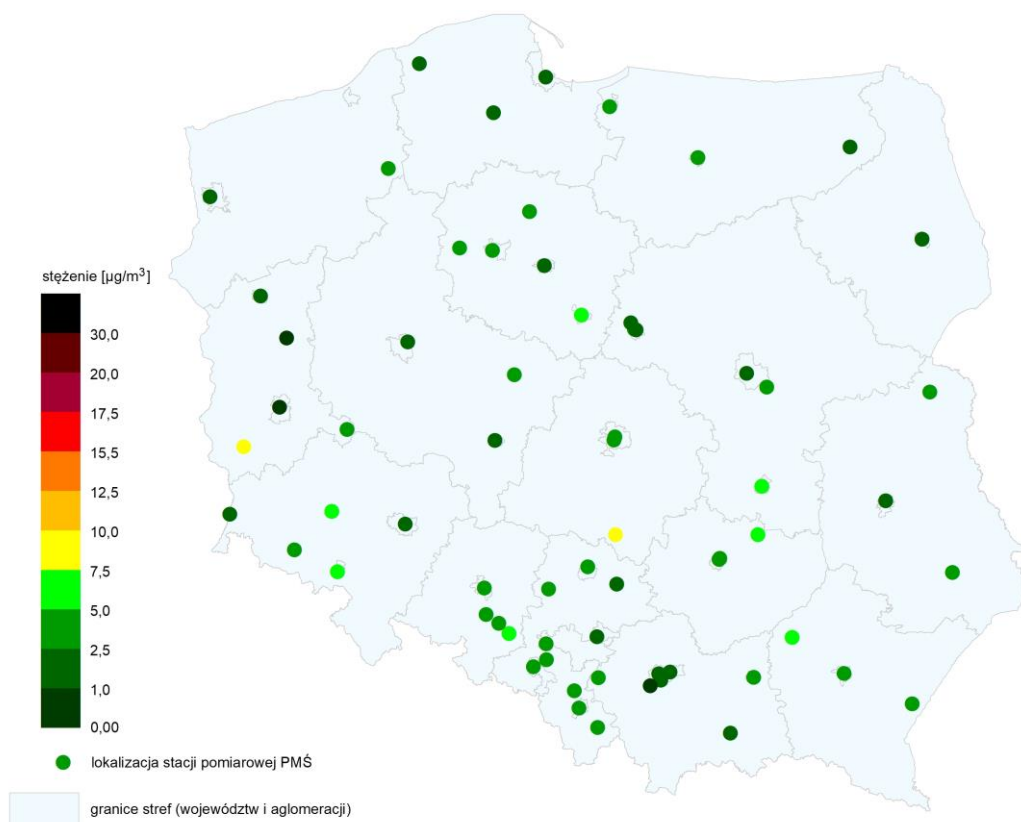
Drugi epizod miał miejsce na przełomie lutego i marca i trwał tylko 3 dni. Charakteryzował się nieco wyższymi stężeniami średnimi oraz znacznie wyższym stężeniem minimalnym w trakcie jego trwania niż epizod pierwszy, przy niemal identycznych stężeniach maksymalnych. Próg epizodu był przekroczony na 49 stacjach. Epizod wyraźnie zaznaczył się na stacjach w województwach łódzkim i lubuskim (Rys. 16-8).

Trzeci epizod wystąpił na przełomie listopada i grudnia i trwał 3 dni. W trakcie jego trwania wystąpiły najwyższe stężenia minimalne. Próg epizodu był przekroczony na 52 stacjach. Epizod wyraźnie zaznaczył się na jednej ze stacji w województwie łódzkim i jednej w mazowieckim oraz kilku stacjach śląskich (Rys. 16-9).

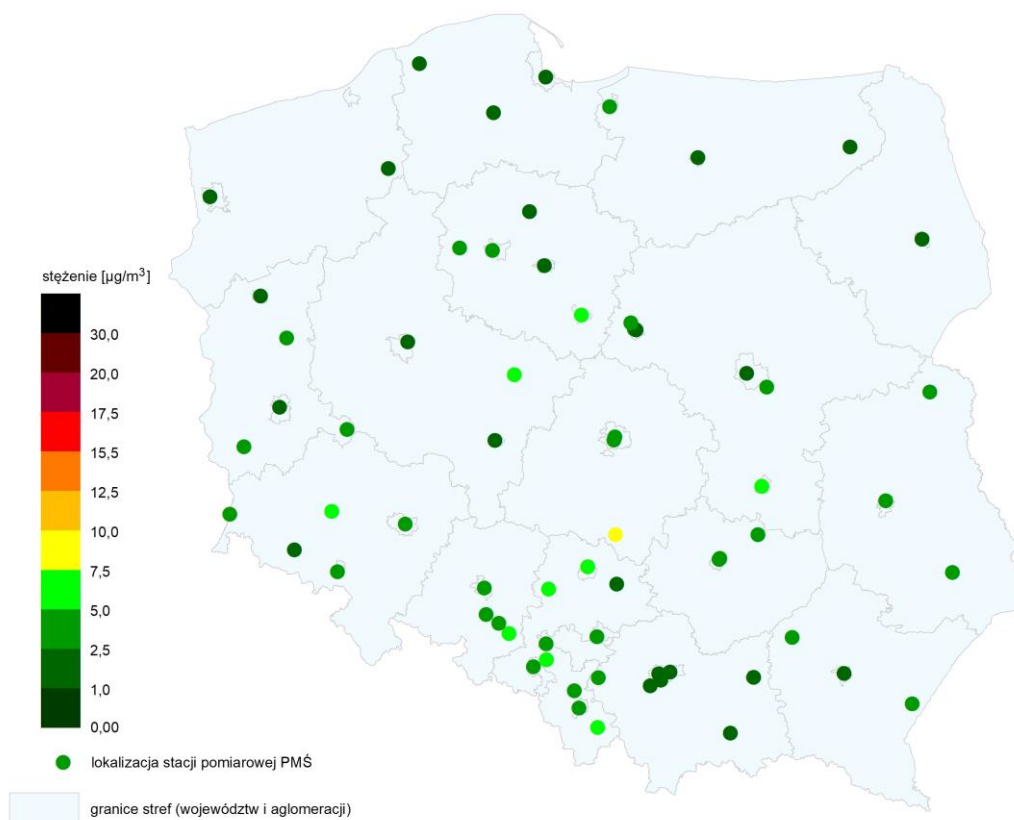
Ostatni epizod nastąpił w grudniu tuż po trzecim. Trwał on najdłużej (7 dni). Charakteryzował się najwyższym stężeniem średnim w trakcie trwania epizodu oraz stężeniem maksymalnym które wystąpiło na jednej ze stacji w województwie śląskim. Próg epizodu był przekroczony na największej liczbie stacji (54). Najwyższe stężenia obserwowano na stacjach południowych województw tj. śląskiego, dolnośląskiego, opolskiego oraz lubuskiego (Rys. 16-10).



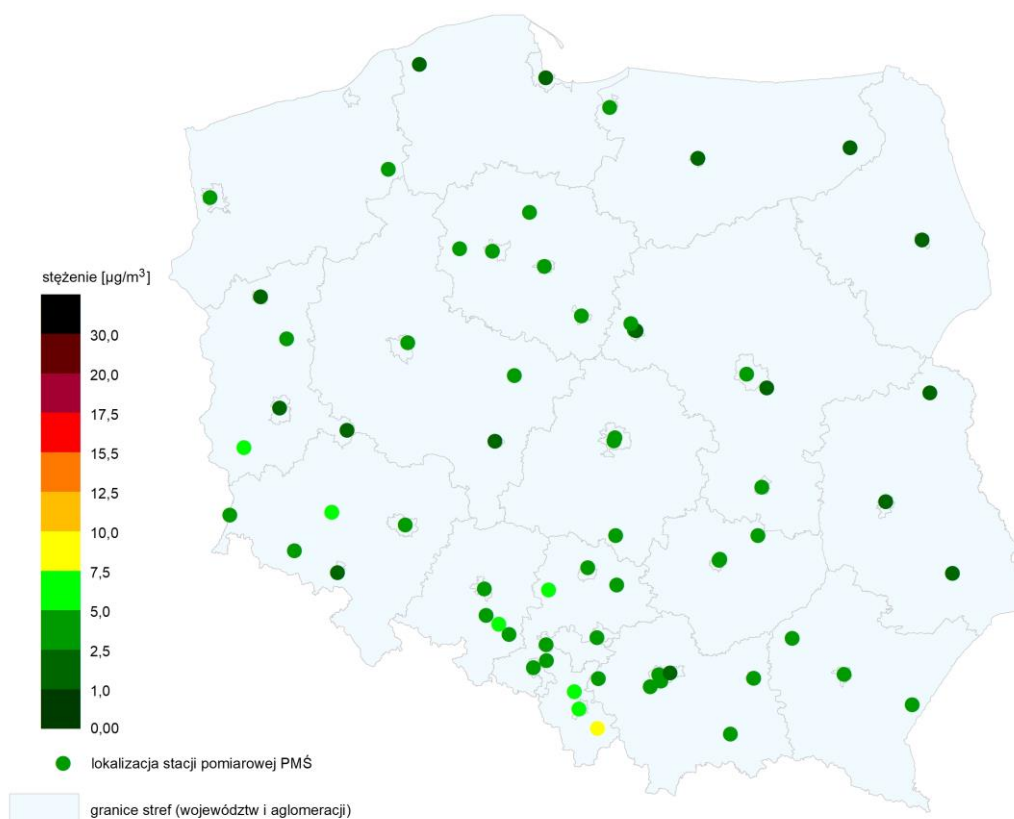
Rys. 16-7. Stężenia średnie benzenu C_6H_6 w okresie epizodu wysokich stężeń (06-09.02.2023)
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 16-8. Stężenia średnie benzenu C_6H_6 w okresie epizodu wysokich stężeń (28.02-02.03.2023)
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 16-9. Stężenia średnie benzenu C_6H_6 w okresie epizodu wysokich stężeń (30.11-02.12.2023)
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 16-10. Stężenia średnie benzenu C_6H_6 w okresie epizodu wysokich stężeń (04-10.12.2023)
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

17. Podsumowanie

17.1. Ocena w skali kraju

W ostatniej dekadzie przeważały lata z warunkami termicznymi klasyfikowanymi od lekko ciepłych po ekstremalnie ciepłe (2019, 2020 i 2023). 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 2023 został uznany za ekstremalnie ciepły we wszystkich regionach, poza Pobrzeżami, gdzie był anomalnie ciepły. Średnia temperatura powietrza w 2023 roku w Polsce wyniosła 10°C i była o 0,8°C wyższa od średniej z lat 2010-2022 i o 0,5°C wyższa od obserwowanej rok wcześniej. We wszystkich porach roku, poza latem, temperatura była wyższa niż rok wcześniej, a największą różnicę odnotowano jesienią. Taka sytuacja miała istotny wpływ na poprawę jakości powietrza w 2023 roku w stosunku do roku wcześniejszego, głównie ze względu na wyższe temperatury w okresie grzewczym (zimą i wiosną), powodujące mniejsze zapotrzebowanie na energię. Pod względem sumy opadów atmosferycznych rok 2023 został sklasyfikowany jako normalny. Sprzyjające warunki meteorologiczne w 2023 roku umożliwiły wzmocnienie trendów malejących stężeń zanieczyszczeń powietrza obserwowanych w ostatnich latach i umocniły pozytywny wpływ podejmowanych działań w zakresie poprawy jakości powietrza.

W 2023 roku przekroczenie standardów jakości powietrza zanotowano w przypadku:

- B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ – na 68 stacjach zlokalizowanych w 17 strefach,
- As w pyłe zawieszonym PM₁₀ – na 1 stacji zlokalizowanej w 1 strefie,
- dobowego pyłu zawieszonego PM₁₀ – na 3 stacjach w 2 strefach,
- O₃ dla maksymalnego stężenia średniego dobowego ze średnich krocących S_{8h(k)}max – na 99 stacjach w 45 strefach,
- O₃ dla percentyla 93,2 z maksymalnych stężeń średnich dobowych ze średnich krocących S_{8h(k)}max – na 1 stacji w 1 strefie,
- O₃ dla AOT40 – na 28 stacjach w 15 strefach,
- NO₂ dla stężenia średniego rocznego - na 4 stacjach w 4 strefach.

17.2. Trendy zanieczyszczeń

Widoczna poprawa jakości powietrza w skali kraju z roku na rok zauważalna jest dla wszystkich zanieczyszczeń z wyjątkiem ozonu (percentyl 93,2, wskaźnik SOMO35 i AOT40) oraz niklu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ gdzie wzrosty nie przekroczyły 16%. Najbardziej istotne spadki stężeń zaobserwowano w przypadku oznaczanych pyłe zawieszonym PM₁₀ B(a)P (blisko 37%), As (ponad 28%) i Pb (blisko 25%) oraz dobowego pyłu zawieszonego PM₁₀ (ponad 25%). Widoczne spadki z roku na rok zanotowano również w przypadku SO₂ i rocznego stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ (ponad 15%).

Wykonane analizy porównawcze uzyskanych w 2023 roku stężeń w skali kraju na tle średnich z okresu 2010-2022 wykazały znacznie spadki, które dotyczyły wszystkich zanieczyszczeń z wyjątkiem O₃ dla wskaźników AOT40 i SOMO35. Największe pozytywne zmiany dotyczyły B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ (67%), SO₂ dla obu percentyli (ponad 57%) oraz

Cd i Pb oznaczanych w pyłe zawieszonym PM10 (ponad 44%). Istotne zmiany (przekraczające 30%) zaobserwowano w przypadku stężeń średnich rocznych pyłu PM2,5 i PM10, benzenu, tlenku węgla oraz As oznaczanego 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 poniższych 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 2010-2023 wskazują na istotne statystycznie trendy malejące stężeń dla niemal wszystkich zanieczyszczeń ocenianych ze względu na ochronę zdrowia. Wyjątek stanowi Ni oznaczany w pyłe zawieszonym PM10 oraz O₃ (wszystkie analizowane parametry), dla których obserwuje się nieistotne statystycznie tendencje malejące lub brak tendencji (SOMO35). W przypadku ochrony roślin dla O₃ dla wskaźnika rocznego AOT40, obserwuje się tendencję rosnącą.

Dla większości zanieczyszczeń obserwuje się najwyższą istotność statystyczną. Dotyczy to pyłu zawieszonego PM2,5, pyłu zawieszonego PM10 i oznaczanych w nim B(a)P, Cd i Pb oraz zanieczyszczeń gazowych tj. NO₂, SO₂ oraz CO. W przypadku benzenu, a także As oznaczanego 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 2010-2023

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	-4,38	***
PM10	Sa	1 rok	-4,27	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-4,27	***
BaP(PM10)	Sa	1 rok	-3,61	***
As(PM10)	Sa	1 rok	-2,08	*
Cd(PM10)	Sa	1 rok	-4,38	***
Ni(PM10)	Sa	1 rok	-1,20	
Pb(PM10)	Sa	1 rok	-4,38	***
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-0,99	
	Percentyl 93,2	8 godz.	-1,20	
	SOMO35	8 godz.	0,00	

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
NO ₂	Sa	1 rok	-4,05	***
	Percentyl 99,8	1 godz.	-3,61	***
SO ₂	Sa	1 rok	-4,60	***
	Percentyl 99,2	24 godz.	-4,16	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-4,05	***
CO	S8h(k)max	8 godz.	-3,94	***
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-3,28	**
O ₃	wskaźnik AOT40	1 godz.	0,66	
	wskaźnik AOT40 z 5 lat	1 godz.	-2,08	*

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 2010-2023 obserwuje się istotne statystycznie trendy malejące dla wszystkich zanieczyszczeń, z wyjątkiem B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀, dla którego widoczna jest jedynie tendencja malejąca. 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 PM_{2,5} i PM₁₀, NO₂, SO₂ (percentyl 99,2) 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, INFRAIR

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM _{2,5}	Sa	1 rok	-3,97	***
PM ₁₀	Sa	1 rok	-4,27	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-3,72	***
BaP(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-1,43	
As(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-	
Cd(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-	
Ni(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-	
Pb(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-	
NO ₂	Sa	1 rok	-4,27	***
	Percentyl 99,8	1 godz.	-3,94	***
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-3,50	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-2,74	**
CO	S8h(k)max	8 godz.	-3,94	***
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-2,74	**

Analiza uzyskanych wyników testów statystycznych dla obszarów **miejskich** (wyniki ze stacji tła miejskiego) wskazuje, że w okresie 2010-2023 obserwuje się istotne statystycznie trendy malejące dla niemal wszystkich zanieczyszczeń. Wyjątek stanowią Ni oznaczany w pyłe zawieszonym PM₁₀ oraz stężenia O₃ dla obu analizowanych parametrów, dla których obserwuje się nieistotne statystycznie tendencje malejące.

Najwyższą istotność statystyczną odnotowano w przypadku pyłu zawieszonego PM_{2,5} i PM₁₀, NO₂ (stężenie średnie roczne), SO₂, CO 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, INFRAIR

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM _{2,5}	Sa	1 rok	-4,38	***
PM ₁₀	Sa	1 rok	-4,38	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-4,38	***
BaP(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-3,50	***
As(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-2,30	*
Cd(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-4,27	***
Ni(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-0,88	
Pb(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-4,38	***
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-0,88	
	Percentyl 93,2	8 godz.	-0,77	
NO ₂	Sa	1 rok	-4,27	***
	Percentyl 99,8	1 godz.	-3,28	**
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-4,16	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-4,16	***
CO	S8h(k)max	8 godz.	-3,94	***
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-3,07	**

Przeprowadzone testy statystyczne dla obszarów **podmiejskich** (wyniki ze stacji tła podmiejskiego) wskazują, że w okresie 2010-2023 widoczne są istotne statystycznie trendy malejące dla pyłu zawieszonego PM_{2,5}, pyłu zawieszonego PM₁₀ oraz oznaczanych w nim B(a)P i (mniej istotne) Ni i Pb, a także dla NO₂ (zwłaszcza dla stężenia średniego rocznego). Najwyższą istotność statystyczną odnotowano w przypadku pyłu zawieszonego PM_{2,5} oraz pyłu zawieszonego PM₁₀ i oznaczanego w nim B(a)P. Dla As i Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ oraz O₃ (percentyl 93,2 z maksymalnych dobowych 8-godzinnych średnich krocących) i SO₂ (percentyl 99,8 z wartości średnich dobowych) nie odnotowano istotnych zmian w wieloleciu, a jedynie tendencje malejące.

W okresie 2010-2023 zanotowano tendencje rosnące dla O₃ (S8h(k)max) oraz SO₂ (percentyl 99,7). Dla CO i benzenu nie można było przeprowadzić testów ze względu na zbyt krótki okres pomiarów (Tab. 17-4).

Tab. 17-4. Trendy zanieczyszczeń powietrza na obszarach podmiejskich

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	-3,61	***
PM ₁₀	Sa	1 rok	-3,83	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-3,61	***
BaP(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-4,05	***
As(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-0,93	
Cd(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-0,62	
Ni(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-1,71	+
Pb(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-1,99	*
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	0,22	
	Percentyl 93,2	8 godz.	-0,33	

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
NO ₂	Sa	1 rok	-2,63	**
	Percentyl 99,8	1 godz.	-1,86	+
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-0,88	
	Percentyl 99,7	1 godz.	0,22	
CO	S8h(k)max	8 godz.	-	
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-	

Testy statystyczne dla przeprowadzone obszarów **pozamiejskich** (wyniki ze stacji tła pozamiejskiego i regionalnego) wskazują, że w okresie 2010-2023 występują istotne statystycznie trendy malejące dla wszystkich zanieczyszczeń z wyjątkiem O₃ (percentyl 93,2), dla którego obserwuje się nieistotne 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	-4,60	***
PM ₁₀	Sa	1 rok	-4,38	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-4,27	***
BaP(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-3,39	***
As(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-3,39	***
Cd(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-3,18	**
Ni(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-2,19	*
Pb(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-3,61	***
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-1,75	+
	Percentyl 93,2	8 godz.	-1,53	
NO ₂	Sa	1 rok	-4,38	***
	Percentyl 99,8	1 godz.	-4,16	***
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-4,38	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-4,27	***
CO	S8h(k)max	8 godz.	-2,74	**
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-3,58	***

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 2010-2023 występują istotne statystycznie trendy malejące dla pyłu zawieszonego PM_{2,5}, pyłu zawieszonego PM₁₀ oraz oznaczanych w nim B(a)P, Cd i Pb oraz zanieczyszczeń gazowych tj. SO₂, NO₂, CO i C₆H₆. Dla As i Ni w pyłe zawieszonym PM₁₀ obserwuje się nieistotne statystycznie tendencje malejące, a dla O₃ zauważalne są nieistotne statystycznie tendencje wzrostowe dla wszystkich parametrów.

Najwyższą istotność statystyczną odnotowano w przypadku trendów malejących pyłu zawieszonego PM_{2,5} i PM₁₀ oraz SO₂ (percentyl 99,7) (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, INFAIR

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM2,5	Sa	1 rok	-3,83	***
PM10	Sa	1 rok	-3,94	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-3,61	***
BaP(PM10)	Sa	1 rok	-2,26	*
As(PM10)	Sa	1 rok	-1,40	
Cd(PM10)	Sa	1 rok	-2,87	**
Ni(PM10)	Sa	1 rok	-1,40	
Pb(PM10)	Sa	1 rok	-2,50	*
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	0,88	
	Percentyl 93,2	8 godz.	1,64	
	SOMO35	8 godz.	0,99	
NO ₂	Sa	1 rok	-3,28	**
	Percentyl 99,8	1 godz.	-3,18	**
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-3,28	**
	Percentyl 99,7	1 godz.	-3,61	***
CO	S8h(k)max	8 godz.	-2,30	*
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-1,97	*

Testy statystyczne wykonane dla miast liczących **od 250 tys. do 500 tys.** mieszkańców wskazują, że w okresie 2010-2023 wskazują na spadki stężeń dla wszystkich zanieczyszczeń. Istotnie statystycznie trendy malejące nie dotyczą tylko Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10, O₃ (S8h(k)max i percentyl 93,2) i NO₂ (percentyl 99,8), dla których obserwuje się nieistotne statystycznie tendencje malejące.

Najwyższą istotność statystyczną odnotowano w przypadku pyłu zawieszonego PM2,5, pyłu zawieszonego PM10 i oznaczanych w nim B(a)P, As, Cd i Pb oraz CO (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, INFAIR

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM2,5	Sa	1 rok	-4,16	***
PM10	Sa	1 rok	-4,27	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-4,16	***
BaP(PM10)	Sa	1 rok	-3,50	***
As(PM10)	Sa	1 rok	-3,61	***
Cd(PM10)	Sa	1 rok	-4,05	***
Ni(PM10)	Sa	1 rok	-0,33	
Pb(PM10)	Sa	1 rok	-3,72	***
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-0,88	
	Percentyl 93,2	8 godz.	-1,20	
	SOMO35	8 godz.	-1,75	+
NO ₂	Sa	1 rok	-2,52	*
	Percentyl 99,8	1 godz.	-1,09	
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-3,07	**
	Percentyl 99,7	1 godz.	-1,75	+
CO	S8h(k)max	8 godz.	-3,94	***
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-3,27	**

Testy statystyczne wykonane dla miast z liczbą mieszkańców **100-250 tys.** wskazują, że w okresie 2010-2023 obserwuje się spadki dla wszystkich zanieczyszczeń. Istotnie statystycznie trendy malejące nie dotyczą tylko Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 i O₃ (wszystkie parametry), dla których obserwuje się nieistotne statystycznie tendencje malejące lub brak zmian.

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, INFRAIR

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna-Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM2,5	Sa	1 rok	-4,16	***
PM10	Sa	1 rok	-4,16	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-4,16	***
BaP(PM10)	Sa	1 rok	-4,27	***
As(PM10)	Sa	1 rok	-3,94	***
Cd(PM10)	Sa	1 rok	-3,94	***
Ni(PM10)	Sa	1 rok	-0,11	
Pb(PM10)	Sa	1 rok	-4,16	***
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-0,77	
	Percentyl 93,2	8 godz.	0,00	
	SOMO35	8 godz.	-1,20	
NO ₂	Sa	1 rok	-3,72	***
	Percentyl 99,8	1 godz.	-3,50	***
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-4,16	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-3,94	***
CO	S8h(k)max	8 godz.	-3,83	***
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-4,05	***

Przeprowadzone testy statystyczne dla miast z liczbą mieszkańców **50-100 tys.** wskazują, że w okresie 2010-2023 obserwuje się trendy malejące z wyjątkiem As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10, dla którego stwierdzono brak tendencji oraz ozonu (dla percentyla 93,2 z wartości średnich 8-godzinnych stwierdzono rosnącą, dla SOMO35 brak zmian i tylko 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 (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, INFRAIR

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna-Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM2,5	Sa	1 rok	-4,38	***
PM10	Sa	1 rok	-4,16	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-3,83	***
BaP(PM10)	Sa	1 rok	-3,83	***
As(PM10)	Sa	1 rok	0,00	
Cd(PM10)	Sa	1 rok	-3,72	***
Ni(PM10)	Sa	1 rok	-1,86	+
Pb(PM10)	Sa	1 rok	-3,72	***

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-0,22	
	Percentyl 93,2	8 godz.	0,77	
	SOMO35	8 godz.	0,00	
NO ₂	Sa	1 rok	-3,07	**
	Percentyl 99,8	1 godz.	-2,96	**
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-3,61	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-3,39	***
CO	S8h(k)max	8 godz.	-2,81	**
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-2,81	**

Przeprowadzone testy statystyczne dla miast z liczbą mieszkańców **25-50 tys.** wskazują, że w okresie 2010-2023 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 kroczących), dla których brak zmian (Ni) lub obserwuje się nieistotną statystycznie tendencję malejącą (O₃).

Najwyższą istotność statystyczną odnotowano w przypadku pyłu zawieszonego PM2,5 i PM10 i oznaczanych w nim B(a)P, Cd i Pb oraz NO₂ i SO₂ (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, INFAIR

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM2,5	Sa	1 rok	-3,91	***
PM10	Sa	1 rok	-4,38	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-4,27	***
BaP(PM10)	Sa	1 rok	-3,72	***
As(PM10)	Sa	1 rok	-2,85	**
Cd(PM10)	Sa	1 rok	-3,83	***
Ni(PM10)	Sa	1 rok	0,00	
Pb(PM10)	Sa	1 rok	-4,60	***
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-2,30	*
	Percentyl 93,2	8 godz.	-0,88	
	SOMO35	8 godz.	-1,86	+
NO ₂	Sa	1 rok	-4,60	***
	Percentyl 99,8	1 godz.	-3,50	***
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-3,72	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-3,72	***
CO	S8h(k)max	8 godz.	-3,39	***
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-3,11	**

Przeprowadzone testy statystyczne dla miast z liczbą mieszkańców **10-25 tys.** wskazują, że w okresie 2010-2023 wystąpiły istotne statystycznie trendy malejące dla pyłu zawieszonego PM2,5 i PM10, B(a)P, NO₂, SO₂, CO, benzenu oraz Cd i Pb oznaczanych w pyłe zawieszonym PM10. Dla pozostałych zanieczyszczeń obserwuje się nieistotne statystycznie tendencje malejące.

Najwyższą istotność statystyczną odnotowano w przypadku pyłu zawieszonego PM2,5, oznaczanych w pyłe zawieszonym PM10 dwóch metali ciężkich tj. Cd i Pb oraz NO₂ (stężenie średnie roczne) (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	-4,16	***
PM10	Sa	1 rok	-3,07	**
	Percentyl 90,4	24 godz.	-3,18	**
BaP(PM10)	Sa	1 rok	-1,97	*
As(PM10)	Sa	1 rok	-0,99	
Cd(PM10)	Sa	1 rok	-4,38	***
Ni(PM10)	Sa	1 rok	-1,31	
Pb(PM10)	Sa	1 rok	-3,94	***
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-1,17	
	Percentyl 93,2	8 godz.	-1,17	
	SOMO35	8 godz.	-1,58	
NO ₂	Sa	1 rok	-3,61	***
	Percentyl 99,8	1 godz.	-3,18	**
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-3,28	**
	Percentyl 99,7	1 godz.	-2,85	**
CO	S8h(k)max	8 godz.	-2,86	**
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-2,18	*

W miastach **poniżej 10 tys.** mieszkańców pomiary PMŚ są prowadzone rzadziej niż dla innych typów miast. Przeprowadzone testy statystyczne wskazują, że w okresie 2010-2023 zaobserwowano istotne statystycznie trendy malejące dla pyłu zawieszonego PM10 (zwłaszcza średnia roczna), B(a)P, NO₂ (średnia roczna), SO₂ i CO. Nieistotna statystycznie tendencja malejąca wystąpiła dla NO₂ (percentyl 99,8). Dla metali ciężkich w pyłe zawieszonym PM10 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	-2,33	*
PM10	Sa	1 rok	-2,81	**
	Percentyl 90,4	24 godz.	-2,26	*
BaP(PM10)	Sa	1 rok	-2,68	**
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.	-0,89	
	Percentyl 93,2	8 godz.	-1,58	
	SOMO35	8 godz.	-1,17	
NO ₂	Sa	1 rok	-2,95	**
	Percentyl 99,8	1 godz.	-1,17	
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-3,77	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-3,22	**
CO	S8h(k)max	8 godz.	-1,87	+
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-	

18. Bibliografia

Publikacje i raporty

1. GIOŚ 2024a, „Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2023”; praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez INFAIR i Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Kobus D., Skotak K., GIOŚ, Warszawa 2024
2. GIOŚ 2024b, 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. GIOŚ, Warszawa 2024
3. IMGW 2024, „Klimat Polski 2023”. Opracowanie własne IMGW-PIB, 2024.
4. GIOŚ 2023, „Jakość powietrza w Polsce w roku 2022 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 2023
5. GIOŚ 2023, Program Wykonawczy Państwowego Monitoringu Środowiska na rok 2023. 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.).
6. WHO 2021, „WHO global air quality guidelines”, Światowa Organizacja Zdrowia, 2021.

Dokumenty w zakresie prawa krajowego

7. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska (t.j. Dz. U. 2022 r., poz. 2556 z późn. zm.)
8. Ustawa z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska (t.j. Dz.U. 2023 poz. 824 z późn. zm.)
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. Ustawa z dnia 7 lipca 2022 r. o zmianie ustawy – Prawo ochrony środowiska oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. z 2022 r. poz. 1576)
11. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (t.j. Dz. U. 2021 r. poz. 845)
12. 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)
13. 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)
14. Strategiczny program państwowego monitoringu środowiska na lata 2020-2025. Monitoring jakości powietrza. GIOŚ, Warszawa 2020

Dokumenty w zakresie prawa Unii Europejskiej i dokumenty metodyczne:

15. 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>
16. 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>
17. Dyrektywa 2008/50/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystsze powietrze dla Europy (Dz. Urz. UE L 152 z 11.06.2008, str.1)
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:152:0001:0044:PL:PDF>
18. 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>