



GŁÓWNY INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA

Jakość powietrza w Polsce w roku 2022 w świetle wyników pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska



Praca wykonana na podstawie umowy nr GIOŚ/ZP/45/2023/DMS/NFOŚ z dnia 17 marca 2023 r. zawartej pomiędzy Głównym Inspektorem Ochrony Środowiska a Instytutem Ochrony Środowiska – Państwowym Instytutem Badawczym, finansowanej ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Warszawa, 2023

Opracowano w Instytucie Ochrony Środowiska - Państwowym Instytucie Badawczym oraz INFAIR 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	5
2. Przyjęte w opracowaniu założenia, kryteria i oznaczenia.....	6
3. Podstawy prawne monitoringu jakości powietrza w ramach PMŚ	10
4. Charakterystyka warunków meteorologicznych	13
5. Stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5}	18
5.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	19
5.2. Wskaźnik średniego narażenia	24
5.3. Jakość powietrza w miastach	27
5.4. Epizody wysokich stężeń	28
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	55
7.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	56
7.2. Jakość powietrza w miastach	61
7.3. Epizody wysokich stężeń	62
8. Stężenia arsenu As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀	68
8.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	68
8.2. Jakość powietrza w miastach	73
8.3. Epizody wysokich stężeń	75
9. Stężenia niklu Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀	78
9.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	79
9.2. Jakość powietrza w miastach	84
9.3. Epizody wysokich stężeń	85
10. Stężenia kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀	88
10.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	89
10.2. Jakość powietrza w miastach	93
10.3. Epizody wysokich stężeń	95
11. Stężenia ołowiu Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀	99
11.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	100

11.2.	Jakość powietrza w miastach	105
11.3.	Epizody wysokich stężeń	106
12.	Stężenia ozonu O₃	109
12.1.	Ocena jakości powietrza w skali kraju	110
12.2.	Jakość powietrza w miastach	120
12.3.	Epizody wysokich stężeń	123
12.4.	Ocena jakości powietrza w skali kraju – ochrona roślin	126
13.	Stężenia dwutlenku azotu NO₂	134
13.1.	Ocena jakości powietrza w skali kraju	135
13.2.	Jakość powietrza w miastach	144
13.3.	Epizody wysokich stężeń	146
14.	Stężenia dwutlenku siarki SO₂	149
14.1.	Ocena jakości powietrza w skali kraju	150
14.2.	Jakość powietrza w miastach	159
14.3.	Epizody wysokich stężeń	161
15.	Stężenia tlenku węgla CO	164
15.1.	Ocena jakości powietrza w skali kraju	165
15.2.	Jakość powietrza w miastach	169
15.3.	Epizody wysokich stężeń	170
16.	Stężenia benzenu C₆H₆	172
16.1.	Ocena jakości powietrza w skali kraju	173
16.2.	Jakość powietrza w miastach	177
16.3.	Epizody wysokich stężeń	178
17.	Podsumowanie	184
17.1.	Ocena statystyczna trendów zanieczyszczeń w skali kraju	185
17.2.	Ocena statystyczna trendów z uwzględnieniem typu obszaru	186
17.3.	Ocena statystyczna trendów zanieczyszczeń w miastach	188
18.	Bibliografia	193

1. Wprowadzenie

Raport podsumowujący wyniki badań prowadzonych przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska w ramach pomiarów Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ) za rok 2022 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, 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, tj. dla stref, miast pogrupowanych według poszczególnych kategorii liczebności mieszkańców oraz typów obszarów i typów stacji. W opracowaniu przedstawiono wyniki uzyskane w 2022 roku, na tle zmian stężeń z roku na rok oraz zmian w stosunku do średnich z wielolecia. Przedstawiono również analizy trendów dla wszystkich zanieczyszczeń. 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 oraz analizę skutków zdrowotnych będących wynikiem ekspozycji długookresowej na pył zawieszony PM_{2,5} z wykorzystaniem tych samych założeń, które zastosowano w najnowszym opracowaniu Europejskiej Agencji Środowiska, na temat ryzyka zdrowotnego związanego z zanieczyszczeniem powietrza w latach 2021 i 2022.

Ze względu na charakter raportu, w którym analizy ograniczono do najważniejszych faktów, podsumowanie zawiera wyniki testów statystycznych zmian stężeń w okresie 2010-2022 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 2022 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 prawem 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.

Analizy, których wyniki przedstawiono w raporcie prowadzono 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 prawem 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 2022 roku z uwzględnieniem zmian w stosunku do roku 2021 i w okresie wielolecia 2010-2021 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 2020 r. poz. 2279 z późn. zm.

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 2022 oraz w okresie 2010-2022 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. Wartość progu podawana jest w każdym rozdziale dla poszczególnych zanieczyszczeń.

Za okresy podwyższonych stężeń z wartościami odbiegającymi od rozkładu statystycznego uznano dni, w których obserwuje się średnie dobowe wartości wyższe od wyznaczonego progu epizodu. Za epizod uznaje się taką sytuację, gdy przekroczenia wyznaczonego progu utrzymywały się co najmniej przez następujące po sobie 3 dni.

W tym podrozdziale przedstawiono zmienność dobową dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach, które były podstawą zastosowania opisanej wyżej metodyki. W podrozdziale nie analizowano epizodów dzień po dniu, głównie ze względu na okresy trwania epizodów. Zawarto w nim podsumowanie każdego z epizodów w zwartej formie z podaniem najwyższych statystyk. Ponadto na mapach przedstawiono dla wszystkich stanowisk pomiarowych wartości stężeń uśrednionych przez cały okres trwania danego epizodu.

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

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

- 1) **Wskaźnik średniego narażenia**, podrozdział zawierający podsumowanie najważniejszych informacji dotyczących oceny wskaźnika średniego narażenia dla lat 2019-2022 dla poszczególnych miast i aglomeracji oraz krajowy wskaźnik średniego narażenia dla 2022 roku⁴;
- 2) **Ocena skutków zdrowotnych**, podrozdział zawierający szacowanie skutków zdrowotnych powodowanych długookresowym narażeniem na pył zawieszony PM_{2,5}.

⁴ GIOŚ 2023, „Wskaźniki średniego narażenia na pył zawieszony PM_{2,5} dla miast powyżej 100 tys. mieszkańców i aglomeracji oraz krajowy wskaźnik średniego narażenia w 2022 roku”, Warszawa, 2023

W tym podrozdziale uwzględniono podział kraju na strefy, w których dokonuje się oceny jakości powietrza, a analizy przeprowadzono dla lat 2021 i 2022 (dla 2021 roku ze względu na zmianę założeń w metodzie szacowania skutków, wyniki zostały zaktualizowane w stosunku do opracowania z roku poprzedniego). 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 EAŚ⁵, tj. na poziomie 8% przy wzroście stężenia o 10 µg/m³ i dodatkowym założeniu nieprzedstawiania 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

PMS – Państwowy Monitoring Środowiska

Skróty zanieczyszczeń parametrów i wskaźników:

Sa - stężenie średnie roczne

S24 - stężenie średnie dobowe

S1h - stężenie godzinne

S8h(k)max - maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich krocących

PNN,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 krocących

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

⁵ EAŚ 2023, Soares, J., Plass, D., Kienzler, S., González Ortiz, A., Gsell, A., Horálek, J. (2023). Health Risk Assessment of Air Pollution: assessing the environmental burden of disease in Europe in 2021 (Eionet Report-ETC HE 2023/7). European Topic Centre on Human Health and the Environment. <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-he/products/etc-he-products/etc-he-reports/etc-he-report-2023-7-health-risk-assessment-of-air-pollution-assessing-the-environmental-burden-of-disease-in-europe-in-2021>

AOT40 - wskaźnik jakości powietrza dla ozonu pod kątem ochrony roślin, obliczany na podstawie stężeń 1-godz., jako suma różnic pomiędzy stężeniem jednogodzinnym wyrażonym w $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a wartością $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dla każdej godziny w ciągu doby pomiędzy godziną 8:00 a 20:00 czasu środkowoeuropejskiego (CET), dla której stężenie jest większe niż $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Skróty zanieczyszczeń:

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

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

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

As - arsen oznaczany w pyłe zawieszonym PM₁₀

Cd - kadm oznaczany w pyłe zawieszonym PM₁₀

Ni - nikiel oznaczany w pyłe zawieszonym PM₁₀

Pb - ołów oznaczany w pyłe zawieszonym PM₁₀

O₃ - ozon

NO₂ - dwutlenek azotu

SO₂ - dwutlenek siarki

CO - tlenek węgla

C₆H₆ - benzen

Stosowane kolory w tabelach dla analiz zmian w czasie:

5,0% - wzrost

±0,9% - brak zmian (zmiany poniżej 1%)

-5,0% - spadek

Stosowane kolory w tabelach z trendami:



trend
malejący



tendencja
malejąca



trend
rosnący



tendencja
rosnąca



brak
zmian



brak danych

3. Podstawy prawne monitoringu jakości powietrza w ramach PMŚ

Monitoring jakości powietrza w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska był prowadzony w 2022 roku zgodnie z zapisami zawartymi w dokumencie „Strategiczny program państwowego monitoringu środowiska na lata 2020-2025”. Program ten stanowi wypełnienie przepisu art. 4a ust. 1 pkt 5 ustawy z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska (Dz. U. z 2023 r. poz. 824, z późn. zm.).

Zgodnie z tym programem w roku 2022 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 (t.j. Dz. U. 2022 r., poz. 2556 z późn. zm.);
- ustawa z dnia 7 lipca 2022 r. zmianie ustawy – Prawo ochrony środowiska oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. z 2022 r. poz. 1576);
- ustawa z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska (t.j. Dz.U. 2023 poz. 824 z późn. zm.);
- 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. 2023 r. poz. 1094 z późn. zm.);
- 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);
- 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);
- 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 z późn. zm.);
- 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);
- dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 roku w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza 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 2022 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 r. Dane ze stacji pomiarowych gromadzono w wojewódzkich bazach danych CAS i bazie danych monitoringu jakości powietrza JPOAT2,0, działającej w ramach SI EKOINFONET i dane te zostały wykorzystane m.in. do opracowania niniejszego raportu.

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 2022 roku. Jeżeli niesprzyjające warunki meteorologiczne w ciągu roku występowały częściej niż przeciętnie i z większym natężeniem, wówczas normowane parametry statystyczne z serii pomiarowych również 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.

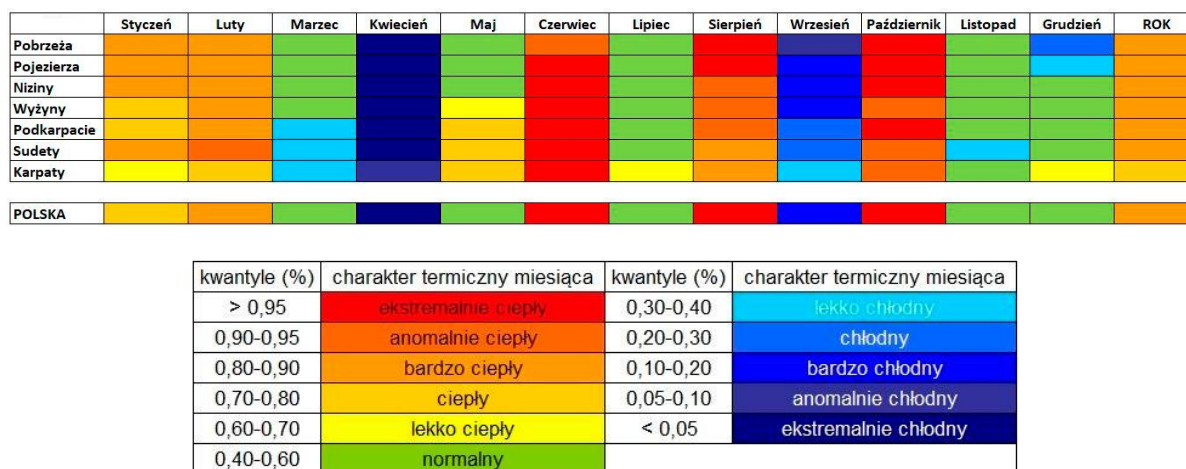
Od warunków meteorologicznych zależy:

- 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 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 lub docelowe.

Charakterystykę warunków meteorologicznych roku 2022 przedstawiono na podstawie danych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego, a w szczególności opracowanego w IMGW-PIB raportu „Klimat Polski 2022”.

Najcieplejszym miesiącem roku 2022 w Polsce był sierpień, który w odniesieniu do wartości wieloletnich (1991-2020), stanowiących normę wieloletnią, był określony jako ekstremalnie ciepły lub anomalnie ciepły w większości kraju, a na obszarach górskich jako bardzo ciepły. Do miesięcy ekstremalnie ciepłych lub anomalnie ciepłych zaliczono również czerwiec i październik. Najchłodniejszym miesiącem w roku był grudzień, który w większości regionów został uznany za normalny, na obszarach Pobrzeża – chłodny, Pojezierzy – lekko chłodny, w Karpatach – za lekko ciepły (Rys. 4-1). Ekstremalnie chłodny niemal na całym obszarze kraju był kwiecień, jedynie w Karpatach – anomalnie chłodny. Do chłodnych miesięcy zaliczyć można także wrzesień – od anomalnie chłodnego na Pobrzeżach, do lekko chłodnego w Karpatach.



Rys. 4-1. Charakterystyka termiczna roku 2022 w Polsce i poszczególnych regionach.

Poszczególne klasy wyznaczono na podstawie wartości z wielolecia 1991-2020

Źródło: IMGW-PIB.

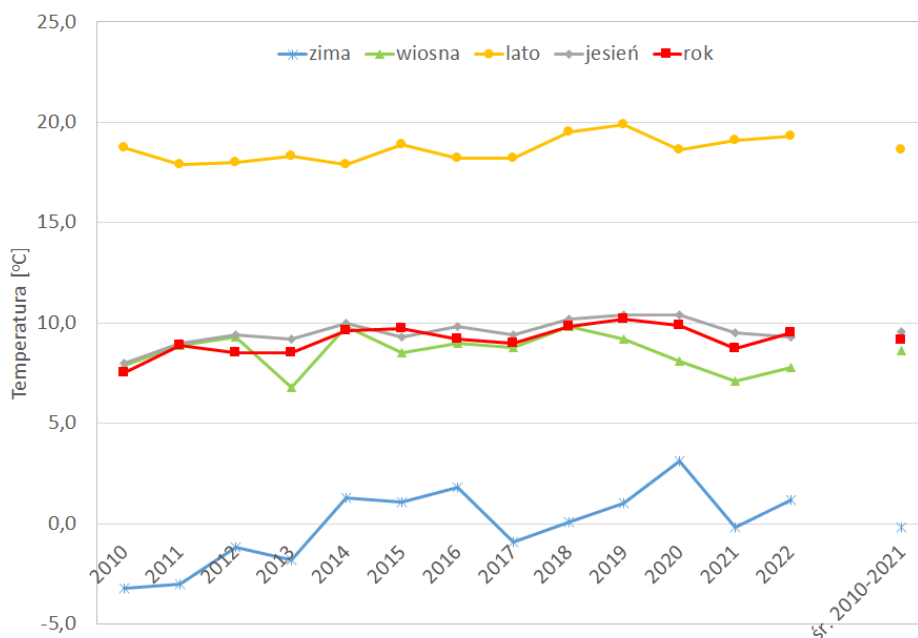
Na tle warunków termicznych wcześniejszej dekady rok 2022 był podobny do lat 2014 i 2015, chłodniejszy od lat 2019 i 2020, ale cieplejszy od poprzedniego (2021). Najchłodniejszy w tym czasie był rok 2010, od którego zaczynają się przeprowadzone w kolejnych rozdziałach analizy stanu zanieczyszczenia powietrza w wieloleciu. Rok 2022 we wszystkich regionach został uznany za bardzo ciepły, jedynie w Karpatach jako ciepły. Warto zauważyć, że rok wcześniejszy – 2021 – został określony jako normalny, podczas gdy poprzednie 3 lata były ekstremalnie ciepłe lub anomalnie ciepłe (Rys. 4-2).

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

Rys. 4-2. Charakterystyka termiczna lat 2010-2022

Źródło: IMGW-PIB

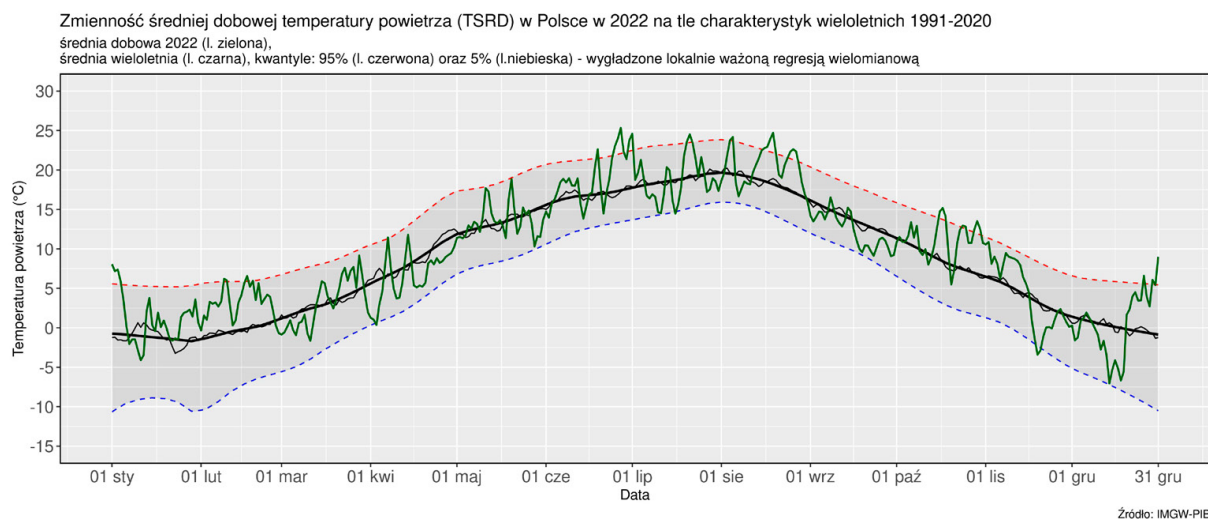
Obserwowany w ostatniej dekadzie wzrost temperatury średniej rocznej wyhamował w 2021 roku, ale powrócił w 2022. Średnia temperatura powietrza w 2022 roku w Polsce była o 0,4°C wyższa od średniej z lat 2010-2021 i o 0,8°C wyższa od obserwowanej rok wcześniej. Jedynie jesienią temperatura była niższa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



Rys. 4-3. Średnie temperatury powietrza w Polsce w poszczególnych porach roku w latach 2010-2022

Źródło danych: IMGW-PIB, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Zgodnie z oceną IMGW-PIB w 2022 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 95% w przedziale ufności tego elementu, były w tym roku częstsze i zdecydowanie bardziej długotrwałe niż epizody fal chłodu (średnia dobowa temperatura powietrza poniżej wartości 5% percentyla tego elementu) (Rys. 4-4). Wyraźnie widać fale ciepła w czerwcu i sierpniu, a także w końcu grudnia.



Rys. 4-4. Dobowa zmienność średniej temperatury w Polsce
Źródło: IMGW-PIB

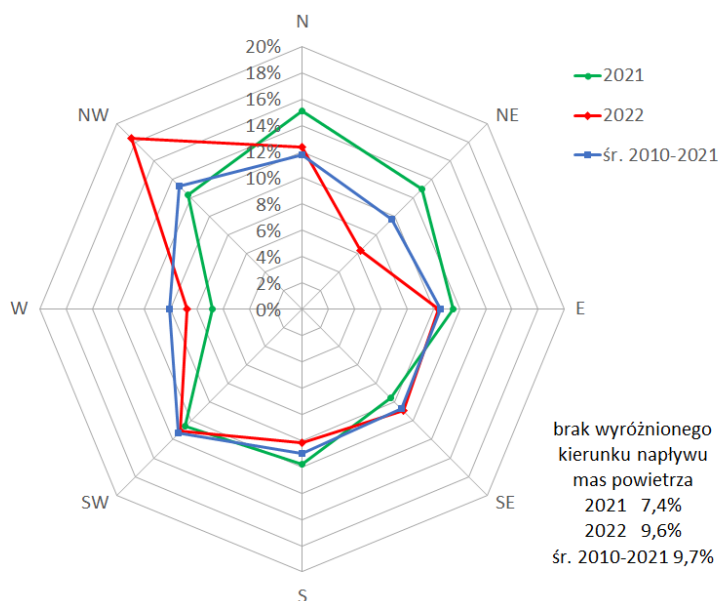
Warunki meteorologiczne w sezonie ciepłym mają decydujący wpływ na poziom stężenia ozonu. Ozon jest zanieczyszczeniem wtórnym powstającym w powietrzu atmosferycznym w wyniku reakcji fotochemicznych z udziałem tzw. prekursorów ozonu (tlenków azotu, węglowodorów i innych substancji), przy sprzyjających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

W 2022 r. warunki meteorologiczne, podobnie jak w latach poprzednich (poza 2021 r.), sprzyjały powstawaniu ozonu.

Pod względem sumy opadów atmosferycznych rok 2022 został sklasyfikowany jako suchy. W okresie 2010-2021 w skali kraju tylko rok 2010 został uznany za skrajnie wilgotny, 2017 za wilgotny, 2015, 2018 i 2019 to lata suche, a pozostałe (w tym 2020 i 2021) – normalne. W ostatnim roku w wielu rejonach kraju szczególnie suchym miesiącem okazał się marzec, co mogło mieć wpływ na wystąpienie wysokich stężeń pyłu zawieszonego w tym okresie.

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

Średnio w latach 2010-2021 masy powietrza napływały najczęściej z sektora zachodniego (szczególnie z kierunków SW i NW). W 2022 roku utrzymała się dominacja sektora zachodniego (40,3% czasu w ciągu roku), przy czym zyskał jeszcze bardziej na znaczeniu kierunek północno-zachodni (18,4% w 2022, w stosunku do 13,2% średnio w wieloleciu). Rok wcześniej powietrze najczęściej napływało nad Polskę z sektora północnego – z kierunków N, NE i NW (40,3% czasu). W 2022 roku najrzadziej występującym kierunkiem napływu mas powietrza nad Polskę był kierunek północno-wschodni, podobnie jak w wieloleciu, a w 2021 roku – zachodni (Rys. 4- 5).



Rys. 4-5. Częstość występowania poszczególnych kierunków napływu mas powietrza nad Polskę w latach 2021 i 2022 na tle wartości średnich z lat 2010-2021

Źródło danych: IMGW-PIB, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

5. Stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5}

W niniejszym rozdziale zaprezentowano wyniki pomiarów stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} na stacjach w Polsce w 2022 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2022. Ocenę wykonano w odniesieniu do określonych prawem 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), jak również kryteriów dla krajowego wskaźnika średniego narażenia, ocenianego w dużych miastach (powyżej 100 tys. mieszkańców) i aglomeracjach (Tab. 5-1). 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. 5-1. 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

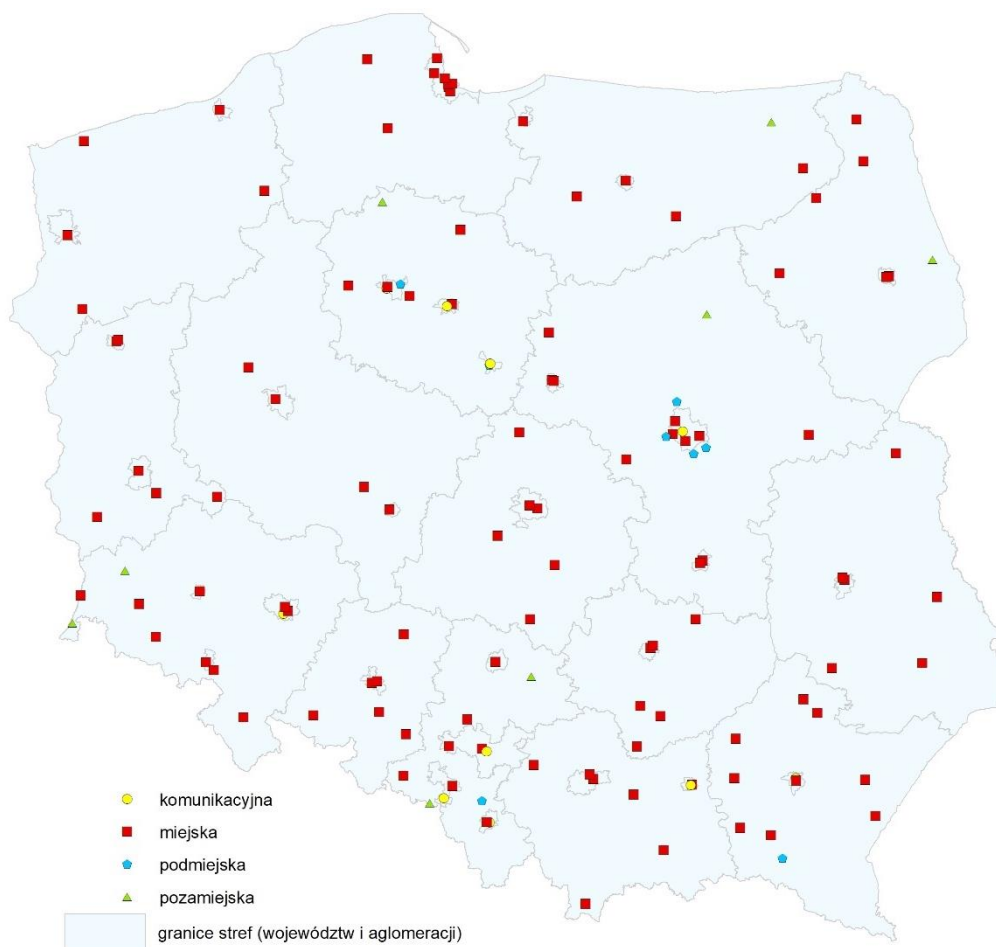
Objaśnienia

*) 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

Analizę zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym PM_{2,5} w 2022 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących ze 133 stanowisk pomiarowych, w tym 107 stacji tła miejskiego, 10 komunikacyjnych oraz po 8 podmiejskich i pozamiejskich.



Rys. 5-1. Stacje pomiarowe pyłu zawieszonego PM_{2,5} w 2022 r. uwzględnione w ocenie
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

5.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W niniejszym rozdziale przedstawiono wartości średnich rocznych stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} w roku 2022 w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i w wieloleciu 2010-2021. Przedstawiono również relacje 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 dla stref, wyniosło w 2022 r. 16,6 µg/m³. Największą wartość średnią odnotowano w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (22,0 µg/m³), zaś najmniejszą w mieście Zielona Góra (9,5 µg/m³) (Rys. 5-2 i Tab. 5-2). Dla wszystkich stref z wyjątkiem miast Wałbrzych i Częstochowa wartości średniej rocznej stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5} były w 2022 roku niższe niż rok wcześniej. Różnice względne zmian z roku na rok zawierały się w granicach od 4,6% (wzrost stężenia) w mieście Wałbrzych do -23,2% w Aglomeracji Krakowskiej (najwyższy spadek w kraju), przy średnim spadku krajowym wynoszącym -12,9%.

W przypadku zmian stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM_{2,5} na tle średniej z wielolecia 2010-2021 zaobserwowano spadek dla wszystkich stref. Zmiany te wyniosły od -0,7% w strefie pomorskiej do -42,9% w mieście Zielona Góra, przy średnim spadku dla kraju na poziomie 23,1% (Rys. 5-2 i Tab. 5-2).

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

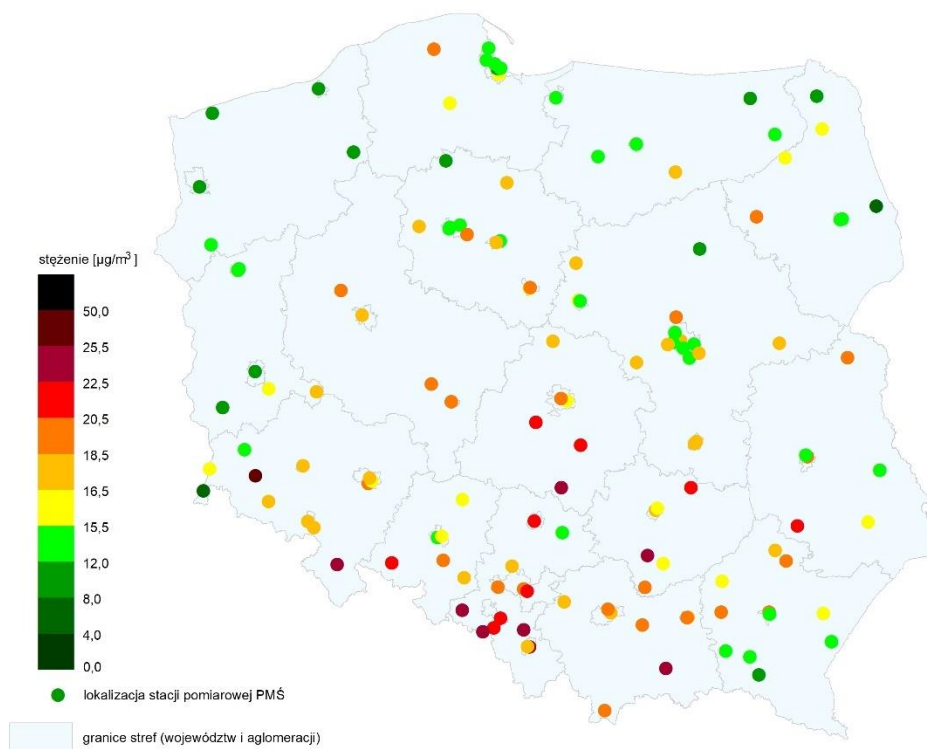
Tab. 5-2. Parametry jakości powietrza dla pyłu zawieszonego PM_{2,5} w 2022 r. (stężenie średnie roczne Sa)

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

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]			Stężenie Sa [µg/m³]			Zmiana względna Sa [%]	
			Uwzględnionych w ocenie	z Sa > 20 µg/m³	z Sa > 25 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2022/2021	2022 / 2010-2021
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	3			15,7	17,3	19,6	-7,8%	-20,2%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1			17,3	17,3	17,3	-2,1%	-20,5%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1			17,4	17,4	17,4	4,6%	-7,5%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	7	2	1	7,9	17,4	25,9	-12,5%	-6,2%
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	3			12,9	13,1	13,4	-12,1%	-32,1%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	2			14,1	16,2	18,3	-12,0%	-10,0%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	2			16,2	17,5	18,9	-15,5%	-13,4%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	4			8,4	15,7	19,1	-13,3%	-15,0%
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	2			13,8	17,0	20,2	-17,8%	-19,8%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	4	1		15,2	18,1	21,7	-10,9%	-17,5%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	2			13,8	13,9	14,0	-13,2%	-14,7%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1			9,5	9,5	9,5	-21,2%	-42,9%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	3			10,3	14,9	18,1	-12,8%	-23,1%
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	2			15,9	17,7	19,5	-16,8%	-24,3%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	4	3		17,0	20,5	23,4	-16,0%	-24,9%
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	2			18,4	18,9	19,5	-23,2%	-37,4%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	2			17,4	18,1	18,7	-18,6%	-23,9%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	4	1		18,2	20,2	24,0	-13,4%	-23,7%
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	5			13,3	15,1	17,0	-17,7%	-35,7%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	2			14,2	15,0	15,9	-13,2%	-26,1%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	2			17,9	18,1	18,3	-13,1%	-25,0%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	8			11,5	16,5	18,7	-15,0%	-33,9%
opolskie	PL1601	miasto Opole	2			14,4	15,3	16,3	-13,3%	-24,2%
opolskie	PL1602	strefa opolska	4	1		15,5	18,1	20,9	-7,0%	-18,8%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	2			15,2	17,5	19,7	-18,8%	-19,0%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	9			8,3	14,9	19,5	-18,9%	-31,4%
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	2			13,1	13,4	13,7	-18,3%	-30,1%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	5			6,6	14,1	20,0	-16,4%	-36,6%
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	7			11,9	13,7	15,9	-10,5%	-1,9%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	2			15,6	17,3	19,1	-2,6%	-0,7%
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	3	1		19,6	20,1	20,8	-14,7%	-37,4%
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2	2		21,8	22,0	22,1	-9,6%	-26,5%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	2	1		17,9	20,3	22,7	-15,9%	-32,8%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1	1		21,9	21,9	21,9	3,7%	-20,8%

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.	2022/ 2021	2022 / 2010-2021
śląskie	PL2405	strefa śląska	5	3		14,2	20,2	23,5	-17,1%	-28,4%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	2			16,1	17,0	18,0	-17,3%	-34,4%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	4	2		16,3	20,2	23,5	-6,6%	-13,4%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1			12,8	12,8	12,8	-14,5%	-19,3%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1			13,1	13,1	13,1	-20,5%	-18,6%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	4			9,3	13,3	17,7	-9,0%	-6,9%
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	1			17,7	17,7	17,7	-4,2%	-13,4%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1			18,7	18,7	18,7	-18,8%	-26,3%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	2			20,4	20,4	20,4	-10,4%	-26,0%
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	1			11,5	11,5	11,5	-16,4%	-30,6%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1			10,5	10,5	10,5	-5,7%	-22,6%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	3			11,2	12,4	14,7	-7,3%	-24,9%
Kraj			133	18	1	6,6	16,6	25,9	-12,9%	-23,1%

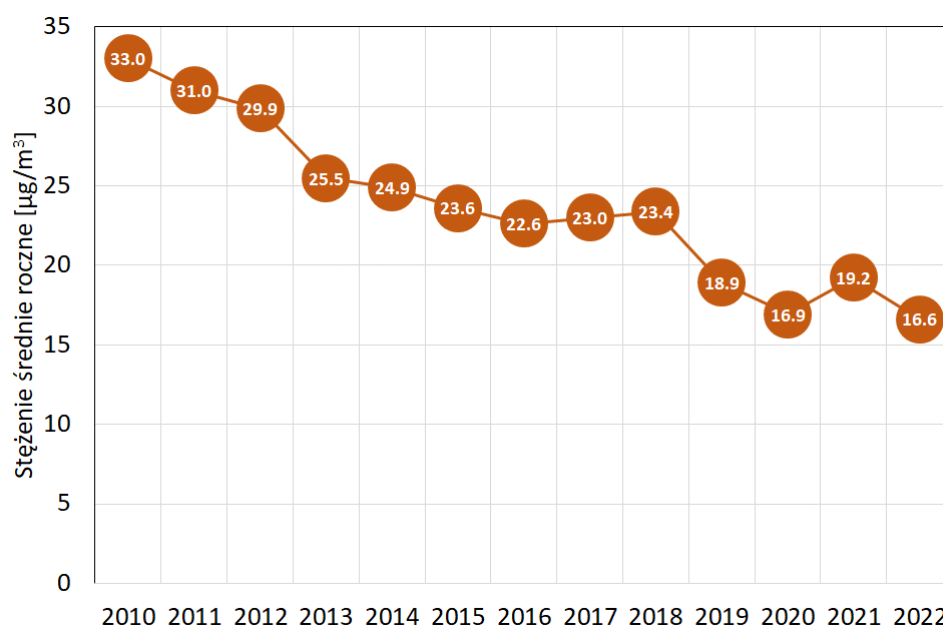
W rozkładzie przestrzennym stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} widoczny jest wyraźny gradient – od najmniejszych wartości średnich rocznych na północy i zachodzie kraju (na stacjach w województwach zachodniopomorskim, warmińsko-mazurskim, pomorskim, lubuskim i podlaskim) do największych na południu (w województwach śląskim, małopolskim i łódzkim). Zarówno niskie, jak i wysokie wartości stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} obserwowano również na pojedynczych stacjach 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 2022 r.

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

Uśrednione stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM_{2,5} w skali kraju wskazują na wyraźne zarysowany trend malejący (por. rozdział 17). W latach 2010-2013 wyraźnie stężenia malały z roku na rok, potem nastąpił okres stabilizacji i w ciągu 6 lat zmieniały się nieznacznie (różnice w tym okresie mieściły się w granicach 2 µg/m³), a w latach 2019-2022 spadły poniżej 20 µg/m³. Najwyższą wartość stężenia średniego rocznego pyłu zawieszonego PM_{2,5} odnotowano w 2010 roku, a najniższą w 2022 roku (Rys. 5-4). Amplituda stężeń średnich rocznych w okresie 2010-2022 wyniosła 16,4 µg/m³. Warto zaznaczyć, że w analizowanym okresie stale rosła liczba stacji wykonujących pomiary stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5}. W latach 2010 i 2011 pomiary były prowadzone na kilkunastu stacjach w kraju, a w okresie 2018-2022 powyżej 100, co jest nie bez znaczenia dla uzyskanego obrazu.



Rys. 5-4. Zmiany stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM_{2,5} w Polsce w okresie 2010-2022, 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 wartości ze stacji miejskich i podmiejskich, gdzie średnie stężenia niewiele się od siebie różniły (Tab. 5-3).

Tab. 5-3. Zmiany stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM_{2,5} w latach 2010-2022 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
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
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
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
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

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}.

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

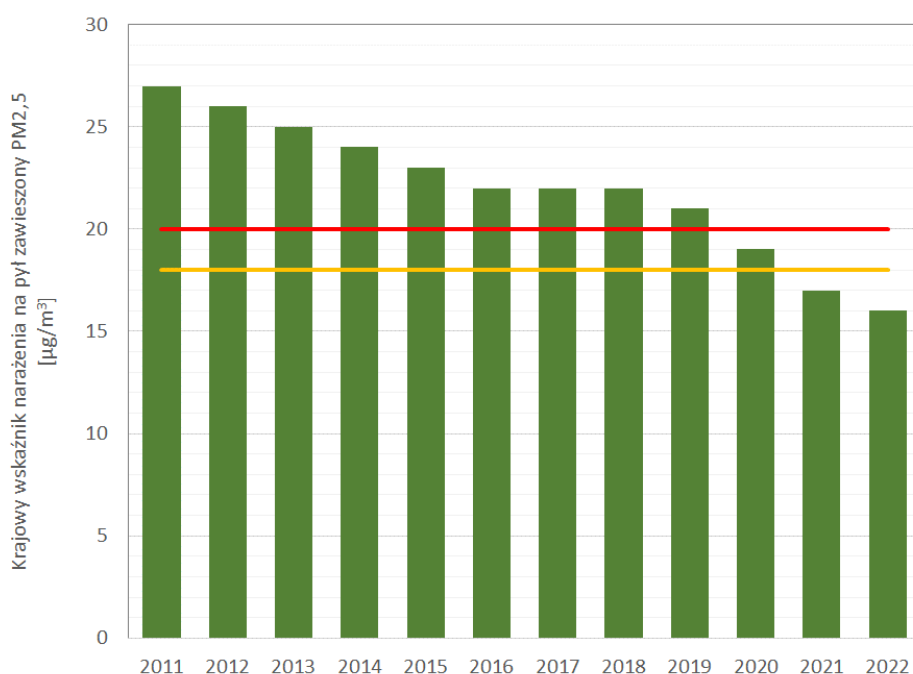
^{****)} standard jakości powietrza

Na podstawie średnich rocznych stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} dla poszczególnych stanowisk pomiarowych wykorzystywanych do oceny wskaźnika średniego narażenia dla lat 2020-2022 określono wartości wskaźnika dla poszczególnych miast i aglomeracji oraz krajowy wskaźnik średniego narażenia dla 2022 roku. Wartość krajowego wskaźnika średniego narażenia na pył zawieszony PM_{2,5} dla 2022 roku wyniosła 16 µg/m³. W 19 miastach i aglomeracjach osiągnął on niższe wartości od krajowego celu redukcji narażenia, wynoszącego 18 µg/m³, przy czym w 12 był niższy od krajowego wskaźnika średniego narażenia. W sześciu miastach – Włocławku, Opolu, Tarnowie, Radomiu, Częstochowie i Bielsku-Białej – miał wartość większą od krajowego celu redukcji narażenia, ale mniejszą od pułapu stężenia ekspozycji. Aglomeracje, w których wskaźnik średniego narażenia był wyższy od pułapu stężenia ekspozycji i poziomu dopuszczalnego (II faza), a więc przekroczone zostały tam standardy jakości powietrza to: Aglomeracja Krakowska, Aglomeracja Górnośląska i Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska (Rys. 5-5). Najwyższa wartość wskaźnika średniego narażenia, którą wyznaczono dla Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (23 µg/m³) była ponad dwukrotnie wyższa od najniższych, wyznaczonych dla miast Zielona Góra Koszalin (11 µg/m³).

Rok 2022 to kolejny rok, w którym odnotowano spadek wartości krajowego wskaźnika narażenia na pył zawieszony PM_{2,5} i drugi 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 PM2,5 dla 2022 roku
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

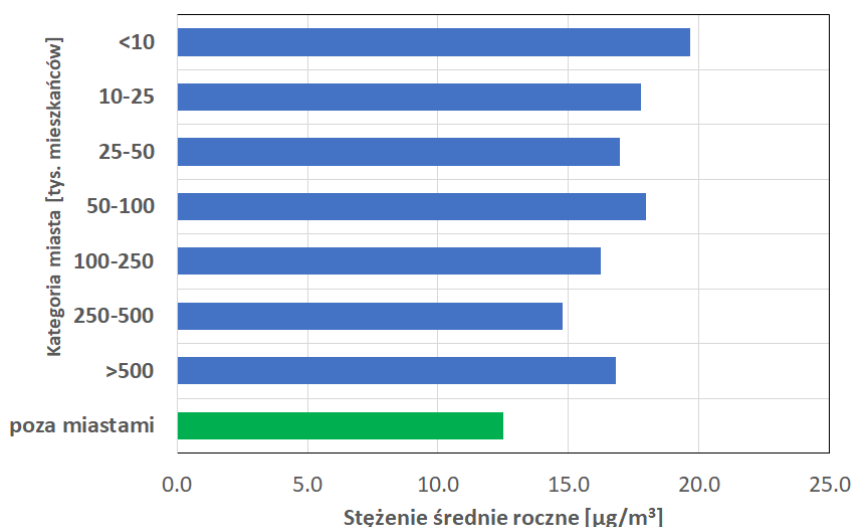


Rys. 5-6. Krajowe wskaźniki średniego narażenia na pył zawieszony PM2,5 w latach 2011-2022 na tle wartości odniesienia: linia żółta - krajowy cel redukcji narażenia, linia czerwona – pułap stężenia ekspozycji

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

5.3. Jakość powietrza w miastach

Przeprowadzona analiza dla miast w poszczególnych kategoriach liczby ludności wykazała, że najwyższe średnie roczne stężenie pyłu zawieszonego PM_{2,5} w 2022 roku wystąpiło w miastach małych z kategorii 10-25 tys. oraz miastach z liczbą ludności 50-100 tys. mieszkańców. Miasta o najniższym stężeniu pyłu zawieszonego PM_{2,5} to miasta duże z liczbą mieszkańców - 250-500 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 2022 r.

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

Tab. 5-5. Zmiany stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM_{2,5} w latach 2010-2022 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
>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
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
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
50-100	35,5	33,0	31,7	29,5	26,7	25,6	24,5	24,5	25,1	20,3	19,3	21,4	18,0
25-50			28,3	26,8	23,7	22,6	22,0	22,3	22,4	19,4	17,6	19,1	17,0
10-25	27,3	29,8	27,4	25,7	25,2	24,7	23,2	23,2	23,2	18,7	16,7	20,2	17,8
<10			24,5	24,9	23,0		23,2		23,8	18,1	13,5	24,2	19,7
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

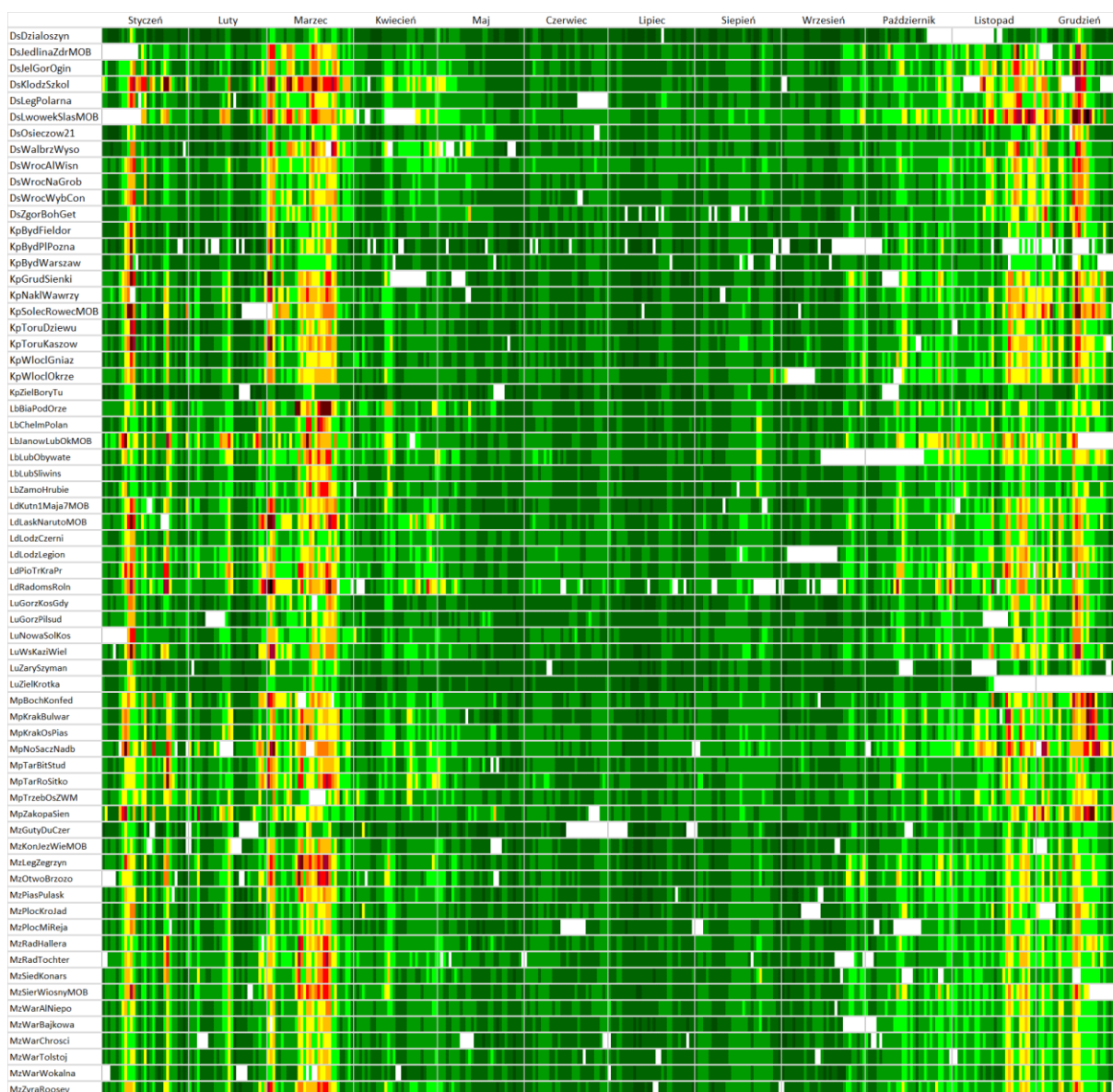
Średnie roczne stężenia dla miast w poszczególnych kategoriach charakteryzowały się zmiennością w okresie 2010-2022, gdzie najwyższe stężenia obserwowano dla miast 50-100 tys. mieszkańców, zaś najniższe dla miast małych (<10 tys.). Największy spadek w 2022 r. w stosunku do średniej z lat wcześniejszych odnotowano dla terenów pozamiejskich (nieco ponad 9 µg/m³), zaś najmniejszy dla małych miast - nieco ponad 2 µg/m³ (Tab. 5-5).

5.4. Epizody wysokich stężeń

Na Rys. 5-8 przedstawiono przebieg dobowych stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} w 2022 r. 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.

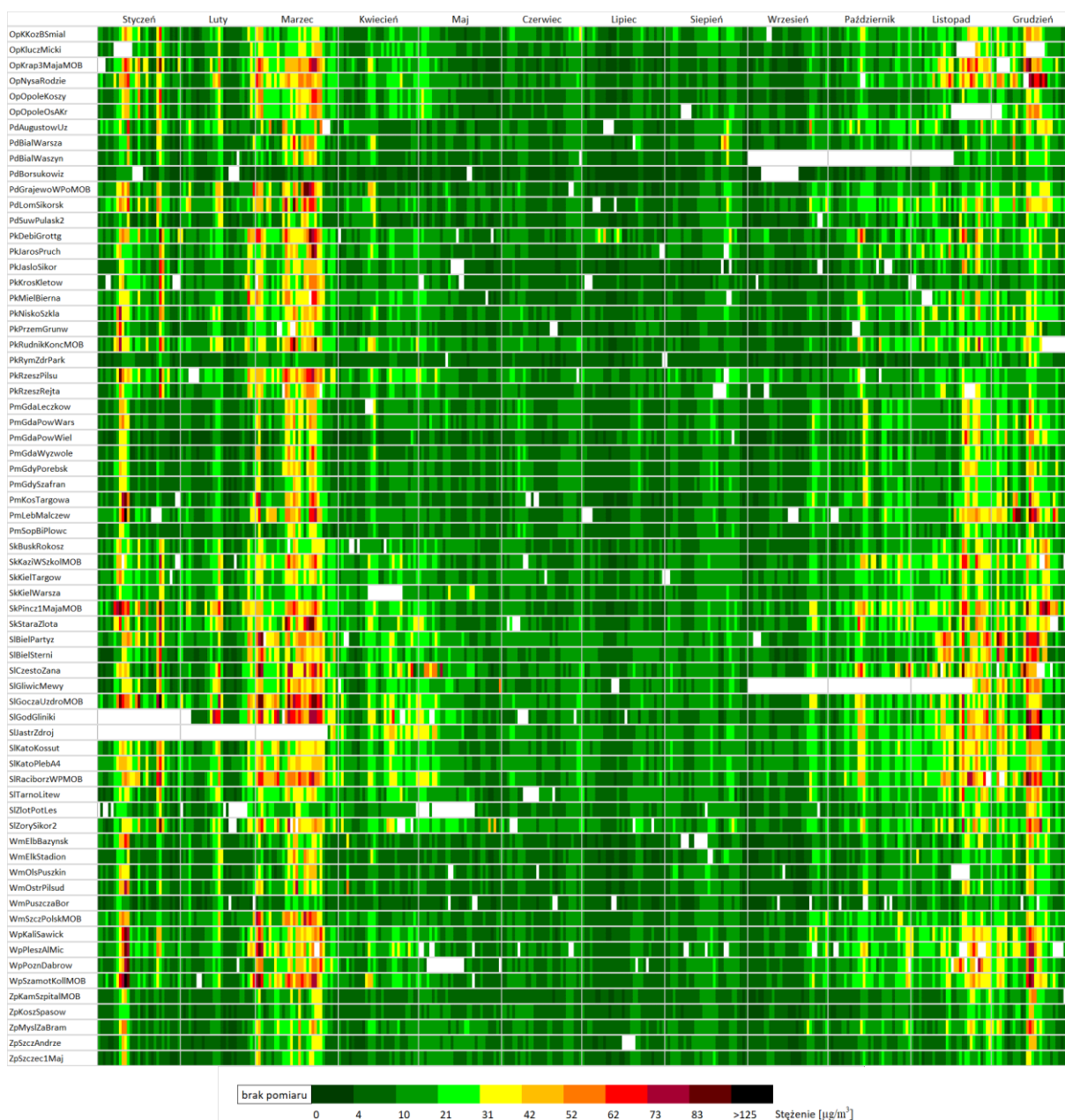
W przebiegu dobowych wartości stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} zaznaczyła się wyraźna przewaga wartości wyższych obserwowanych w sezonie chłodnym nad wartościami z ciepłego półrocza, co więcej wyższe wartości notowano w pierwszym kwartale, niż w czwartym (Rys. 5-8 a i b).

Przeprowadzona analiza rozkładów dobowych stężeń wykazała, że w 2022 r. miały miejsce cztery epizody 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 4 dni – odnotowano w styczniu, gdy wyniki z 62 stacji przekroczyły wartość uznaną za próg epizodu oszacowany na poziomie 38,6 µg/m³. Maksymalna wartość dobową stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5} przekroczyła wówczas 172 µg/m³. Kolejne 3 epizody trwały 3 dni. Dwa z nich zanotowano w marcu, zaś jeden w grudniu. Epizody te, zarówno pod względem wysokości stężeń, jak i zasięgu przestrzennego były bardziej widoczne niż pierwszy. Najwyższe stężenia obserwowano dla epizodu z końca marca, gdzie aż na 90 stacjach zaobserwowano przekroczenie wartości progowej (tab. 5-6).



Rys. 5-8a. Zmiany stężeń średnich dobowych pyłu zawieszonego PM_{2,5} na stacjach pomiarowych w 2022 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 2022 r.

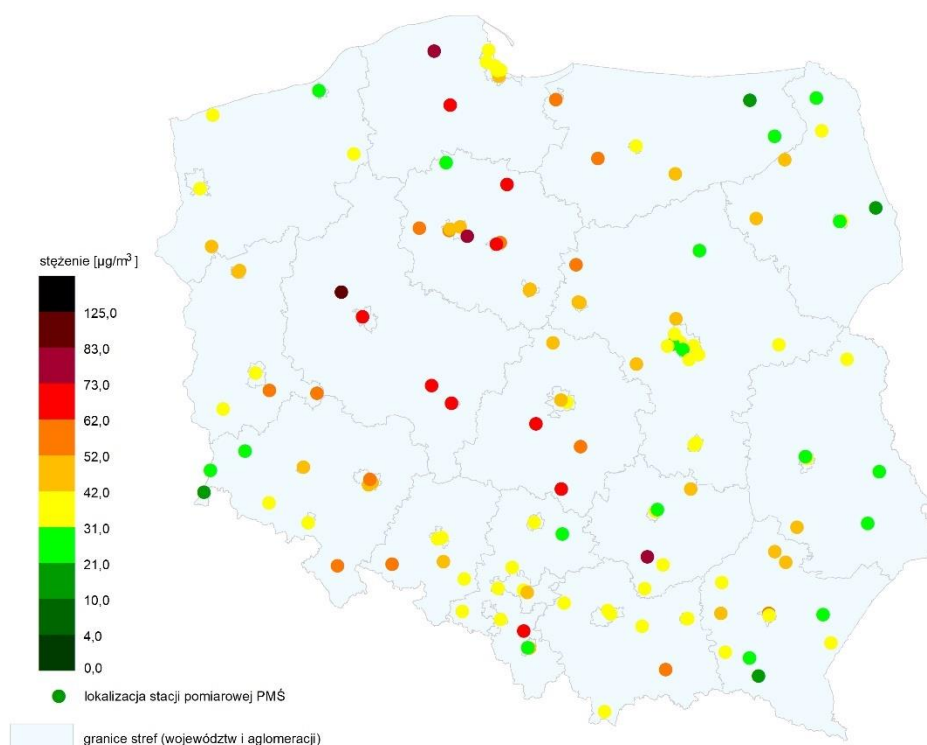
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 5-6. Charakterystyka epizodów wysokich stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} w 2022 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 (38,6 µg/m³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2022-01-09 do 2022-01-11	4	62	7,6	42,3	172,2
2	od 2022-03-01 do 2022-03-03	3	75	5,0	43,6	142,8
3	od 2022-03-21 do 2022-03-23	3	90	7,8	47,0	107,7
4	od 2022-12-14 do 2022-12-16	3	84	9,4	46,6	115,2

Trwający najdłużej epizod, który miał miejsce w pierwszej połowie stycznia 2022 roku, był widoczny w północnej i centralnej Polsce. Na mapie przedstawiono wartości średnich stężeń zmierzonych na poszczególnych stacjach w czasie trwania epizodu (Rys. 5-9). Najwyższe stężenia odnotowano na stacjach zlokalizowanych w województwach: pomorskim, kujawsko-pomorskim, wielkopolskim oraz na południu kraju (woj. dolnośląskie, opolskie, śląskie i małopolskie). Poza zasięgiem epizodu znalazły się województwa podlaskie, lubelskie i podkarpackie, gdzie wystąpiły najmniejsze stężenia w kraju w tym czasie.

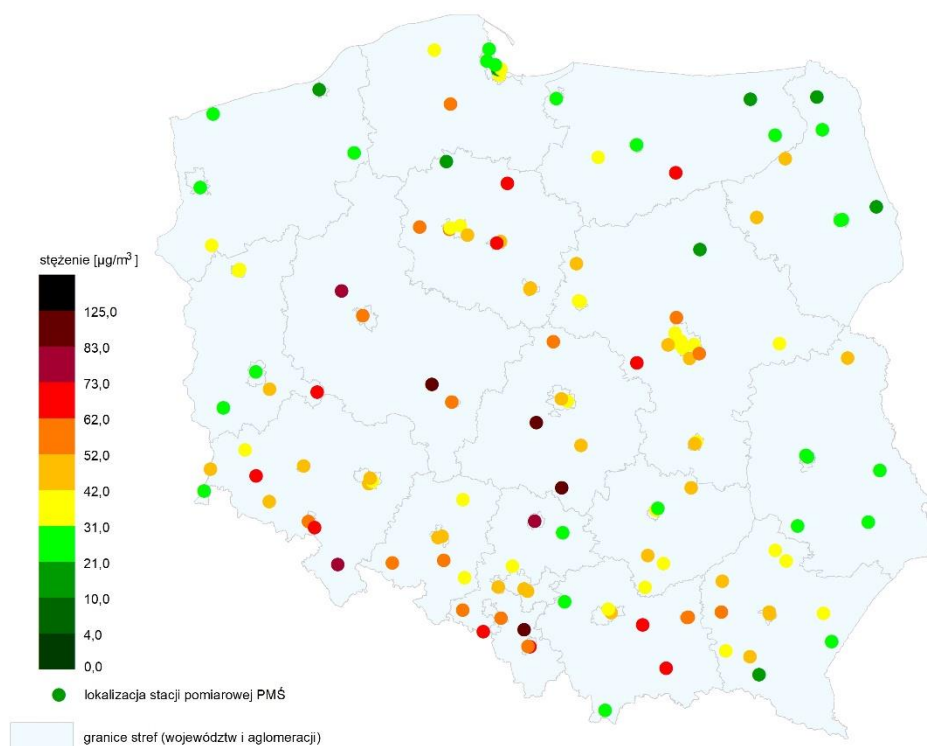


Rys. 5-9. Stężenia średnie pyłu zawieszonego PM_{2,5} w okresie epizodu wysokich stężeń (09-11.01.2022)

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

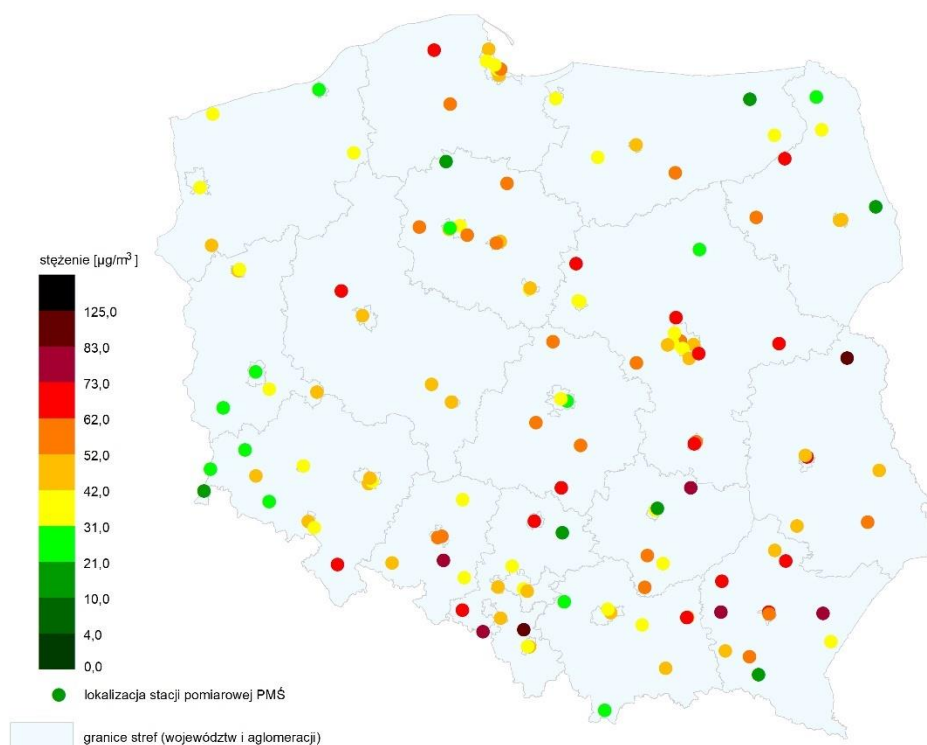
Drugi epizod, który miał miejsce na początku marca 2022 roku, był widoczny w centralnej i południowej Polsce, z najwyższymi stężeniami w woj. wielkopolskim, łódzkim oraz śląskim. Epizod w praktyce nie objął swoim zasięgiem województw północnych, zachodnich i wschodnich (Rys. 5-10).

Kolejny epizod, który miał miejsce pod koniec marca 2022 roku, objął niemal cały kraj. Najbardziej zaznaczył się w województwach podkarpackim, lubuskim, śląskim i opolskim (Rys. 5-11).



Rys. 5-10. Stężenia średnie pyłu zawieszonego PM_{2,5} w okresie epizodu wysokich stężeń (01-03.03.2022)

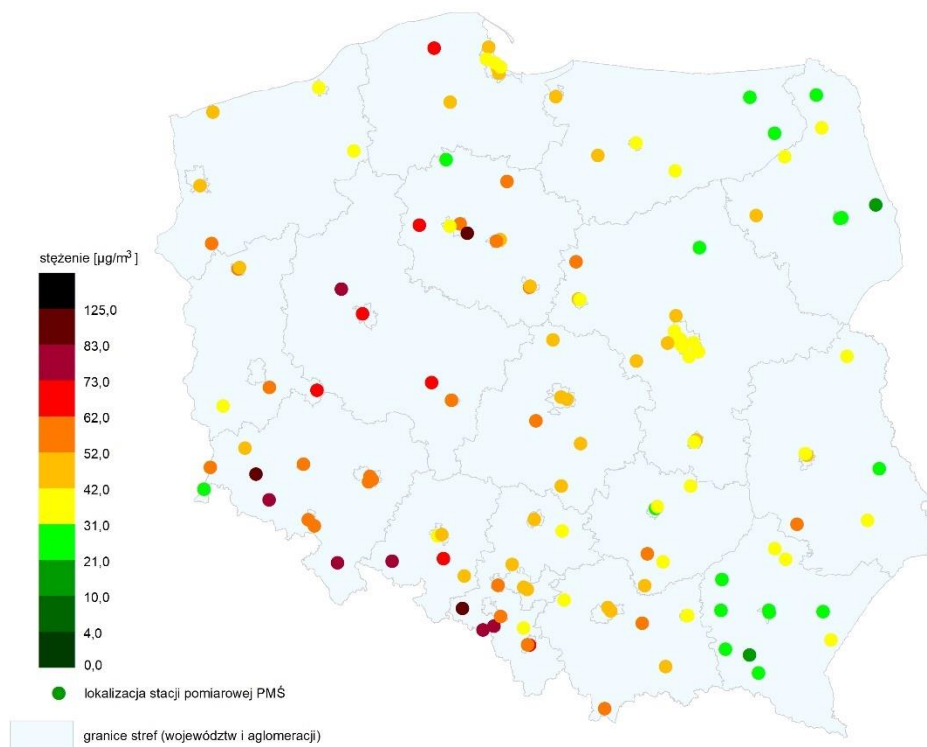
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 5-11. Stężenia średnie pyłu zawieszonego PM_{2,5} w okresie epizodu (21-23.03.2022)

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

Czwarty epizod – z połowy grudnia 2022 roku – objął swoim zasięgiem głównie centralną i południową Polskę, a szczególnie województwa śląskie, opolskie, dolnośląskie, wielkopolskie i kujawsko-pomorskie. Na stacjach w tych województwach odnotowano największe wartości stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5}, uśrednione w okresie trwania epizodu. Epizod nie objął swoim zasięgiem woj. podlaskiego, lubelskiego i podkarpackiego (Rys. 5-12).



Rys. 5-12. Stężenia średnie pyłu zawieszonego PM_{2,5} w okresie epizodu (14-16.12.2022)

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

5.5. Ocena skutków zdrowotnych

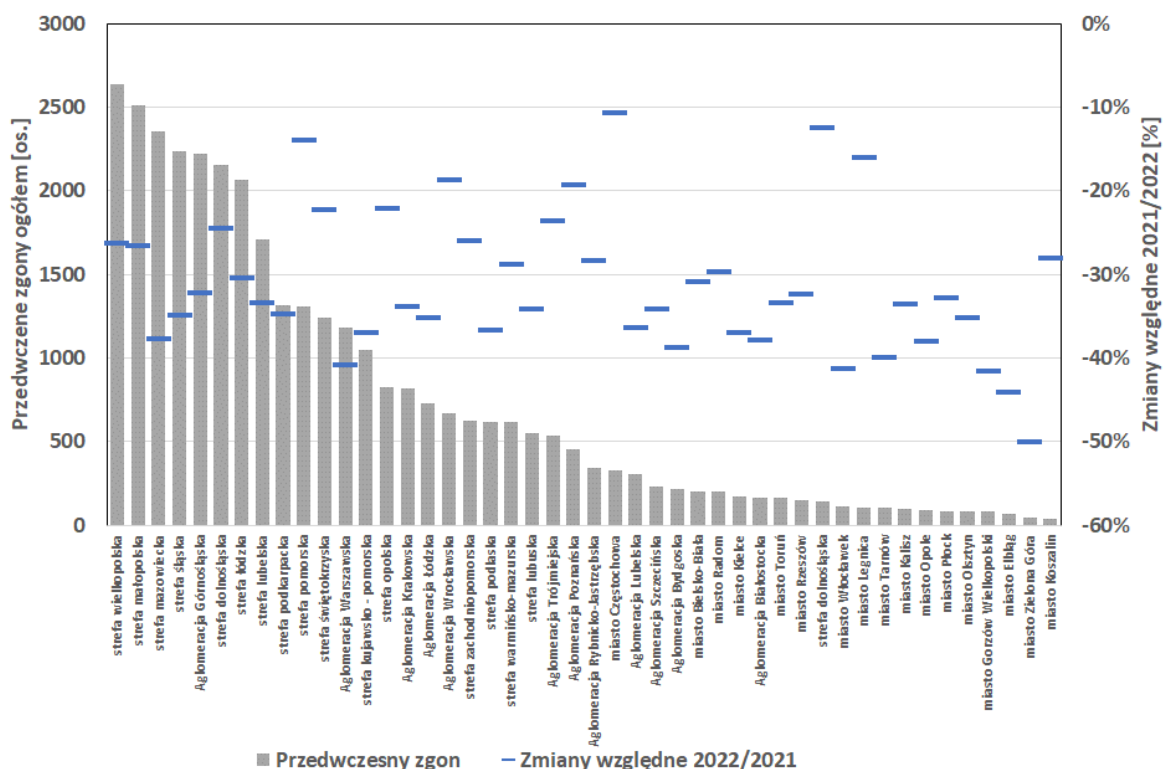
Wykonana ocena skutków zdrowotnych powodowanych długookresowym narażeniem na pył zawieszony PM_{2,5} (stężeniem średnim rocznym) wskazuje, że w Polsce szacowana liczba przedwczesnych zgonów ogółem w roku 2022 wynosiła blisko 33 905 i była o 30% niższa od oszacowanej dla roku poprzedniego (48 857). Szacunki skutków zdrowotnych, publikowanych w poprzednim opracowaniu dla roku 2021, zaktualizowano w oparciu o założenia opisane w rozdziale 2.

Przeprowadzone analizy wskazują, że najwięcej przedwczesnych zgonów wystąpiło w strefach wielkopolskiej i małopolskiej (ponad 3,5 tys. w każdej z nich), zaś najmniej (poniżej 50) – w miastach Zielona Góra i Koszalin. Największa redukcja liczby przedwczesnych zgonów z roku na rok (powyżej 40%) dotyczyła miast Zielona Góra, Elbląg, Gorzów Wielkopolski, Włocławek i Tarnów oraz Aglomeracji Warszawskiej, zaś najniższa (poniżej 15%) – miasta Częstochowa oraz stref dolnośląskiej i pomorskiej (Tab. 5-7, Rys. 5-13).

Tab. 5-7. Skutki zdrowotne powodowane średnim rocznym narażeniem na pył zawieszony PM_{2,5} w 2022 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.]	Zmiany względne 2022/2021 [%]
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	667	99	-18,7%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	105	113	-16,0%
dolnośląskie	PL0203	strefa dolnośląska	140	137	-12,5%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	2154	107	-24,6%
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	212	64	-38,7%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	161	82	-33,5%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	108	106	-41,3%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	1044	76	-37,0%
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	308	93	-36,4%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	1711	101	-33,5%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	83	71	-41,5%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	45	32	-50,0%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	550	76	-34,1%
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	726	110	-35,2%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	2062	120	-30,5%
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	816	102	-33,8%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	102	98	-40,0%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	2511	100	-26,6%
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	1184	64	-40,9%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	84	75	-32,8%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	197	100	-29,6%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	2355	71	-37,7%
opolskie	PL1601	miasto Opole	88	70	-38,0%
opolskie	PL1602	strefa opolska	825	101	-22,2%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	150	76	-32,4%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	1315	70	-34,7%
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	162	55	-37,9%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	617	73	-36,7%
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	534	70	-23,6%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	1304	82	-13,9%
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	2223	128	-32,2%
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	345	125	-28,4%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	199	119	-30,9%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	324	156	-10,7%
śląskie	PL2405	strefa śląska	2239	114	-35,0%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	174	95	-37,0%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1238	125	-22,3%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	83	49	-35,2%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	66	58	-44,1%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	614	57	-28,9%
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	454	84	-19,4%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	95	101	-33,6%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	2640	92	-26,3%
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	227	58	-34,2%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	41	39	-28,1%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	623	54	-26,0%
Kraj			33905	88	-31,2%



Rys. 5-13. Liczba przedwczesnych zgonów powodowanych długookresowym narażeniem na pył zawieszony PM_{2,5} w 2022 roku wraz ze zmianą względną w stosunku do roku 2021.

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

O poziomie ryzyka na zanieczyszczenie powietrza dla danej populacji decyduje wskaźnik liczby przedwczesnych zgonów w przeliczeniu na 100 tys. mieszkańców. Analiza uzyskanych wyników dla tego wskaźnika (wynoszącego średnio w Polsce 88 przedwczesnych zgonów na każde 100 tys. mieszkańców) pokazuje, że najwyższe wartości (przekraczające 120 przypadków na każde 100 tys. mieszkańców) dotyczą miasta Częstochowa, strefy dolnośląskiej, Aglomeracji Górnośląskiej i Rybnicko-Jastrzębskiej oraz stref świętokrzyskiej i łódzkiej. Najniższe wskaźniki w 2022 roku (poniżej 50 zgonów na 100 tys. mieszkańców) zaobserwowano dla miast Zielona Góra, Koszalin i Olsztyn.

6. Stężenia pyłu zawieszonego PM10

W niniejszym rozdziale przedstawiono podsumowanie wyników pomiarów stężeń pyłu zawieszonego PM10 na stacjach PMŚ w Polsce w 2022 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2021. Ocenę wykonano w odniesieniu do określonych prawem 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

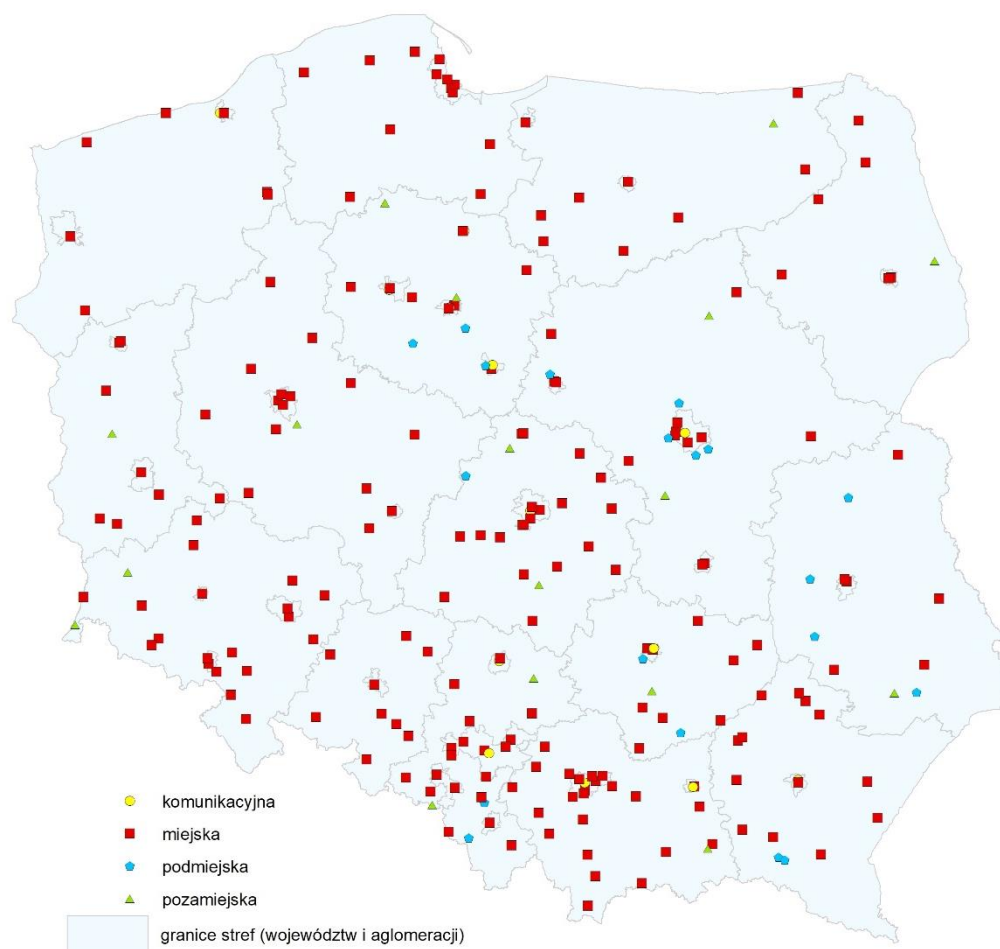
Kryterium	Okres uśredniania stężeń	Stężenie kryterialne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Wartość uwzględniona w ocenie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$ ****)	Parametr odpowiadający wartości normowanej
poziom dopuszczalny *)	24 godziny	50**)	50,5	Percentyl 90,4
	1 rok	40	40,5	Sa
poziom informowania	24 godziny	100	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 2022 r. uwzględnione w ocenie

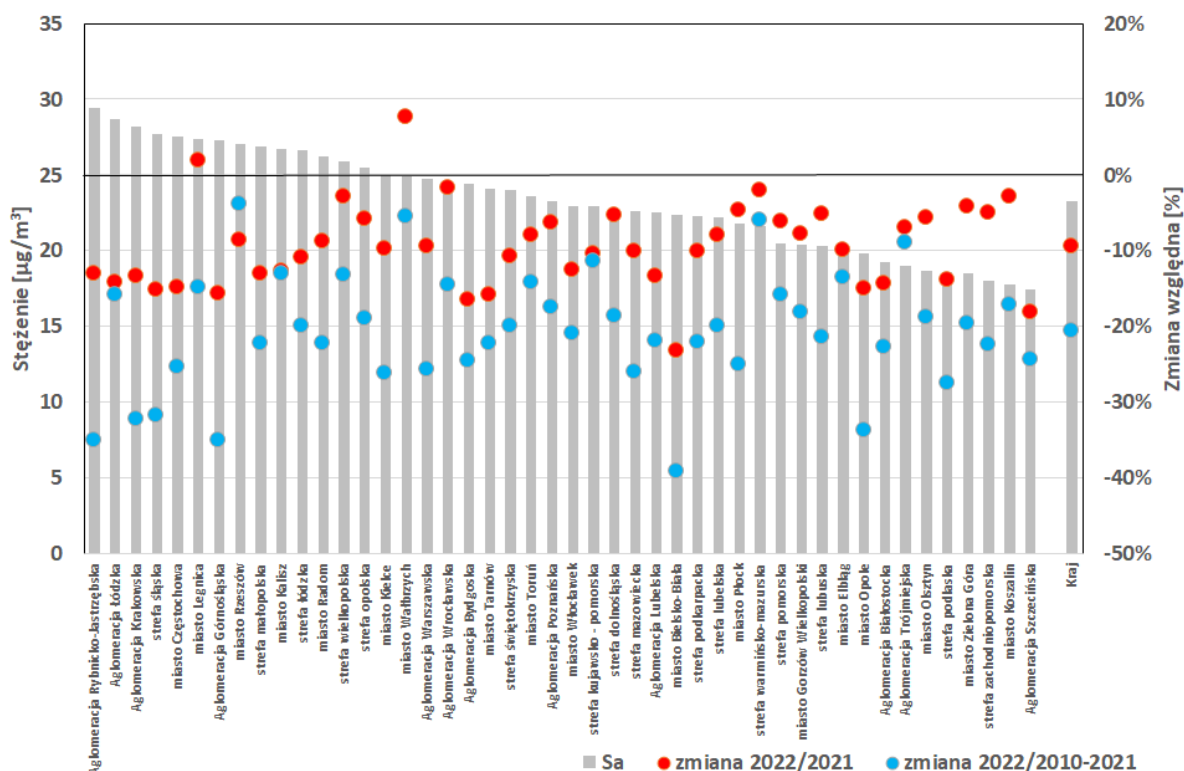
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Analizę zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym PM10 w 2022 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 248 stanowisk pomiarowych, w tym 198 stacji tła miejskiego, 13 komunikacyjnych, 20 podmiejskich i 17 pozamiejskich (Rys. 6-1).

6.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki analiz stężeń pyłu zawieszonego PM10 w roku 2022 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 2010-2021. Przedstawiono również relacje pomiędzy stężeniami pyłu zawieszonego PM10 na różnych typach stacji.

W roku 2022, stężenie średnie roczne pyłu zawieszonego PM10 uśrednione dla kraju wyniosło 23,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Największą wartość średnią roczną uzyskano dla Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (29,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), zaś najmniejszą dla Aglomeracji Szczecińskiej, co wskazuje na znaczne zróżnicowanie w Polsce wynoszące 12,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Rys. 6-2 i Tab. 6-2). Na obszarze żadnej strefy nie odnotowano przekroczenia rocznego poziomu dopuszczalnego pyłu zawieszonego PM10, co oznacza, że na obszarze wszystkich stref w 2022 roku dotrzymany został standard jakości powietrza.



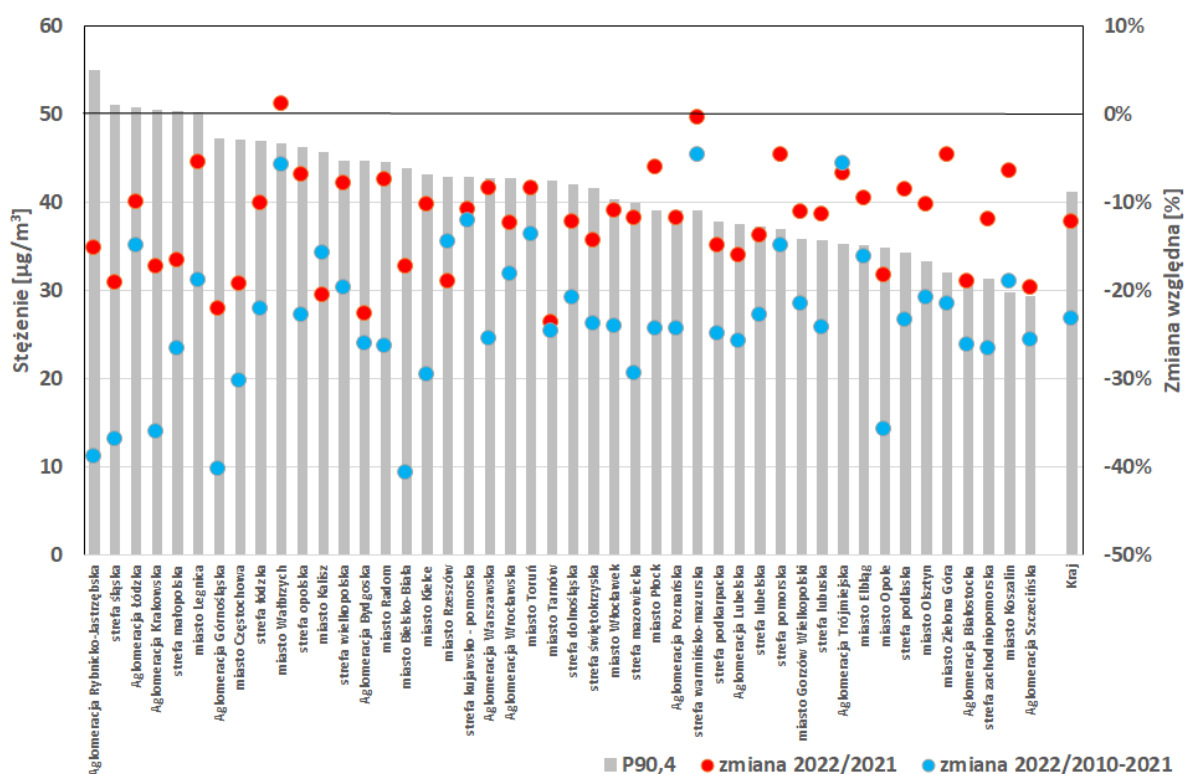
Rys. 6-2. Stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM10 w 2022 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2021

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: miast Wałbrzych i Legnica, zanotowano wzrost w roku 2022. Wzrosty te nie przekroczyły 8%. W przypadku pozostałych stref, dla których zanotowano spadki, różnice

względne zmian z roku na rok mieściły się w granicach od -1,8% w Aglomeracji Wrocławskiej do -23,3% w mieście Bielsko-Biała. Odnosząc wartości uzyskane dla 2022 r. do średnich z wielolecia, obejmującego okres 2010-2021, można stwierdzić spadek średnich stężeń pyłu zawieszonego PM10 dla wszystkich stref, od -3,8% w mieście Rzeszów do -39,2% w mieście Bielsko-Biała. Bardzo wyraźne spadki (przekraczające 30%) odnotowano poza Bielsko-Białą również dla strefy śląskiej, Aglomeracji Krakowskiej oraz miasta Opole, Aglomeracji 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 2022 r. 41,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Podobnie jak w przypadku stężeń średnich rocznych, największą wartość średnią percentyla 90,4 odnotowano w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (55,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), a najmniejszą w Aglomeracji Szczecińskiej (29,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), a więc różnica pomiędzy nimi wyniosła 25,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Rys. 6-3 i Tab. 6-3).



Rys. 6-3. Percentyl 90,4 dla stężeń dobowych pyłu zawieszonego PM10 w 2022 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2021

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

Na blisko 18% stacji (44 z 248 uwzględnionych w ocenie) zlokalizowanych na terenie 16 z 46 stref (niecałe 35%) nie został dotrzymany standard jakości powietrza, tj. został przekroczony dobowy poziom dopuszczalny pyłu zawieszonego PM10 z dozwoloną częstością przekroczeń (Tab. 6-3). Analiza wyników pokazała, że w 14 strefach wystąpiło przekroczenie dopuszczalnej liczby dni z przekroczeniem dopuszczalnego poziomu 24-godzinowego (35 dni), które odnotowano na 39 stacjach pomiarowych. Najwięcej stacji, na których odnotowano przekroczenie dobowego poziomu dopuszczalnego zlokalizowanych było w strefie łódzkiej (8) oraz miastach Kielce (7) i Elbląg (5). W 6 strefach przekroczenie wystąpiło tylko na 1 stacji.

Tab. 6-2. Parametry jakości powietrza dla pyłu zawieszonego PM10 w 2022 r. (stężenie średnie roczne Sa)

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.	2022/2021	2022 / 2010-2021
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	2		23,8	24,5	25,1	-1,8%	-14,5%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		27,3	27,3	27,3	1,9%	-14,9%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		24,9	24,9	24,9	7,6%	-5,6%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	17		17,1	22,7	37,6	-5,3%	-18,6%
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	2		23,4	24,4	25,4	-16,6%	-24,5%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	3		21,8	23,6	24,7	-8,0%	-14,2%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	3		21,7	23,0	24,0	-12,6%	-20,9%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	10		13,7	23,0	33,2	-10,5%	-11,5%
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	2		19,9	22,5	25,1	-13,4%	-22,0%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	9		14,4	22,2	27,5	-8,0%	-20,0%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	2		20,3	20,4	20,6	-7,8%	-18,2%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		18,5	18,5	18,5	-4,2%	-19,7%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	6		16,5	20,3	24,2	-5,2%	-21,5%
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	6		18,2	28,7	33,0	-14,2%	-15,9%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	18		20,6	26,6	32,0	-11,0%	-20,0%
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	7		24,5	28,2	33,4	-13,4%	-32,3%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	2		23,7	24,1	24,5	-15,9%	-22,3%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	18		18,1	26,9	35,8	-13,1%	-22,3%
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	6		20,5	24,8	35,1	-9,4%	-25,7%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	2		21,5	21,8	22,1	-4,7%	-25,0%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	2		26,2	26,2	26,3	-8,9%	-22,3%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	11		16,3	22,6	26,7	-10,2%	-26,0%
opolskie	PL1601	miasto Opole	1		19,8	19,8	19,8	-15,0%	-33,7%
opolskie	PL1602	strefa opolska	8		21,8	25,5	31,8	-5,9%	-18,9%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	2		21,6	27,1	32,5	-8,7%	-3,8%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	14		15,1	22,3	28,4	-10,0%	-22,1%
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	2		17,4	19,3	21,2	-14,4%	-22,8%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	5		8,6	18,6	26,6	-13,9%	-27,5%
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	6		16,1	19,0	22,0	-7,1%	-9,0%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	7		17,2	20,5	23,2	-6,2%	-15,9%
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	7		24,5	27,3	31,2	-15,7%	-35,0%
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2		29,4	29,5	29,5	-13,1%	-35,1%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		22,3	22,3	22,3	-23,3%	-39,2%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	2		22,0	27,5	33,1	-14,9%	-25,4%

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.	2022/2021	2022 / 2010-2021
śląskie	PL2405	strefa śląska	13		16,5	27,7	37,3	-15,2%	-31,8%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	3		22,5	25,0	26,3	-9,8%	-26,2%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	10		16,1	24,0	29,6	-10,8%	-19,9%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		18,6	18,6	18,6	-5,6%	-18,9%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		20,1	20,1	20,1	-10,0%	-13,6%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	8		13,3	21,6	32,1	-2,1%	-6,0%
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	3		22,1	23,3	25,2	-6,3%	-17,6%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		26,7	26,7	26,7	-12,8%	-13,1%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	12		22,1	25,9	30,0	-2,9%	-13,2%
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	1		17,4	17,4	17,4	-18,1%	-24,4%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	2		16,7	17,8	18,8	-2,9%	-17,2%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	5		16,2	18,0	19,3	-5,0%	-22,4%
Kraj			248	0	8.6	23.3	37,6	-9,4%	-20,7%

Tab. 6-3. Parametry jakości powietrza dla pyłu zawieszonego PM₁₀ w 2022 r. (stężenie średnie dobowe, percentyl 90,4)

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

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie P90,4 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			Zmiana względna P90,4 [%]		Liczba stacji z liczbą dni >35	Liczba dni z S24 >50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [-]		
			Uwzgl. w ocenie	z P90,4 >50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Min.	Śred.	Maks.	2022/2021	2022 / 2010-2021		Min.	Śred.	Maks.
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	2		41,7	42,8	43,8	-12,4%	-18,2%		17	19	21
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		50,1	50,1	50,1	-5,5%	-18,9%		33	33	33
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		46,6	46,6	46,6	1,1%	-5,8%		33	33	33
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	17	3	28,4	42,1	83,5	-12,2%	-20,9%	3	1	23	95
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	2		40,9	44,7	48,5	-22,7%	-26,1%		19	24	29
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	3		39,3	42,5	44,2	-8,6%	-13,6%		19	22	26
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	3		34,4	40,3	45,0	-11,0%	-24,1%		3	15	27
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	10	1	26,8	42,8	58,9	-10,9%	-12,2%	1	1	22	51
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	2		32,2	37,5	42,8	-16,1%	-25,8%		8	16	23
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	9	1	22,1	37,2	51,6	-13,8%	-22,8%		2	16	34
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	2		34,4	35,9	37,3	-11,2%	-21,6%		11	12	13
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		32,0	32,0	32,0	-4,8%	-21,6%		7	7	7
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	6		28,4	35,7	44,8	-11,5%	-24,3%		0	12	21
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	6	4	32,3	50,7	58,3	-10,1%	-15,0%	4	4	35	52
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	18	5	34,9	46,9	58,8	-10,1%	-22,1%	5	5	30	52
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	7	3	41,6	50,4	58,5	-17,4%	-36,0%	3	17	34	48

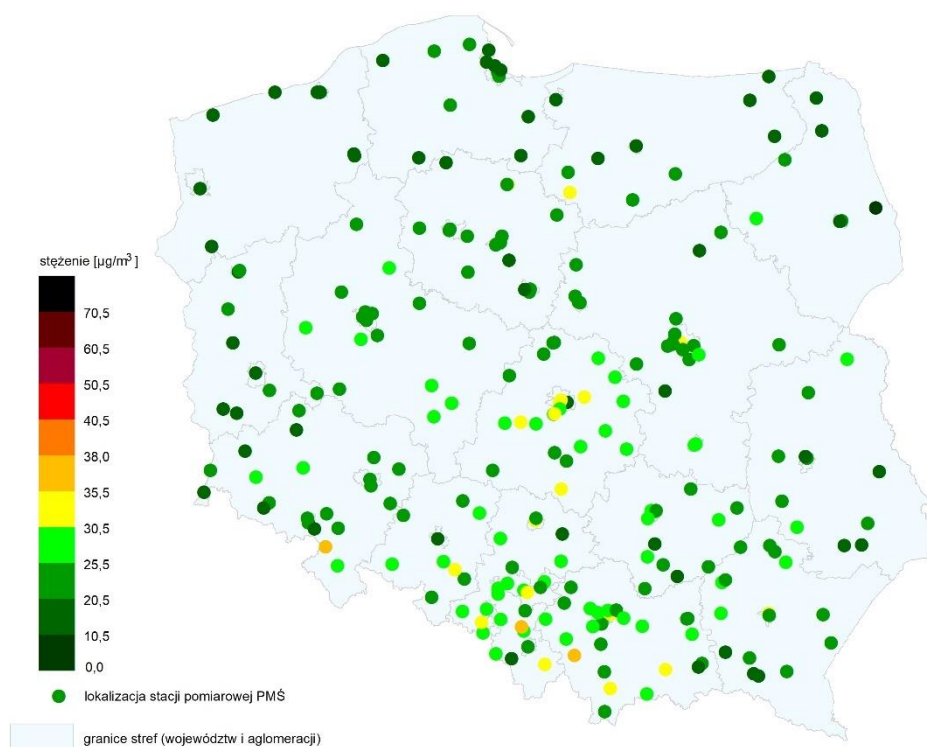
Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie P90,4 [µg/m³]			Zmiana względna P90,4 [%]		Liczba stacji z liczbą dni >35	Liczba dni z S24 >50 µg/m³ [-]		
			Uwzgl. w ocenie	z P90,4 >50 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2022/ 2021	2022 / 2010-2021		Min.	Śred.	Maks.
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	2		39,3	42,4	45,5	-23,7%	-24,7%		17	21	25
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	18	7	30,3	50,3	75,0	-16,6%	-26,6%	7	0	33	76
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	6	1	36,1	42,8	57,9	-8,5%	-25,5%	1	9	19	48
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	2		38,7	39,1	39,5	-6,1%	-24,4%		12	15	17
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	2		43,7	44,6	45,5	-7,5%	-26,4%		24	25	26
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	11		28,2	39,8	49,0	-11,8%	-29,4%		1	17	27
opolskie	PL1601	miasto Opole	1		34,8	34,8	34,8	-18,3%	-35,7%		13	13	13
opolskie	PL1602	strefa opolska	8	2	40,0	46,3	57,4	-7,0%	-22,8%	2	11	26	51
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	2		36,7	42,9	49,1	-19,1%	-14,6%		15	23	30
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	14		25,0	37,8	49,9	-15,0%	-25,0%		0	15	31
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	2		29,0	31,6	34,3	-19,0%	-26,2%		7	10	12
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	5		16,6	34,3	48,9	-8,7%	-23,4%		0	14	32
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	6		28,8	35,3	39,7	-6,8%	-5,7%		2	11	18
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	7		29,0	37,0	43,0	-4,6%	-14,9%		3	16	28
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	7	2	41,8	47,2	52,7	-22,2%	-40,2%	2	13	28	39
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2	2	50,9	55,0	59,0	-15,3%	-38,9%	1	35	42	49
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		43,9	43,9	43,9	-17,3%	-40,7%		24	24	24
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	2	1	38,8	47,1	55,3	-19,3%	-30,4%	1	11	28	45
śląskie	PL2405	strefa śląska	13	8	28,2	51,0	68,7	-19,2%	-37,0%	7	0	37	75
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	3		38,8	43,1	46,0	-10,3%	-29,6%		14	20	24
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	10	2	27,4	41,5	55,2	-14,4%	-23,8%	1	0	18	47
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		33,2	33,2	33,2	-10,4%	-20,9%		9	9	9
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		35,1	35,1	35,1	-9,6%	-16,2%		10	10	10
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	8	1	24,2	39,0	64,6	-0,5%	-4,7%	1	0	21	53
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	3		37,0	39,1	42,6	-11,8%	-24,3%		13	18	24
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		45,7	45,7	45,7	-20,6%	-15,7%		23	23	23
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	12	1	40,0	44,7	50,9	-8,0%	-19,7%		9	24	35
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	1		29,4	29,4	29,4	-19,8%	-25,7%		9	9	9
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	2		28,7	29,8	30,8	-6,6%	-19,1%		5	6	6
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	5		26,6	31,4	35,1	-12,1%	-26,6%		3	7	12
Kraj			248	44	16,6	41,1	83,5	-12,3%	-23,2%	39	0	20	95

Najwyższą liczbę dni z przekroczeniem $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ponad 70) zanotowano w strefie dolnośląskiej (95), małopolskiej (76) i śląskiej (75) (Tab. 6-3).

Dla niemal wszystkich stref (za wyjątkiem miasta Wałbrzych - wzrost o 1,1%) wartości percentyla 90,4 pyłu zawieszonego PM₁₀ były w roku 2022 niższe niż rok wcześniej. Różnice względne spadków stężeń zawierały się w granicach od -0,5% w strefie warmińsko-mazurskiej do 23,7% w mieście Tarnów, przy średniej różnicy w kraju na poziomie -12,3%.

Odnosząc wartości percentyla 90,4 z 2022 r. do średnich z okresu 2010-2021 można stwierdzić spadek stężeń dla wszystkich stref. Spadki wyniosły od -4,7% w strefie warmińsko-mazurskiej do -40,7% w mieście Bielsko-Biała, przy średniej różnicy w kraju na poziomie -23,2% (Rys. 6-3 i Tab. 6-3).

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

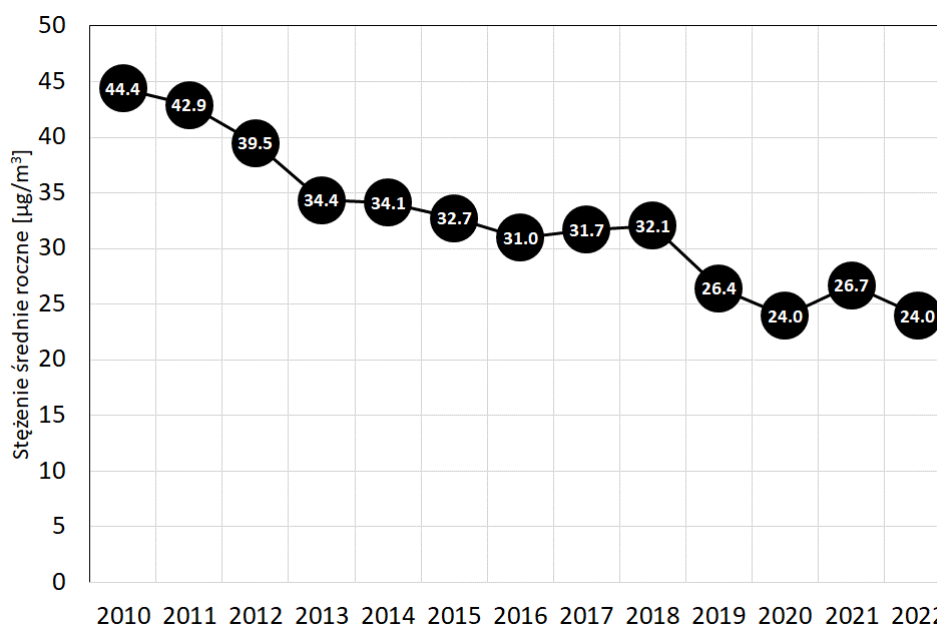


Rys. 6-4. Stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM₁₀ na stacjach pomiarowych w 2022 r.

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

Stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM₁₀ wykazują istotny statystycznie trend malejący w analizowanym okresie. Wyraźnie spadki obserwuje się w latach 2010-2013, potem nastąpił okres stabilizacji i w ciągu 6 lat stężenia zmieniały się nieznacznie (różnice w tym okresie nie przekraczały $3,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$). W latach 2019-2022 stężenie średnie roczne spadło poniżej $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższą wartość stężenia średniego rocznego pyłu zawieszonego PM₁₀ odnotowano w 2010 roku, a najniższą w 2020 i 2022 roku (Rys. 6-5). Amplituda stężeń średnich rocznych w okresie 2010-2022 wyniosła $20,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Warto zaznaczyć, że w latach 2010-2012

pomiary stężenia pyłu zawieszonego PM10 były prowadzone najwyżej na 50 stacjach w kraju, od 2014 na 200 i więcej, by ustabilizować się na poziomie 240-250 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 2010-2022
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

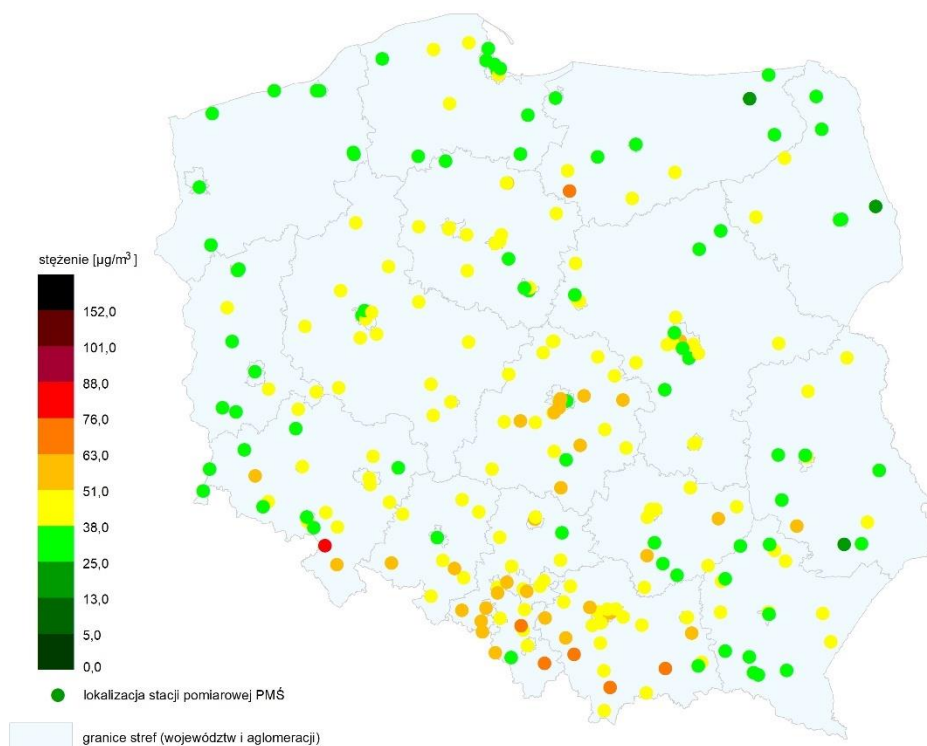
Najwyższe stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM10 były notowane na stacjach komunikacyjnych, a najniższe na stacjach pozamiejskich. W 2022 roku w przypadku wszystkich typów obszaru odnotowano spadek stężeń w stosunku do wartości z poprzedniego roku. Od 2018 roku utrzymywały się stałe relacje pomiędzy 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 (znacznej przewagi liczebnej stacji miejskich) (Tab. 6-5).

Tab. 6-4. Zmiany stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM10 w latach 2010-2022 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
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
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
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
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

Rozkład przestrzenny 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 (Rys. 6-6).

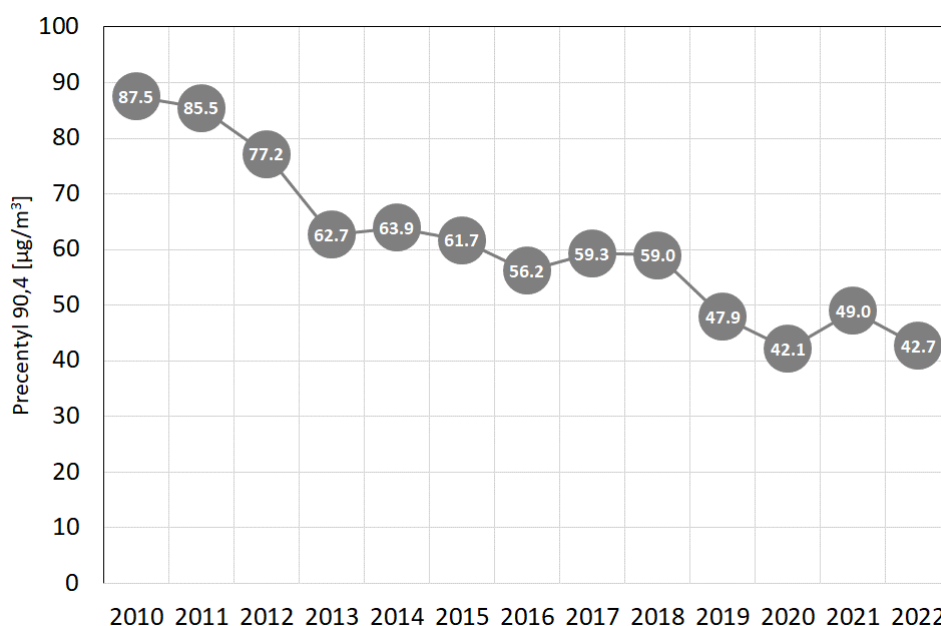


Rys. 6-6. Percentyl 90,4 dla stężeń dobowych pyłu zawieszonego PM10 w 2022 r.

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

Wartości percentyla 90,4 dla 24-godzinnych stężeń pyłu zawieszonego PM10 zmieniały się 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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższą wartość percentyla 90,4 odnotowano w 2010 roku, a najniższą w 2020 (Rys. 6-7).

Amplituda wartości percentyla 90,4 w okresie 2010-2022 wyniosła $45,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Również w tym przypadku zmiany liczby stacji prowadzących pomiary stężeń pyłu zawieszonego PM10 w kolejnych latach mogą rzutować na przedstawiony obraz zmian.



Rys. 6-7. Zmiany percentyla 90,4 dla stężeń dobowych pyłu zawieszonego PM10 w Polsce w okresie 2010-2022

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

Bardzo podobne były relacje pomiędzy wartościami percentyla 90,4 dobowych stężeń pyłu zawieszonego PM10, jak pomiędzy stężeniami średnimi rocznymi dla poszczególnych typów stacji. Najwyższe wartości percentyla 90,4 były notowane na stacjach komunikacyjnych, a najniższe na stacjach pozamiejskich, przy czym wartości malały z upływem lat. W 2022 roku dla wszystkich typów obszaru odnotowano spadek stężeń w stosunku do wartości z poprzedniego roku. 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).

Tab. 6-5. Zmiany percentyla 90,4 dla stężeń dobowych pyłu zawieszonego PM10 w latach 2010- 2022 z uwzględnieniem typów stacji

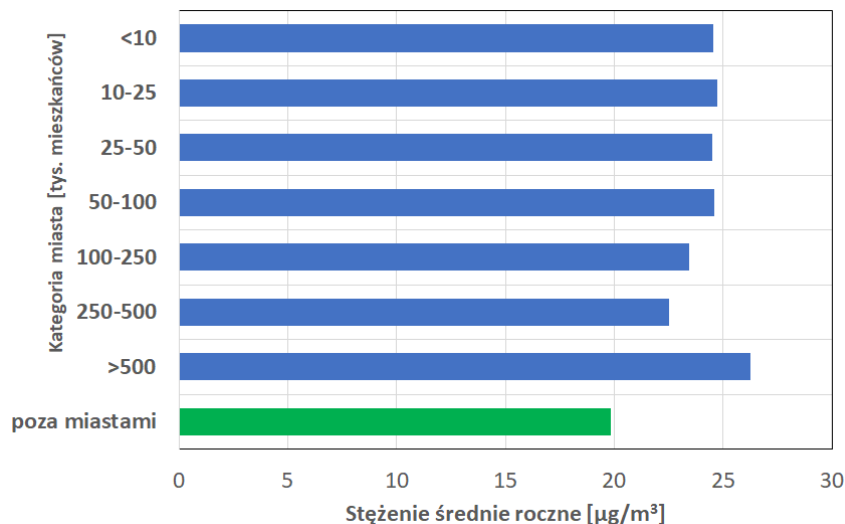
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Stężenie percentyla 90,4 [µg/m³]												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
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
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
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
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

6.2. Jakość powietrza w miastach

Z analizy przeprowadzonej dla miast w poszczególnych kategoriach populacji wynika, że najwyższe średnie roczne stężenie pyłu zawieszonego w 2022 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 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 2022 r.

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

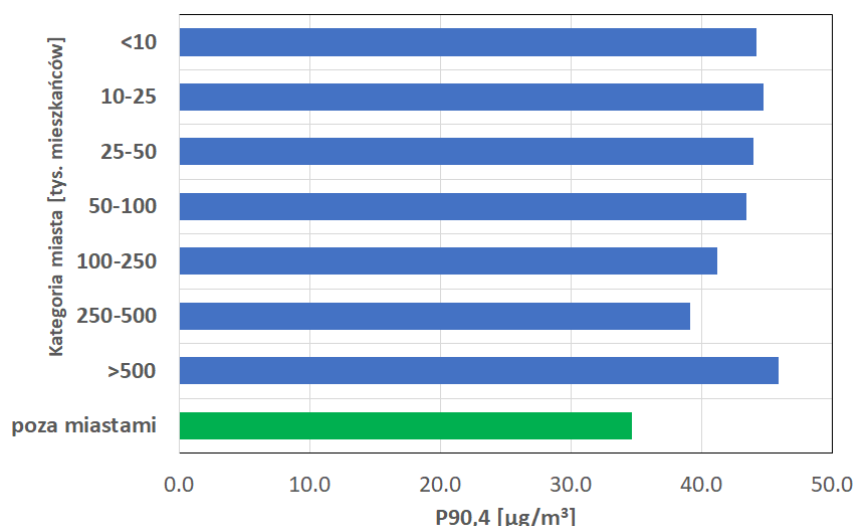
Średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego PM10 dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2022, jak wartości uśrednione dla kraju, z tym, że w latach 2010-2013 najwyższe wartości charakteryzowały miasta z kategorii 25-50 tys. i 100-250 tys. (z zastrzeżeniem dotyczącym mniejszej liczby stacji na początku omawianego wielolecia). Od roku 2014 najwyższe wartości utrzymywały się w aglomeracjach liczących ponad 500 tys. mieszkańców. Największy spadek w 2022 r. w stosunku do lat wcześniejszych odnotowano dla miast liczących 25-50 tys. i 100-250 tys. ludności, a najmniejsze dla najmniejszych miast i obszarów pozamiejskich (przy czym w miastach poniżej 10 tys. mieszkańców dane z dwóch początkowych lat nie były dostępne) (Tab. 6-6).

Tab. 6-6. Zmiany stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM10 w latach 2010-2022 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

Kategoria miasta	Stężenie S_a [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
>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
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
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
50-100	38,9	38,6	33,0	32,8	33,7	32,5	30,8	31,6	31,7	26,7	25,1	27,4	24,6
25-50	49,4	49,0	45,7	40,1	35,6	33,8	32,5	32,6	33,6	27,1	25,0	27,4	24,5
10-25	39,1	37,6	32,1	30,8	34,4	35,1	33,0	34,4	33,2	26,6	24,2	26,8	24,7
<10			29,7	31,3	36,4	36,1	28,5	28,5	30,2	25,1	21,9	26,3	24,5
Obszar poza miastami	36,5	33,3	32,7	28,9	26,7	25,4	24,7	24,4	25,3	22,2	19,5	22,9	19,8

Z analizy percentyla 90,4 wynika, że najwyższą wartość w 2022 roku odnotowano – podobnie jak dla wartości średnich rocznych – 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-godzinne 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 2022 r.

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

Wartości percentyla 90,4 ze stężenia 24-godzinne pyłu zawieszonego PM10 dla miast w poszczególnych kategoriach pod względem liczby ludności wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2022, 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 2022 r. w stosunku do średniej z lat wcześniejszych odnotowano dla miast liczących 25-50 tys. i 100-250 tys. ludności, (ponad 20 µg/m³), zaś najmniejsze dla najmniejszych miast (przy czym w miastach poniżej 10 tys. mieszkańców dane z dwóch początkowych lat nie były dostępne) (Tab. 6-7).

Tab. 6-7. Zmiany percentyla 90,4 ze stężeń 24-godz. pyłu zawieszonego PM10 w latach 2010-2022 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

Kategoria miasta	Stężenie percentyla 90,4 [µg/m³]												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
>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
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
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
50-100	76,4	73,0	61,3	57,5	64,5	61,3	57,1	58,2	57,7	48,1	43,5	49,8	43,5
25-50	100,9	102,3	93,4	76,5	67,0	64,3	59,9	62,4	62,7	49,8	45,0	51,3	44,0
10-25	75,6	72,6	63,3	57,8	65,9	66,6	60,8	66,9	62,0	48,8	43,1	49,3	44,8
<10			51,9	56,3	70,5	66,3	54,1	55,9	56,3	46,3	38,7	48,9	44,2
Obszar poza miastami	71,7	68,3	63,5	53,9	49,7	48,2	43,9	44,7	46,3	40,0	34,1	42,3	34,7

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 – 47,9 µg/m³ (próg epizodu) została przekroczona w 3 okresach – wszystkie wystąpiły w marcu 2022 roku (Tab. 6-8).

Tab. 6-8. Charakterystyka epizodów wysokich stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀ w 2022 roku

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

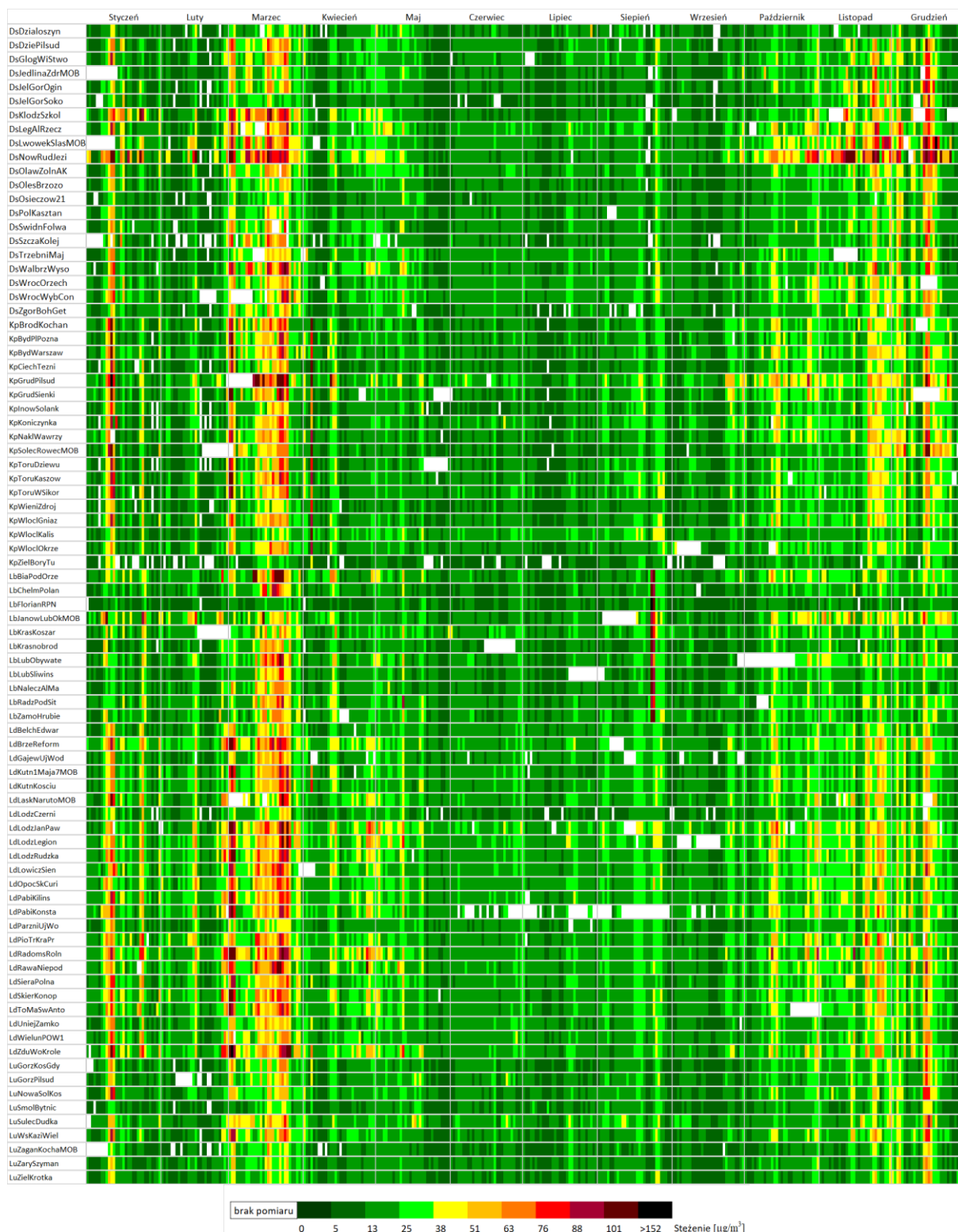
Epizod			Stężenie S24 podczas epizodu [µg/m ³]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu (47,9 µg/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2022-03-01 do 2022-03-03	3	164	8,1	59,1	173,4
2	od 2022-03-15 do 2022-03-19	5	157	4,8	52,1	129,1
3	od 2022-03-21 do 2022-03-25	5	205	9,2	63,3	185,1

Pierwszy epizod z początku marca, trwający 3 dni, był wyraźnie zauważalny na 164 stacjach, z maksymalną wartością dobową stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ przekraczającą 173 µg/m³. Swoim zasięgiem objął niemal całą Polskę z wyjątkiem części województw pomorskiego i zachodniopomorskiego oraz podlaskiego i lubuskiego (Rys. 6-11).

Podobny co do intensywności był epizod trzeci, który wystąpił pod koniec marca 2022 roku. Objął on większą liczbę stacji (205) i trwał dłużej. W praktyce nie był on zauważalny na pojedynczych stacjach. Stężenie maksymalne dobowe pyłu zawieszonego PM₁₀ w trakcie tego epizodu osiągnęło nieco ponad 185 µg/m³ (Rys. 6-13).

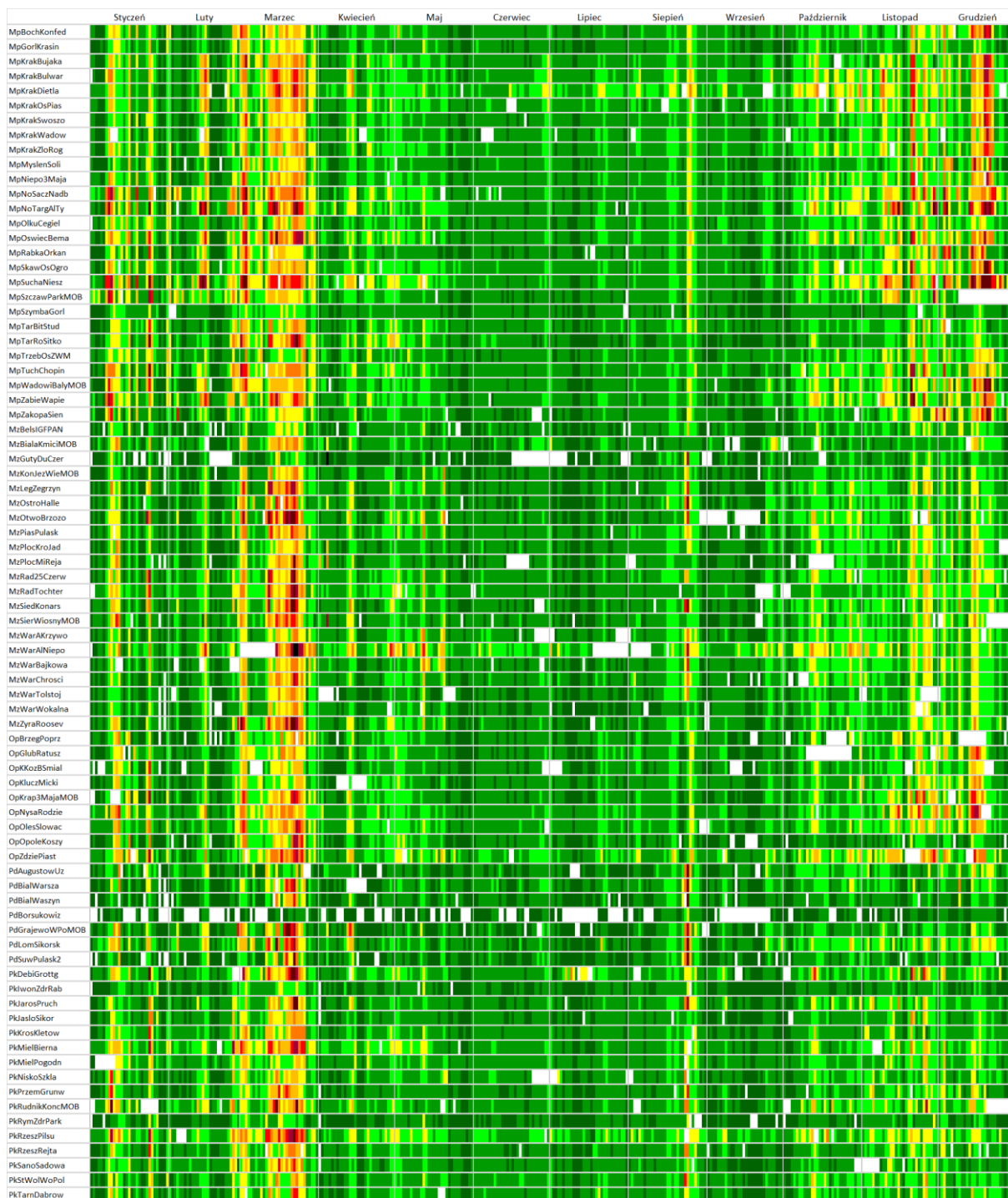
Epizod, który wystąpił w połowie marca 2022, pomimo, że trwał 5 dni, charakteryzował się najniższymi stężeniami w porównaniu do pozostałych (Rys. 6-12).

Tym samym w praktyce w 2022 roku marzec był najgorszym okresem, jeśli chodzi o zanieczyszczenie powietrza w Polsce pyłem zawieszonym PM₁₀, pomimo krótkich okresów wysokich stężeń obserwowanych w styczniu i grudniu.



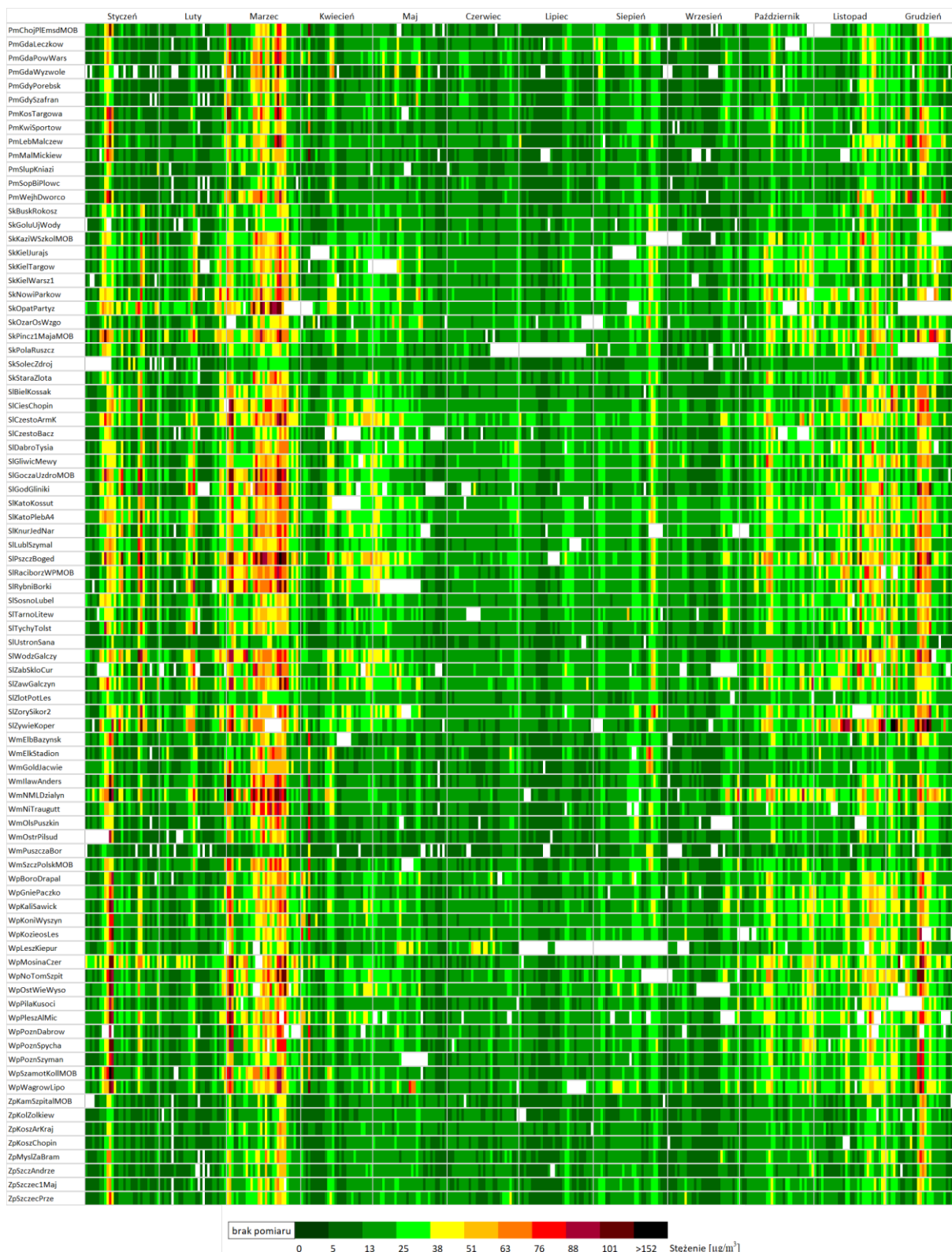
Rys. 6-10a. Zmiany stężeń średnich dobowych na stacjach pomiarowych pyłu zawieszonego PM10 w 2022 r.

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



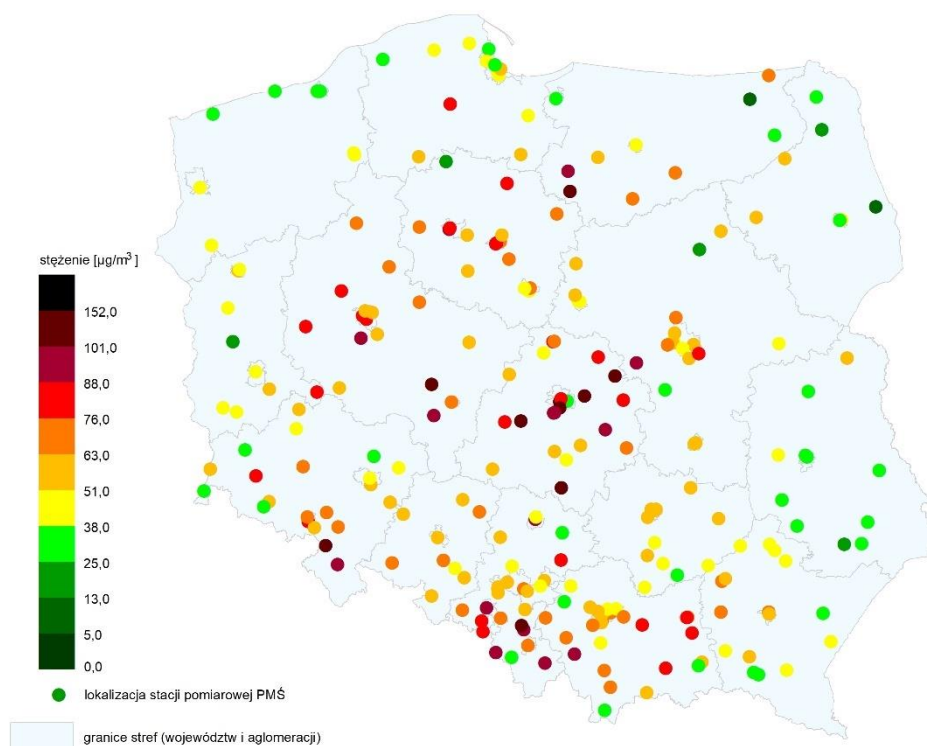
Rys. 6-10b. Zmiany stężeń średnich dobowych na stacjach pomiarowych pyłu zawieszonego PM10 w 2022 r.

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



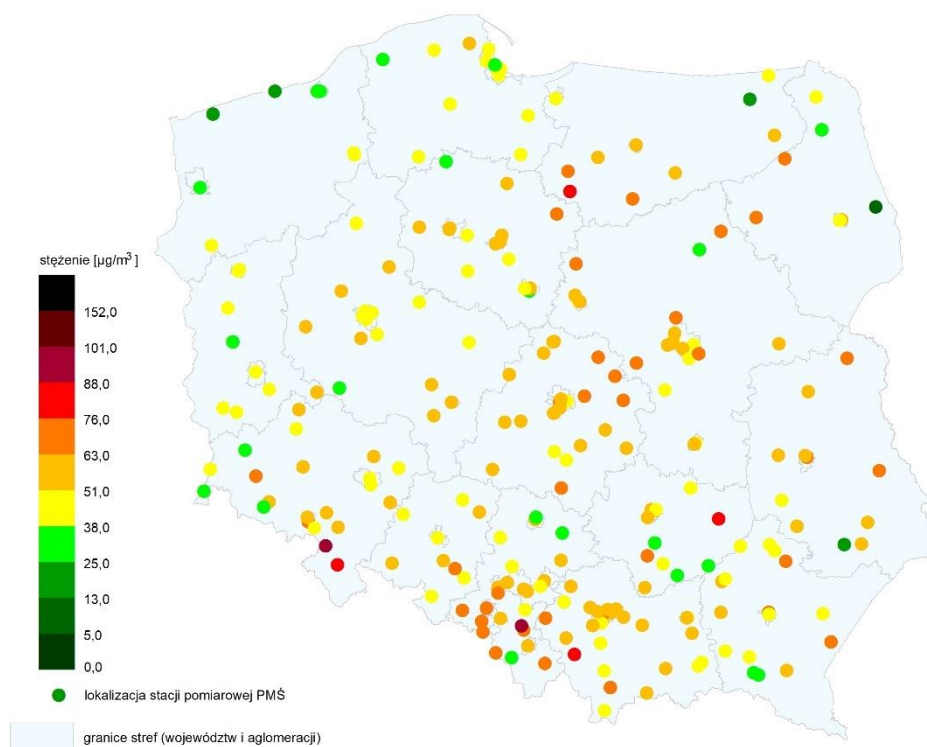
Rys. 6-10c. Zmiany stężeń średnich dobowych na stacjach pomiarowych pyłu zawieszonego PM10 w 2022 r.

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



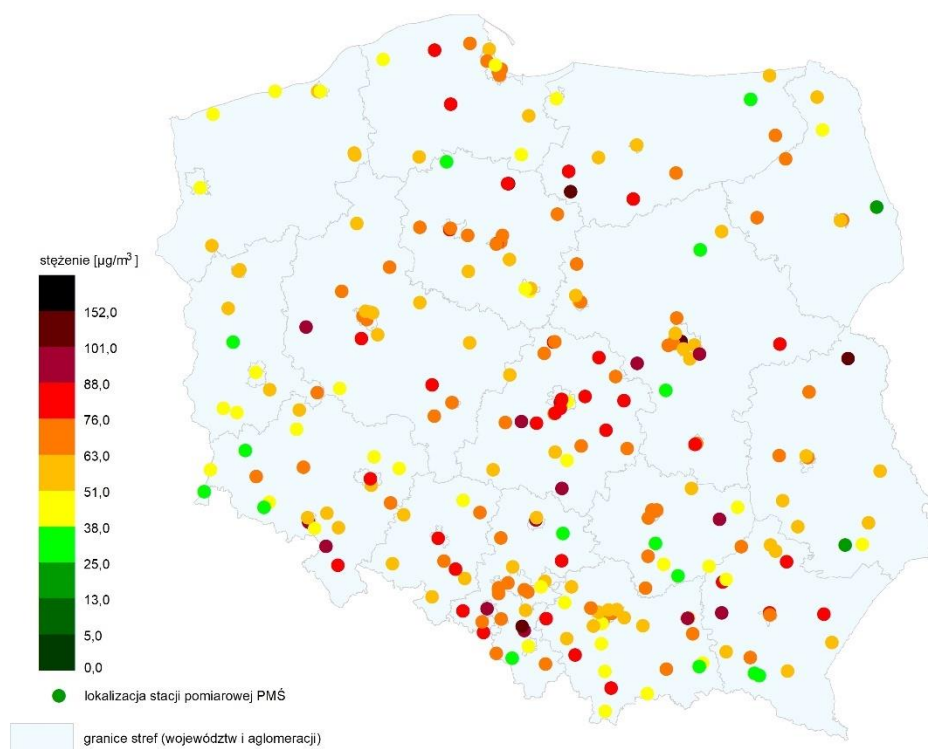
Rys. 6-11. Stężenia średnie pyłu zawieszonego PM₁₀ w okresie epizodu wysokich stężeń (01-03.03.2022)

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



Rys. 6-12. Stężenia średnie pyłu zawieszonego PM₁₀ w okresie epizodu wysokich stężeń (15-19.03.2022)

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



Rys. 6-13. Stężenia średnie pyłu zawieszonego PM10 w okresie epizodu wysokich stężeń (21-25.03.2022)

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

Ze względu na wysokie dobowe stężenia pyłu zawieszonego PM10, powyżej których istnieje zagrożenie dla zdrowia ludzkiego wynikające z krótkotrwałego narażenia na działanie zanieczyszczeń wrażliwych grup ludności (poziom informowania wynoszący $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) lub którego nawet krótkotrwałe przekroczenie może powodować zagrożenie dla zdrowia ludzi (poziom alarmowy wynoszący $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$), w 2022 roku opublikowano 227 razy informację o przekroczeniu poziomu informowania i 10 razy o przekroczeniu poziomu alarmowego.

Ogłoszenia dotyczące przekroczenia poziomu informowania dotyczyły 32 z 46 stref, potwierdzone wynikami pomiarów z 78 stacji. Poziom informowania najczęściej (ponad 20 razy w roku) przekraczany był w strefach małopolskiej (na 7 stacjach) i śląskiej (na 6 stacjach). Warto podkreślić, że w strefie wielkopolskiej informacje o przekroczeniu tego poziomu, co prawda, były rzadziej przekraczane (14 razy), ale dotyczyły łącznie 6 stacji (Tab. 6-9).

W 2022 roku przekroczenia poziomu alarmowego odnotowano na pojedynczych stacjach zlokalizowanych na obszarze 9 stref. Z wyjątkiem strefy łódzkiej (gdzie alarm ogłoszono na jednej stacji 2-krotnie), we wszystkich strefach ogłoszenie alarmu miało miejsce jeden raz w roku (Tab. 6-9). Alarm ogłaszano jednego dnia w styczniu, kwietniu, sierpniu oraz po 2 dni w marcu i grudniu.

Tab. 6-9. Ogłoszenia o przekroczeniu poziomu informowania oraz poziomu alarmowego dla pyłu zawieszonego PM10 w 2022 roku

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

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Poziom informowania		Poziom alarmowy	
			Liczba stacji	Ogłoszenia	Liczba stacji	Ogłoszenia
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	1	2		
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1	1		
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	4	20		
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	2	9		
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	3	5		
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	3	19	1	1
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1	1		
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	4	10		
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	3	11		
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	3	12	1	2
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	1	5		
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1	2		
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	7	31	1	1
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	1	1	1	1
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1	1		
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1	3		
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	5	12	1	1
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1	1		
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	3	6		
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1	1	1	1
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	3	7		
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	2	2		
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	3	8	1	1
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	2	3		
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	3		
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1	2		
śląskie	PL2405	strefa śląska	6	21	1	1
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	2	4		
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	2	3		
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	2	3		
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1	4		
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	6	14	1	1
łącznie w kraju			78	227	9	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 2022 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2022. Ocenę wykonano w odniesieniu do określonych prawem 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

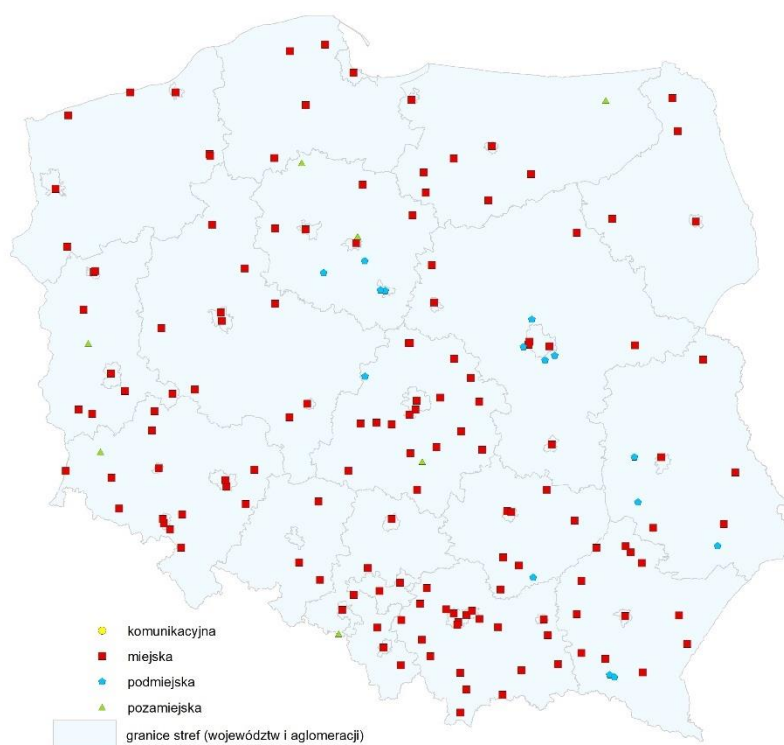
Okres uśredniania stężeń	Poziom docelowy [ng/m ³]	Wartość uwzględniona w ocenie [ng/m ³] ^{**)}	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	1	1,5	Sa

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

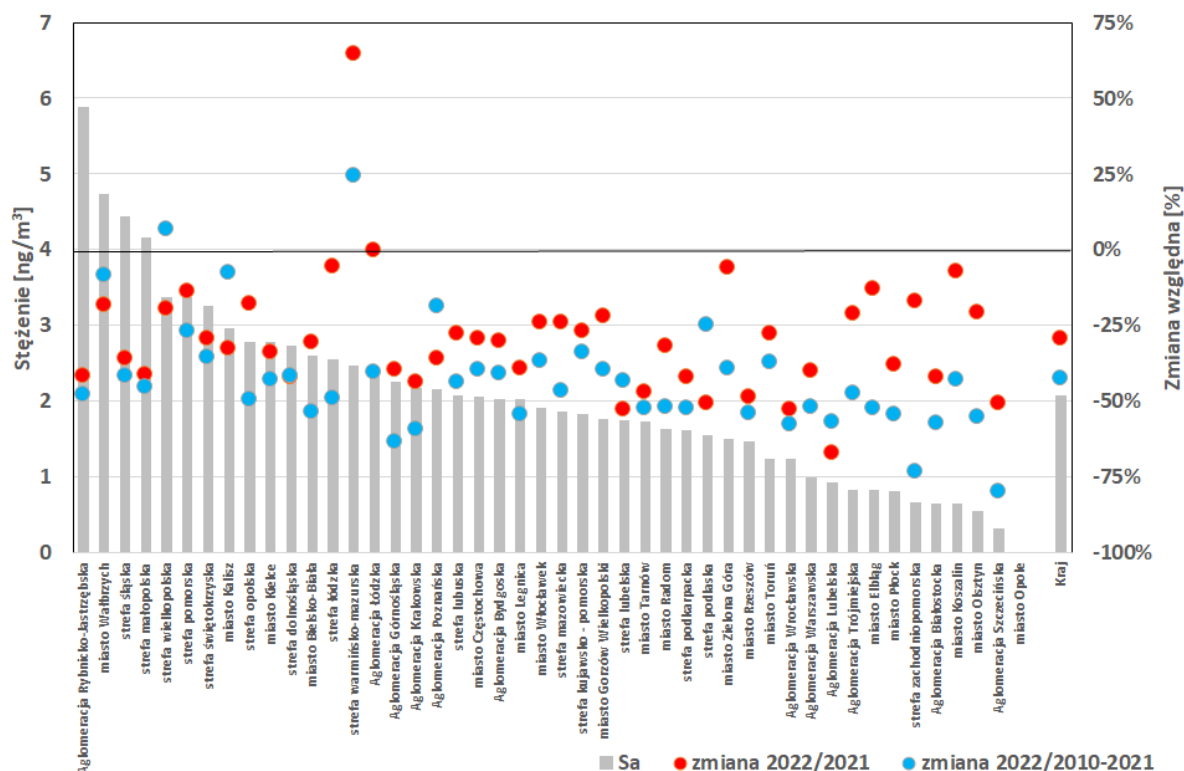
Analizę zanieczyszczenia powietrza benzo(a)pirenem w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2022 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 165 stanowisk pomiarowych, w tym 143 stacji tła miejskiego, 15 podmiejskich i 7 pozamiejskich (Rys. 7- 1).



Rys. 7-1. Stacje pomiarowe B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2022 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

7.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla benzo(a)pirenu zawartego w pył zawieszonym PM₁₀ w roku 2022 dla wartości średnich rocznych w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i w okresie 2010-2021. 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 2022 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2021

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

Stężenie średnie roczne B(a)P w pył zawieszonym PM₁₀ uśrednione na obszarze kraju wyniosło w 2022 r. 2,1 ng/m³ (w roku 2022 pomiary B(a)P nie były prowadzone w strefie miasto Opolo). Największe wartości średnie (powyżej 4 ng/m³) odnotowano dla Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej, miasta Wałbrzych oraz stref śląskiej i małopolskiej. Wartości średnie poniżej 1,0 ng/m³ zaobserwowano w przypadku 9 stref, najniższą dla Aglomeracji Szczecińskiej. Obserwowana różnica pomiędzy strefami (wartością największą a najmniejszą) wyniosła 5,6 ng/m³ (Rys. 7-2 i Tab. 7-2). W 32 strefach (69,6% 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 114 stacjach, co stanowiło nieco ponad 69% stanowisk pomiarowych, na których prowadzono w 2022 r. pomiary stężenia B(a)P w pył zawieszonym PM₁₀. Dla wszystkich stref z wyjątkiem strefy warmińsko-mazurskiej, gdzie zanotowano wzrost, stężenia średnie roczne B(a)P w pył zawieszonym PM₁₀ były w roku 2022 niższe niż rok wcześniej. W większości przypadków (24 strefy) spadki były znaczące, z wartościami względnymi od 30% (Aglomeracja Bydgoska) do niemal 70% (Aglomeracja Lubelska).

Tab. 7-2. Parametry jakości powietrza dla benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2022 r. (stężenie średnie roczne Sa)

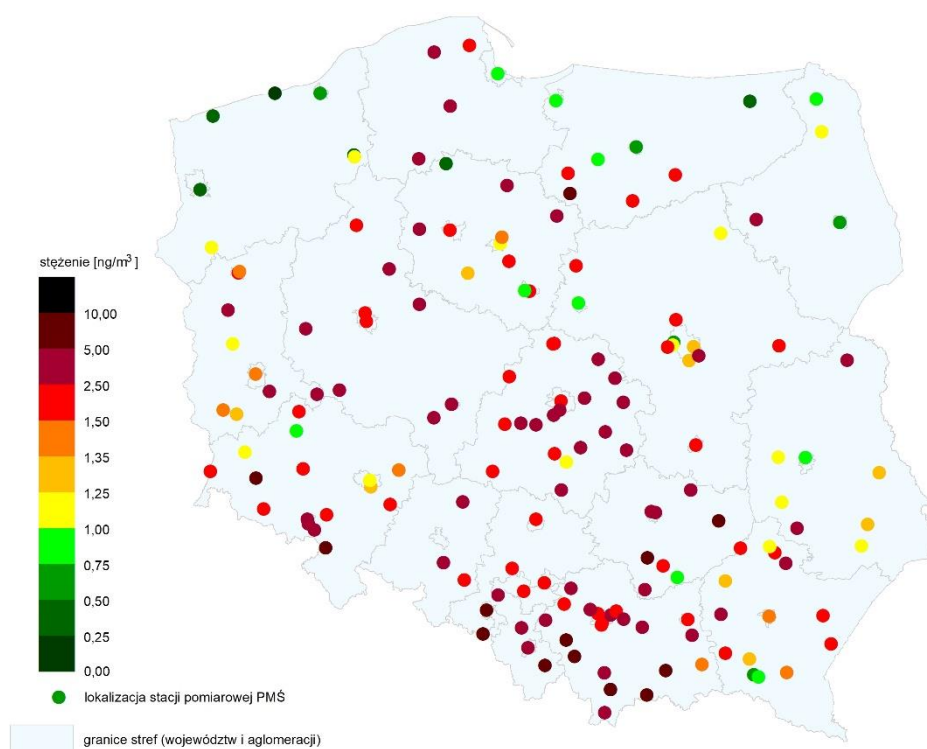
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

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.	2022/ 2021	2022 / 2010-2021
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	2		1,19	1,25	1,30	-52,6%	-57,6%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1	1	2,02	2,02	2,02	-39,3%	-54,5%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1	1	4,73	4,73	4,73	-18,2%	-8,6%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	12	9	0,98	2,73	8,74	-42,0%	-41,9%
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	1	1	2,03	2,03	2,03	-30,4%	-40,8%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		1,25	1,25	1,25	-27,7%	-37,2%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1	1	1,91	1,91	1,91	-23,9%	-36,9%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	8	4	0,47	1,84	3,13	-27,1%	-33,7%
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1		0,92	0,92	0,92	-67,0%	-56,9%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	7	2	1,15	1,75	3,34	-52,9%	-43,2%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	2	1	1,48	1,77	2,05	-21,8%	-39,6%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1	1	1,50	1,50	1,50	-5,8%	-39,1%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	6	3	1,01	2,08	3,47	-27,8%	-43,6%
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	3	3	1,98	2,46	2,80	-0,2%	-40,6%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	17	16	1,12	2,55	4,33	-5,8%	-49,0%
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	5	5	1,77	2,17	3,14	-43,7%	-59,4%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1	1	1,73	1,73	1,73	-47,1%	-52,5%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	15	14	1,47	4,16	7,14	-41,3%	-45,3%
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	3		0,64	1,00	1,32	-40,1%	-52,1%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		0,82	0,82	0,82	-37,9%	-54,5%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1	1	1,63	1,63	1,63	-31,8%	-52,0%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	7	5	1,19	1,87	2,92	-24,3%	-46,5%
opolskie	PL1601	miasto Opole							
opolskie	PL1602	strefa opolska	3	3	2,41	2,79	3,46	-17,7%	-49,5%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		1,46	1,46	1,46	-48,6%	-53,9%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	13	7	0,57	1,61	3,67	-42,0%	-52,2%
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1		0,65	0,65	0,65	-42,2%	-57,5%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	3	1	0,87	1,55	2,59	-50,6%	-24,7%
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	1		0,83	0,83	0,83	-21,1%	-47,4%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	4	4	2,38	3,37	4,38	-13,6%	-27,1%
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	2	2	2,12	2,26	2,41	-39,6%	-63,6%
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	1	5,89	5,89	5,89	-41,7%	-47,8%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1	1	2,61	2,61	2,61	-30,5%	-53,4%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1	1	2,06	2,06	2,06	-29,6%	-39,6%

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.	2022/ 2021	2022 / 2010-2021
śląskie	PL2405	strefa śląska	5	5	2,25	4,45	6,28	-35,9%	-41,8%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	2	2	2,51	2,78	3,05	-34,0%	-42,9%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	6	5	0,93	3,25	5,18	-29,5%	-35,6%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		0,56	0,56	0,56	-20,7%	-55,4%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		0,83	0,83	0,83	-12,8%	-52,4%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	6	4	0,40	2,47	7,07	64,4%	24,4%
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	2	2	1,83	2,15	2,47	-35,8%	-18,6%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1	1	2,96	2,96	2,96	-32,8%	-7,7%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	6	6	2,49	3,38	4,33	-19,7%	6,6%
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	1		0,32	0,32	0,32	-50,8%	-79,7%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		0,65	0,65	0,65	-7,2%	-42,9%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	5		0,17	0,67	1,24	-17,1%	-73,3%
Kraj			165	114	0.17	2.08	8,74	-29,3%	-42,7%

Jeszcze bardziej znaczne spadki zaobserwowano przy porównaniu stężeń średnich rocznych dla 2022 roku oraz średniej z wielolecia 2010-2021. Wyższe wartości w 2022 roku zaobserwowano jedynie dla strefy warmińsko-mazurskiej i wielkopolskiej. W pozostałych strefach wartości stężeń B(a)P z roku 2022 były znacznie niższe niż w wieloleciu, a zmiany wyniosły od -7,7% w strefie miasto Kalisz do -79,7% w Aglomeracji Szczecińskiej. Wartość średnia dla kraju w 2022 roku była o blisko 43% niższa w stosunku do wartości uśrednionej w wieloleciu 2010-2021 (Tab. 7-2).

Przedstawiony na mapie (Rys. 7-3) rozkład przestrzenny stężeń średnich rocznych B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ pokazuje bardzo wyraźny gradient wartości – od najniższych na północy kraju, poprzez średnie w centrum, po największe na południu Polski. Jedynie na południowych krańcach województwa podkarpackiego oraz w województwie podlaskim, na pojedynczych stacjach wartości średnich rocznych stężeń B(a)P są na podobnym poziomie, jak w północnej Polsce. Wyraźnie widać lokalizację stacji z najwyższymi stężeniami średnimi rocznymi w południowych województwach oraz w województwie łódzkim.

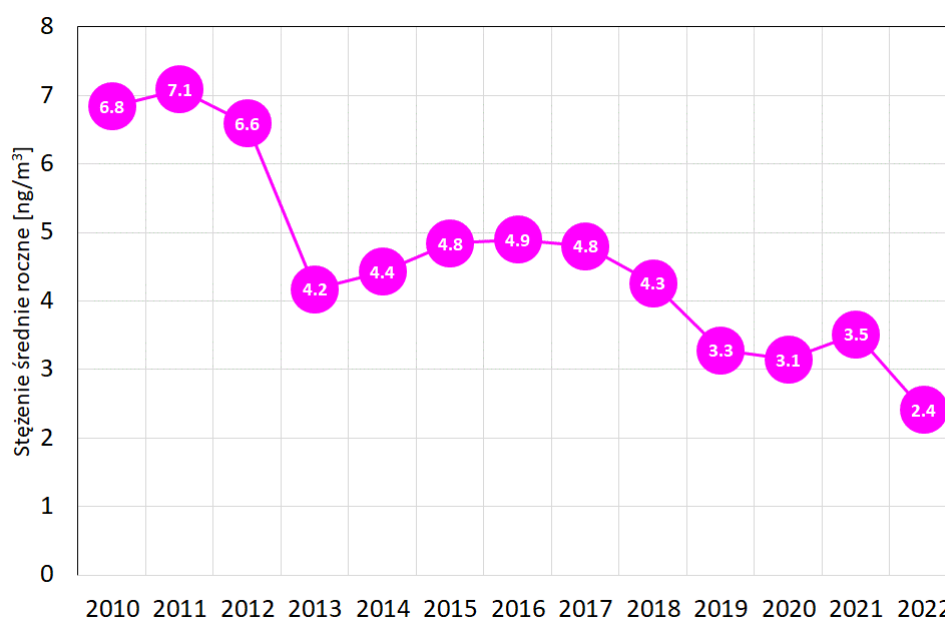


Rys. 7-3. Stężenia średnie roczne benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ na stacjach pomiarowych w 2022 r.

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

Stężenia średnie roczne benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM₁₀ uśrednione w skali kraju na podstawie danych uzyskanych ze stacji pomiarowych w latach 2010-2012 utrzymywały się na zbliżonym poziomie. W 2013 r. 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 2022 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 2010-2022 wyniosła 4,68 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 2020-2022 na poziomie 155-165, 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 2010-2022

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

Najwyższe stężenia benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM10 były notowane na stacjach miejskich, a najniższe na ogół na stacjach pozamiejskich. Taki obraz ukształtował się od roku 2013, gdyż w początkowych 3 latach to na stacjach pozamiejskich zmierzono największe stężenia B(a)P (w tych latach stacje pozamiejskie były reprezentowane przez 1 stację w strefie śląskiej, a stacje tła miejskiego przez 19-22 stanowiska). 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. W 2022 roku najniższe wartości B(a)P obserwowano na stacjach podmiejskich (Tab. 7-3). W latach, w których prowadzone były pomiary na stacjach komunikacyjnych, wyniki były zbliżone do uzyskiwanych na stacjach podmiejskich, a nawet pozamiejskich.

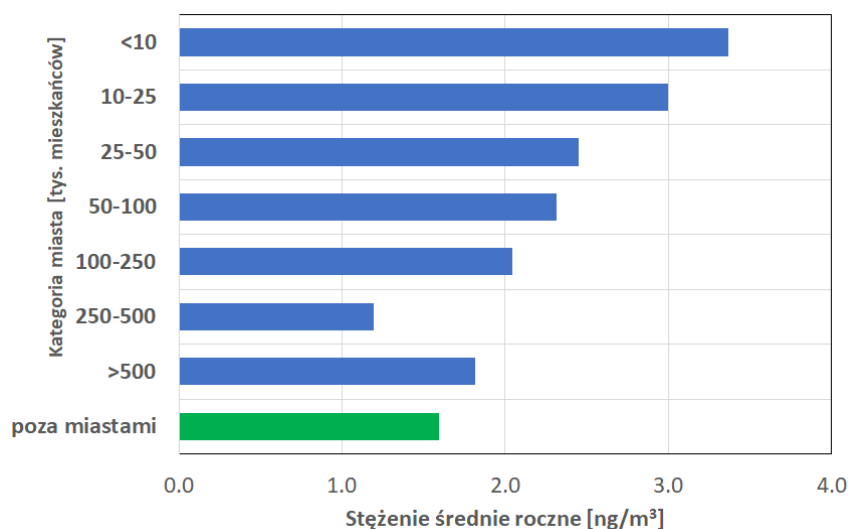
Tab. 7-3. Zmiany stężeń średnich rocznych B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w latach 2010-2022 z uwzględnieniem typów stacji

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
komunikacyjna				1,96	2,87	3,57	3,18	2,77	1,79	2,25	2,51	2,44	
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
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
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

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 2022 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 największych miastach (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 było na ogół mniejsze niż w miastach, za wyjątkiem miast z liczbą mieszkańców 250-500 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 2022 r.

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

Średnie roczne stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ 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 i reprezentacji stacji pozamiejskich na początku omawianego wielolecia.

Tab. 7-4. Zmiany stężeń średnich rocznych benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w latach 2010-2022 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

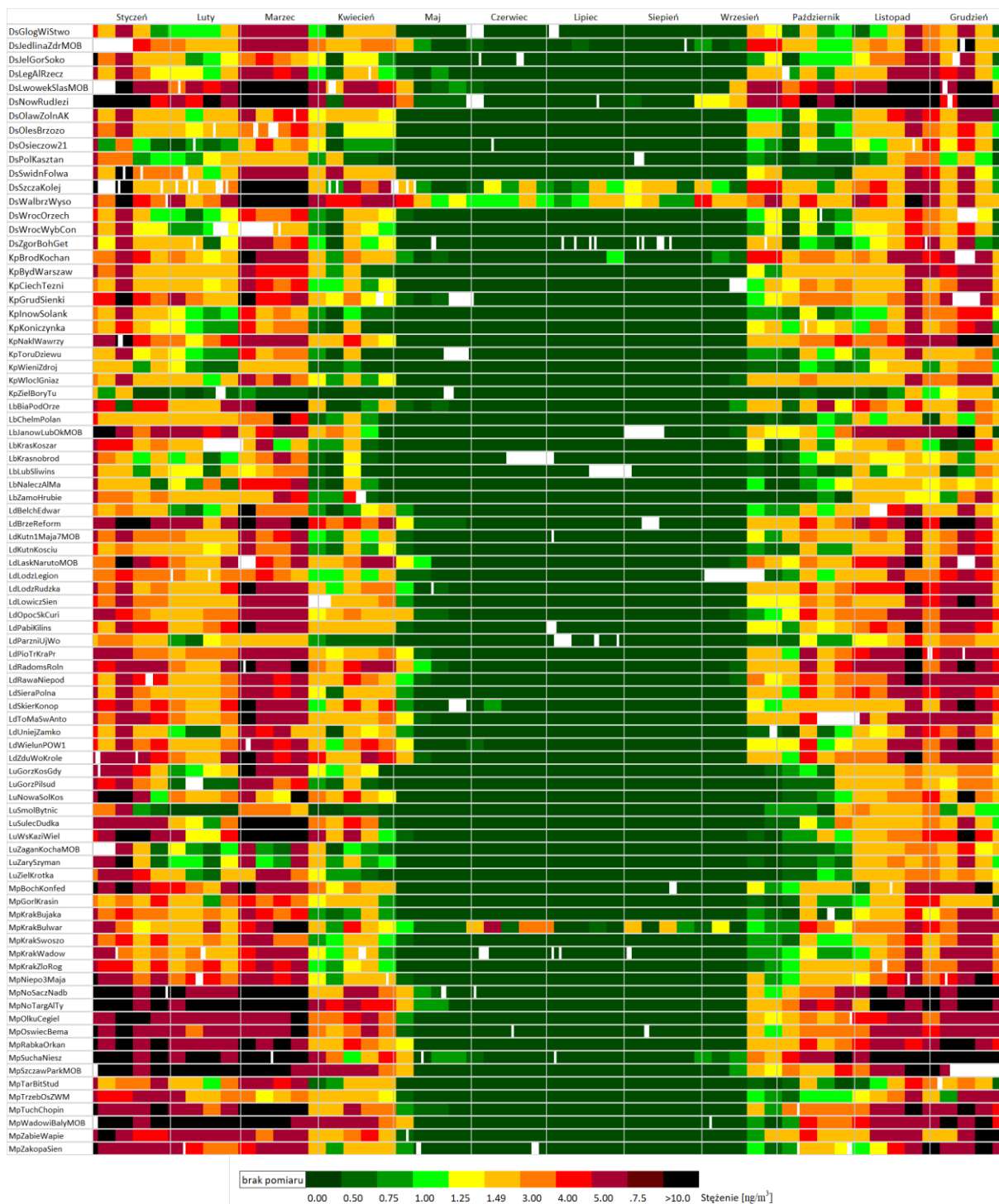
Kategoria miasta	Stężenie Sa [ng/m³]												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
>500		3,20	3,13	2,51	4,36	4,33	3,86	3,90	3,79	3,07	2,86	2,98	1,82
250-500	4,51	4,80	4,95	2,95	2,71	2,74	2,91	2,85	2,80	1,63	1,74	1,84	1,19
100-250	7,88	7,76	7,68	4,84	4,00	3,91	4,03	4,42	3,89	3,22	2,70	3,06	2,04
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
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
10-25	4,73	5,43	4,68	3,63	5,88	6,96	6,94	6,55	5,03	3,63	3,50	3,68	3,00
<10					6,62	8,42	6,46	4,51	6,17	3,96	3,34	5,00	3,37
Obszar poza miastami	8,04	14,18	10,54	4,20	2,30	2,21	2,49	2,52	2,49	2,43	2,35	2,72	1,59

Ponadto w latach 2010-2013 nie było pomiarów w najmniejszych miastach, charakteryzujących się w kolejnych latach najwyższymi stężeniami B(a)P. Od roku 2013 na ogół największe stężenia B(a)P notowano w miastach z 3 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 2022 roku dla wszystkich kategorii miast odnotowano spadki średnich rocznych stężeń benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM10 w stosunku do wartości obserwowanych rok wcześniej (Tab. 7-4).

7.3. Epizody wysokich stężeń

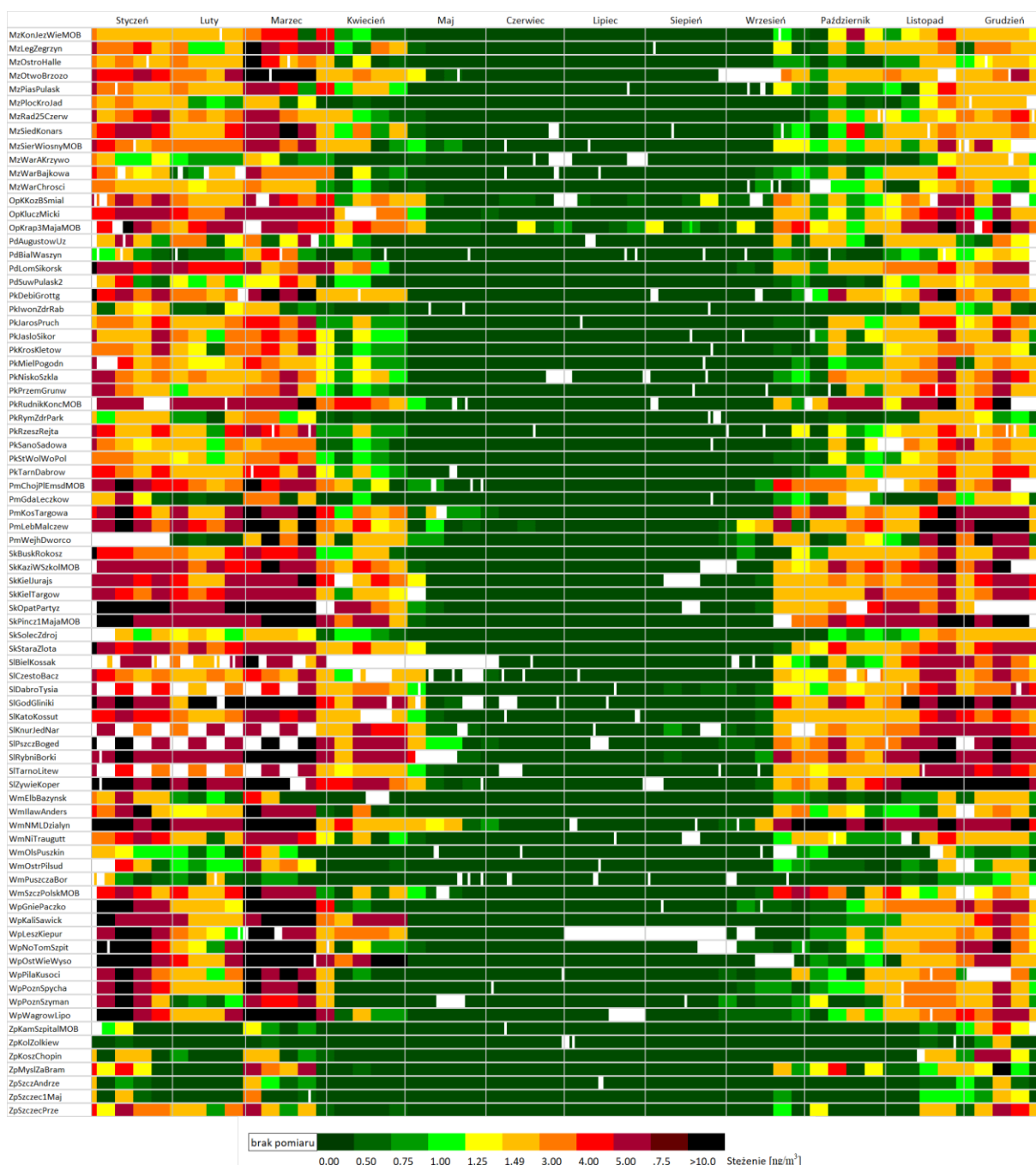
Nadal głównym źródłem emisji benzo(a)pirenu do atmosfery w Polsce są inne źródła stacjonarne, czyli procesy spalania paliw poza przemysłem i transportem, tj. emisja z gospodarstw domowych (tzw. „niska emisja”). Jest ona wyższa w chłodnej połowie roku, w sezonie grzewczym, wraz z rosnącym zapotrzebowaniem 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. W miesiącach letnich: czerwcu, lipcu i sierpniu na wszystkich stacjach notowane były najniższe stężenia, niemal wszędzie wynoszące poniżej 0,5 ng/m³. W 2022 roku na pojedynczych stacjach stężenia nie spadały aż tak nisko i nawet w miesiącach letnich osiągały wartości wyższe. 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 2022 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 2022 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 – 4,8 ng/m³ (przy uwzględnieniu założeń identyfikacji epizodów opisanych w rozdziale 2) - była przekroczona 4-krotnie w pierwszej połowie stycznia, na przełomie lutego i marca, pod koniec 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 2022 roku

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

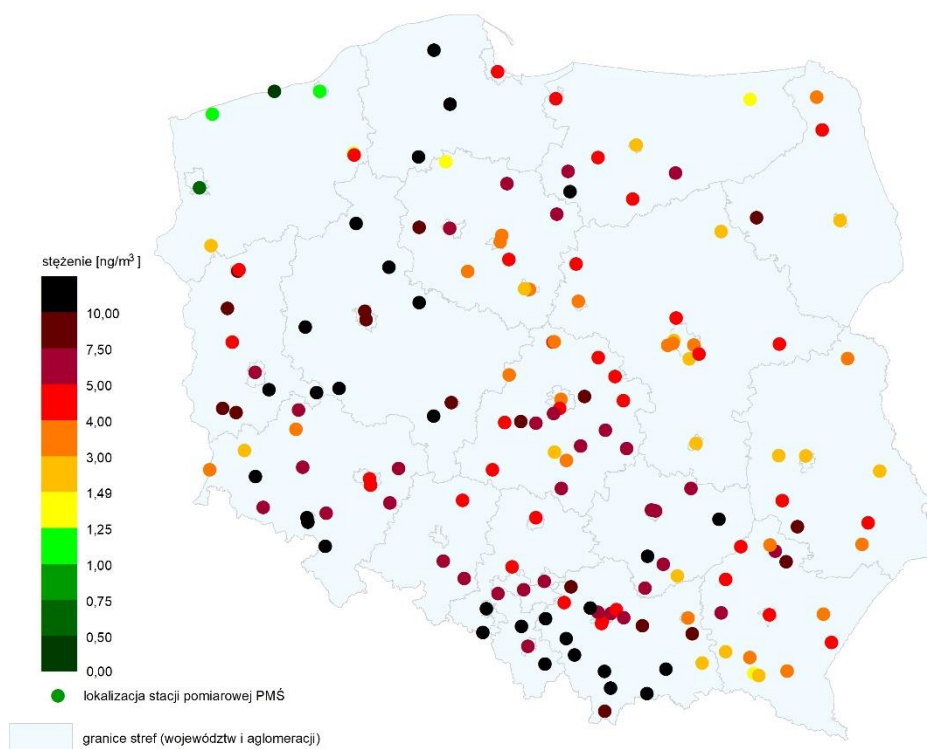
Epizod			Stężenie S24 podczas epizodu [ng/m ³]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu (4,8 ng/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2022-01-01 do 2022-01-16	16	92	0,1	6,5	48,5
2	od 2022-02-28 do 2022-03-27	28	102	0,1	7,0	29,4
3	od 2022-11-21 do 2022-11-27	7	90	0,2	6,1	23,4
4	od 2022-12-12 do 2022-12-25	14	84	0,2	5,8	35,3

Epizod styczniowy, trwający 16 dni, był widoczny na 92 stacjach i charakteryzował się najwyższą maksymalną wartością dobową stężenia B(a)P, która osiągnęła ponad 48 ng/m³. Był on widoczny niemal w całej Polsce, z wyjątkiem północno zachodniej części województwa zachodniopomorskiego, z wyraźnie wyższymi stężeniami na południu Polski – w województwie wielkopolskim i pomorskim, gdzie stężenia średnie przekraczały 10 ng/m³. Zaznaczył się również podwyższonymi stężeniami na stacjach tła regionalnego (Rys. 7-7).

Drugi epizod – z marca, był najdłuższy ze identyfikowanych (trwał 28 dni) i objął 102 stacje, na których zanotowano przekroczenie progu epizodu. Charakteryzował się on najwyższym stężeniem średnim spośród 4 omawianych. Był on widoczny w całej Polsce, z wyjątkiem północno-zachodniej części województwa zachodniopomorskiego. Nie był on widoczny na stacjach tła regionalnego, co wskazuje, że objął on głównie obszary miejskie (Rys. 7-8).

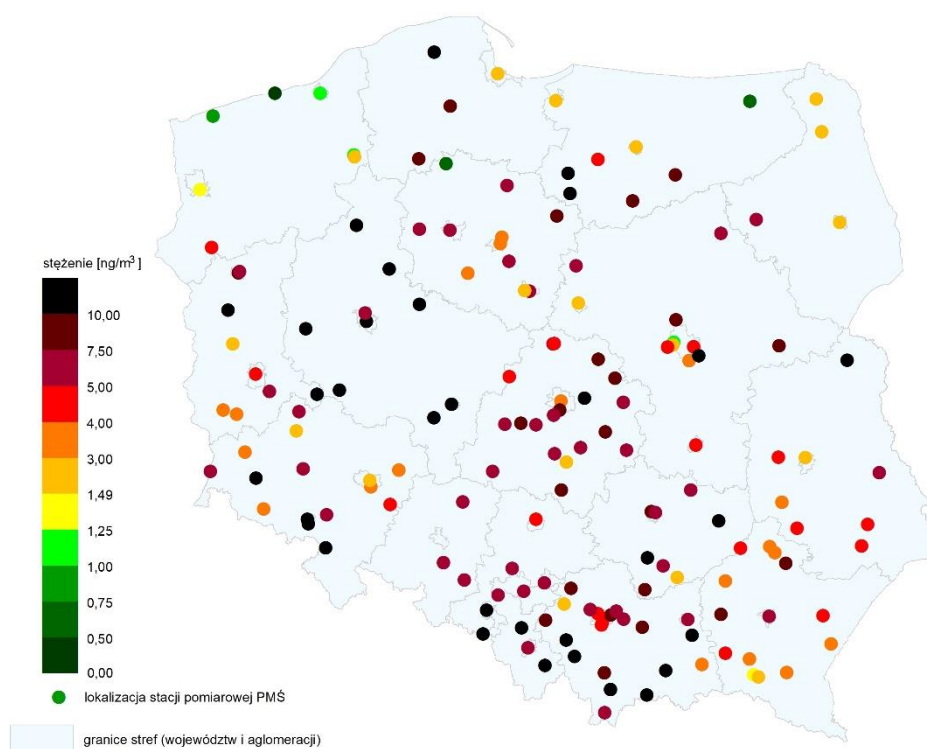
Zidentyfikowany epizod z końca listopada pomimo tego, że trwał najkrócej (7 dni) charakteryzował się podobnymi stężeniami jak epizod marcowy. Objął on swoim zasięgiem głównie centralny pas Polski od województwa pomorskiego, poprzez kujawsko-pomorskie, łódzkie, po województwa południowe i podkarpackie, z wyraźnie niższymi stężeniami na wschodzie i zachodzie Polski (Rys. 7-9).

Epizod czwarty miał miejsce w drugiej połowie grudnia i trwał 2 tygodnie. Charakteryzował się nieco niższymi stężeniami niż epizod styczniowy i w praktyce (z nielicznymi wyjątkami) objął swoim zasięgiem cały kraj. Wyraźnie widoczny był on w województwach małopolskim, śląskim i opolskim, a stężenia powyżej 10 ng/m³ obserwowane były również na granicach województw lubuskiego i podkarpackiego oraz w województwie pomorskim, kujawsko-pomorskim i dolnośląskim. Zaznaczył się również podwyższonymi stężeniami na stacjach tła regionalnego (Rys. 7-10).



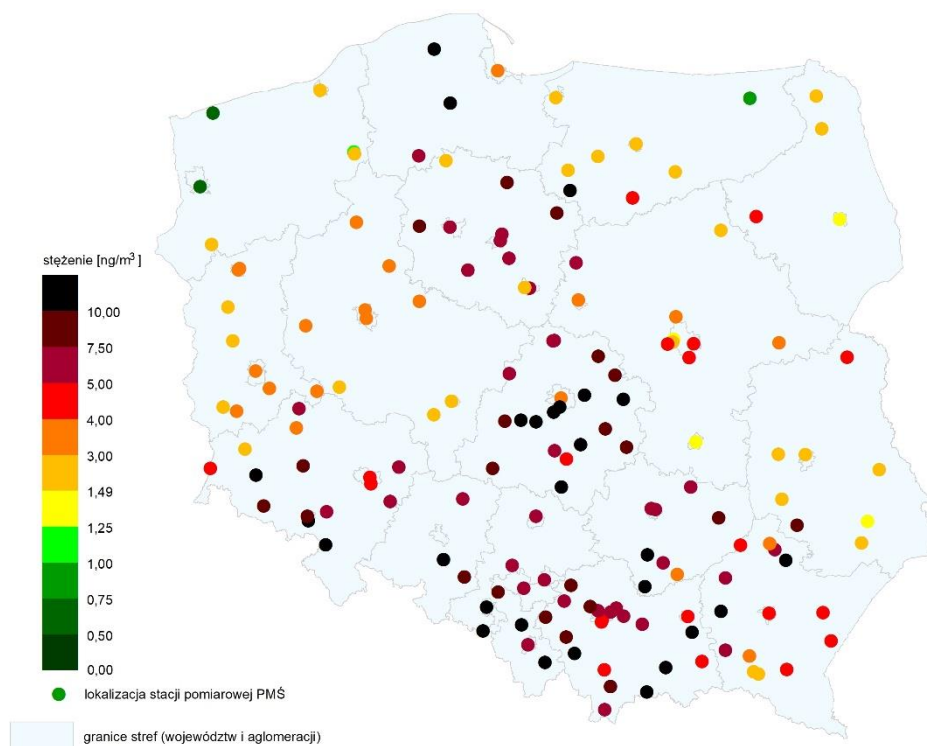
Rys. 7-7. Stężenia średnie benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w okresie epizodu wysokich stężeń (01-16.01.2022)

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



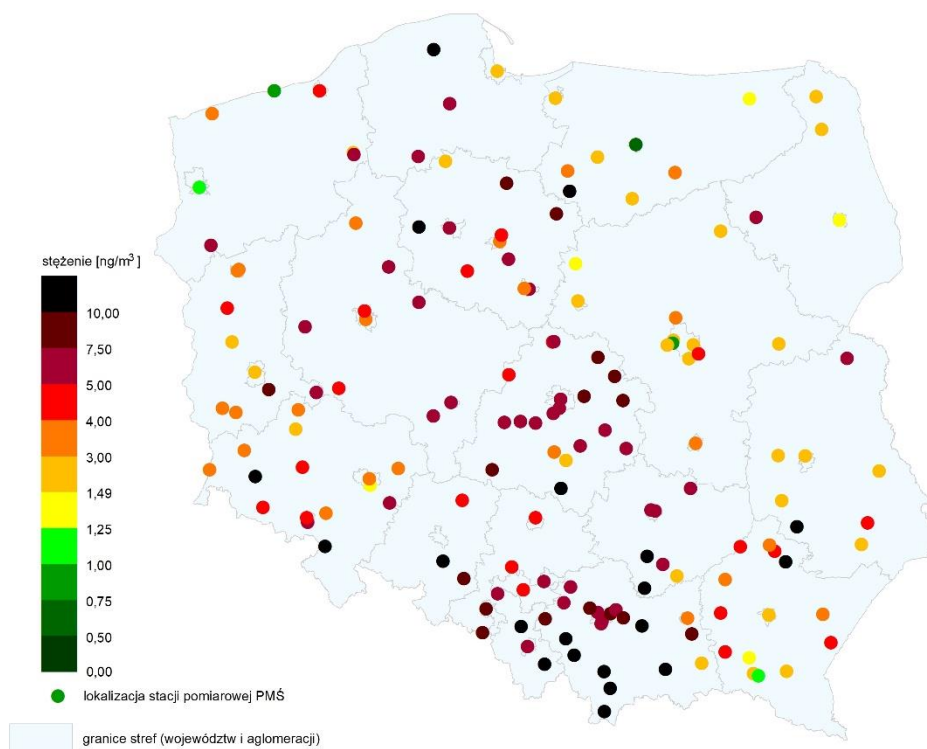
Rys. 7-8. Stężenia średnie benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w okresie epizodu wysokich stężeń (28.02-27.03.2022)

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 (21-27.11.2022)

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



Rys. 7-10. Stężenia średnie benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w okresie epizodu wysokich stężeń (12-25.12.2022)

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

8. Stężenia arsenu As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀

W niniejszym rozdziale zaprezentowano wyniki pomiarów stężeń arsenu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ na stacjach w Polsce w 2022 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2022. Ocenę wykonano w odniesieniu do określonych prawem kryteriów ustanowionych w celu ochrony zdrowia, podanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2021 r. poz. 845).

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

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

Objaśnienia

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

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

Analizę zanieczyszczenia powietrza arsenem w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2022 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 59 stanowisk pomiarowych, w tym 53 stacji tła miejskiego, 2 podmiejskich i 4 pozamiejskich (Rys. 8-1).

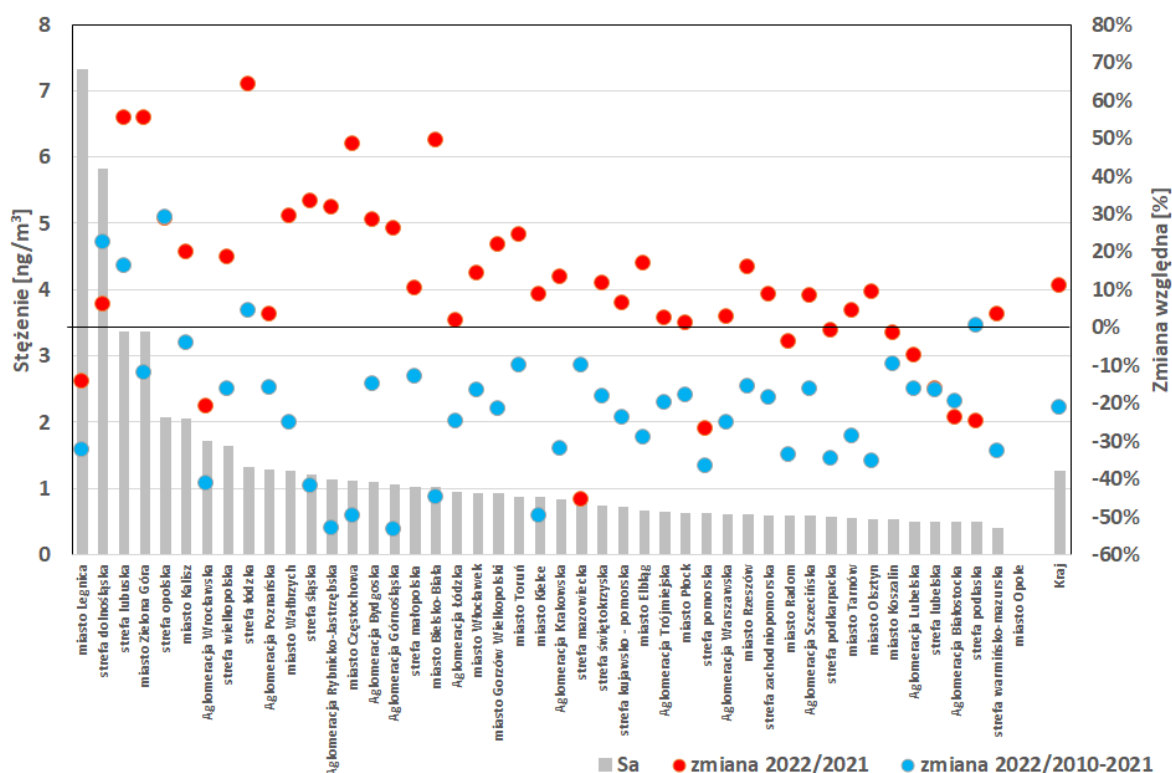


Rys. 8-1. Stacje pomiarowe arsenu As w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2022 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

8.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla arsenu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w roku 2022 dla wartości średnich rocznych w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i w okresie 2010-2021. Przedstawiono również relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji.

Stężenie średnie roczne As w pyłe zawieszonym PM₁₀ uśrednione na obszarze kraju z wartości średnich dla stref, wyniosło w 2022 r. 1,3 ng/m³. Największe wartości średnie odnotowano w mieście Legnica (7,3 ng/m³) i strefie dolnośląskiej (5,8 ng/m³). Były to jedyne strefy, w których został przekroczony poziom docelowy dla arsenu (wartości średnich rocznych na dwóch stacjach w tych strefach były wyższe od wartości normatywnej). Najmniejszą wartość średnią odnotowano w strefie warmińsko-mazurskiej (0,4 ng/m³), a więc różnica pomiędzy wartością największą a najmniejszą wyniosła 6,9 ng/m³ (Rys. 8-2 i Tab. 8-2). Dla 34 spośród 45 analizowanych stref (brak pomiaru w strefie miasto Opole) średnie roczne stężenie arsenu w pyłe zawieszonym PM₁₀ w roku 2022 było wyższe niż rok wcześniej. Największe, ponad 50% wzrosty zanotowano dla strefy łódzkiej i lubuskiej oraz miasta Zielona Góra, przy różnicy dla wartości średniej w kraju na poziomie 11%. W pozostałych 11 strefach, w których odnotowano spadek stężeń średnich rocznych As, różnice względne wyniosły od -1,0% w strefie podkarpackiej do -45,4% w strefie mazowieckiej (Rys. 8-2).



Rys. 8-2. Stężenia średnie roczne arsenu As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2022 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wieloletnia 2010-2021

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 2022 r. (stężenie średnie roczne Sa)

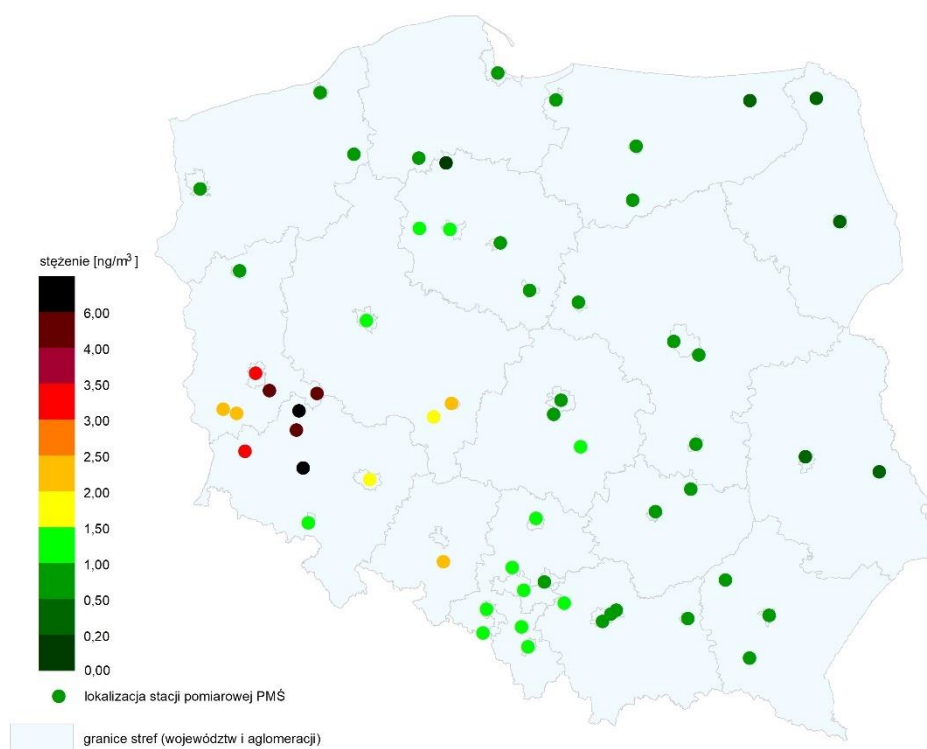
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [ng/m³]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 6 ng/m³	Min.	Śred.	Maks.	2022/ 2021	2022 / 2010-2021
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	1		1,71	1,71	1,71	-20,9%	-41,3%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1	1	7,33	7,33	7,33	-14,3%	-32,5%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		1,27	1,27	1,27	29,2%	-25,1%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	3	1	3,10	5,83	9,93	6,2%	22,3%
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	1		1,10	1,10	1,10	28,2%	-15,1%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		0,88	0,88	0,88	24,4%	-10,0%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		0,93	0,93	0,93	14,1%	-16,8%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	2		0,16	0,72	1,29	6,3%	-23,9%
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1		0,50	0,50	0,50	-7,4%	-16,4%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	1		0,50	0,50	0,50	-16,3%	-16,5%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		0,92	0,92	0,92	21,7%	-21,6%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		3,37	3,37	3,37	55,3%	-12,1%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4		2,14	3,37	4,60	55,2%	16,1%
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	2		0,90	0,94	0,99	1,8%	-24,9%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1		1,33	1,33	1,33	64,2%	4,4%
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	3		0,76	0,84	0,97	13,1%	-32,0%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		0,56	0,56	0,56	4,4%	-28,9%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	1		1,02	1,02	1,02	10,3%	-13,0%
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	1		0,61	0,61	0,61	2,8%	-25,1%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		0,63	0,63	0,63	1,2%	-17,8%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		0,60	0,60	0,60	-3,7%	-33,7%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	1		0,77	0,77	0,77	-45,4%	-10,2%
opolskie	PL1601	miasto Opole							
opolskie	PL1602	strefa opolska	1		2,08	2,08	2,08	28,5%	29,0%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		0,61	0,61	0,61	15,8%	-15,8%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	2		0,54	0,57	0,60	-1,0%	-34,6%
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1		0,50	0,50	0,50	-23,9%	-19,7%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1		0,50	0,50	0,50	-24,8%	0,3%
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	1		0,65	0,65	0,65	2,5%	-20,1%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	1		0,62	0,62	0,62	-26,7%	-36,8%
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	2		0,93	1,06	1,20	26,0%	-53,5%
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		1,13	1,13	1,13	31,6%	-53,1%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		1,02	1,02	1,02	49,2%	-45,0%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1		1,12	1,12	1,12	48,2%	-49,7%

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.	2022/ 2021	2022 / 2010-2021
śląskie	PL2405	strefa śląska	3		1,12	1,21	1,37	33,2%	-41,8%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1		0,88	0,88	0,88	8,7%	-49,7%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1		0,74	0,74	0,74	11,5%	-18,2%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		0,54	0,54	0,54	9,2%	-35,3%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		0,67	0,67	0,67	16,7%	-29,0%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	2		0,22	0,40	0,58	3,3%	-32,8%
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	1		1,29	1,29	1,29	3,4%	-16,0%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		2,06	2,06	2,06	19,7%	-4,1%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	1		1,65	1,65	1,65	18,3%	-16,4%
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	1		0,59	0,59	0,59	8,5%	-16,2%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		0,53	0,53	0,53	-1,6%	-9,9%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		0,60	0,60	0,60	8,5%	-18,6%
Kraj			59	2	0.16	1.26	9,93	11,0%	-21,3%

W przypadku porównania stężeń średnich rocznych arsenu w pyle zawieszonym PM₁₀ z roku 2022 ze średnią z wielolecia 2010-2021, jedynie w pięciu strefach zaobserwowano wyższe stężenia (w strefach opolskiej, dolnośląskiej, lubuskiej, łódzkiej i podlaskiej), które nie przekroczyły 30%. W pozostałych 40 strefach wartości stężeń As z roku 2022 były mniejsze niż średnia z wielolecia, a zmiany wyniosły od -4,1% w mieście Kalisz do -53,5% w Aglomeracji Górnośląskiej. Średnio w kraju stężenie arsenu w pyle zawieszonym spadło w 2022 roku w stosunku do wielolecia o ponad 21% (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 opolskiej oraz wielkopolskiej i mieście Zielona Góra. Najmniejsze wartości (poniżej 0,5 ng/m³) notowano w strefach warmińsko-mazurskiej, lubelskiej, i podlaskiej oraz w Aglomeracjach Białostockiej i Lubelskiej (Tab. 8-2, Rys. 8-3).

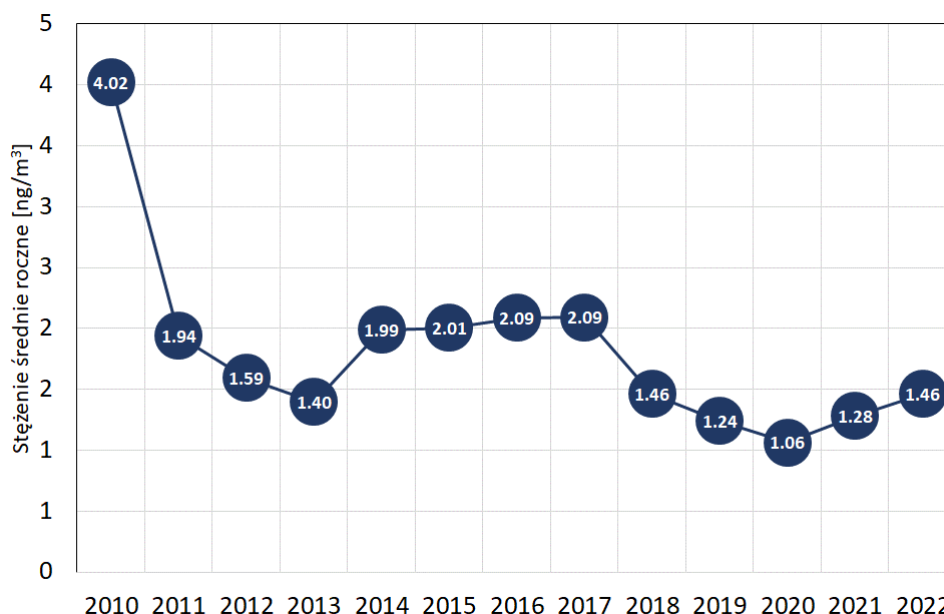


Rys. 8-3. Stężenia średnie roczne arsenu As oznaczanego w pyle zawieszonym PM₁₀ na stacjach pomiarowych w 2022 r.

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

Stężenia średnie roczne arsenu w pyle zawieszonym PM₁₀ uśrednione w skali kraju na podstawie wartości uzyskanych ze stacji pomiarowych w latach 2010-2013 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 2018-2022 spadły poniżej 1,5 ng/m³. Należy zaznaczyć, że w ostatnich 3 latach (od roku 2020) obserwuje się wzrost stężeń średnich rocznych As w pyle zawieszonym PM₁₀. Najwyższą wartość stężenia średniego rocznego As odnotowano w 2010 roku, a najniższą w 2020 (Rys. 8-4). Amplituda stężeń średnich rocznych w okresie 2010-2022 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 2010-2022

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

Najwyższe stężenia arsenu w pyłach zawieszonym PM₁₀ były notowane na stacjach miejskich, a najniższe na ogół na stacjach pozamiejskich, przy czym wartości generalnie malały z upływem lat. W roku 2022 najniższe stężenia zanotowano na stacjach podmiejskich. Najbardziej zbliżone do siebie były wartości ze stacji pozamiejskich i podmiejskich, zwłaszcza od roku 2016 (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 2010-2022 z uwzględnieniem typów stacji

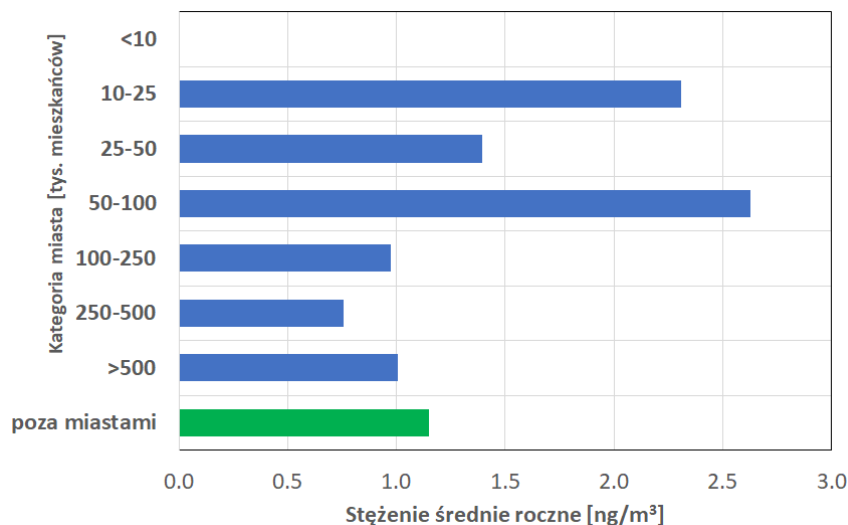
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Źródła danych: 1. Instytut Monitoringu Środowiska – Głogów, Uprządkowanie: 103 112, 117 111														
Typ stacji	Stężenie Sa [ng/m³]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
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	
podmiejska				0,70	0,71	1,67	1,23	1,10	0,91	0,65	0,65	1,02	0,85	
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	

8.2. Jakość powietrza w miastach

Analiza przeprowadzona dla miast w poszczególnych kategoriach wykazała, że najwyższe średnie roczne stężenie As oznaczanego w pyłach zawieszonym PM₁₀ w 2022 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 zamieszkałe przez 250-500 tys. mieszkańców i 100-250 tys. Średnie roczne stężenie As w pyłach zawieszonym PM₁₀ poza miastami było wyższe niż w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców (Rys. 8-5).

W najmniejszych miastach, liczących poniżej 10 tys. mieszkańców, w 2022 r. nie były prowadzone pomiary metali ciężkich w pyłe zawieszonym PM₁₀.



Rys. 8-5. Średnie roczne stężenia arsenu As oznaczanego w pyłach zawieszonych PM₁₀ w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2022 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 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 2022 roku dla wszystkich kategorii miast odnotowano wzrosty średnich rocznych stężeń arsenu w pyłach zawieszonych PM₁₀ w stosunku do wartości obserwowanych rok wcześniej z wyjątkiem miast powyżej 500 tys. (Tab. 8-4).

Tab. 8-4. Zmiany stężeń średnich rocznych arsenu As oznaczanego w pyłach zawieszonych PM₁₀ w latach 2010-2022 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

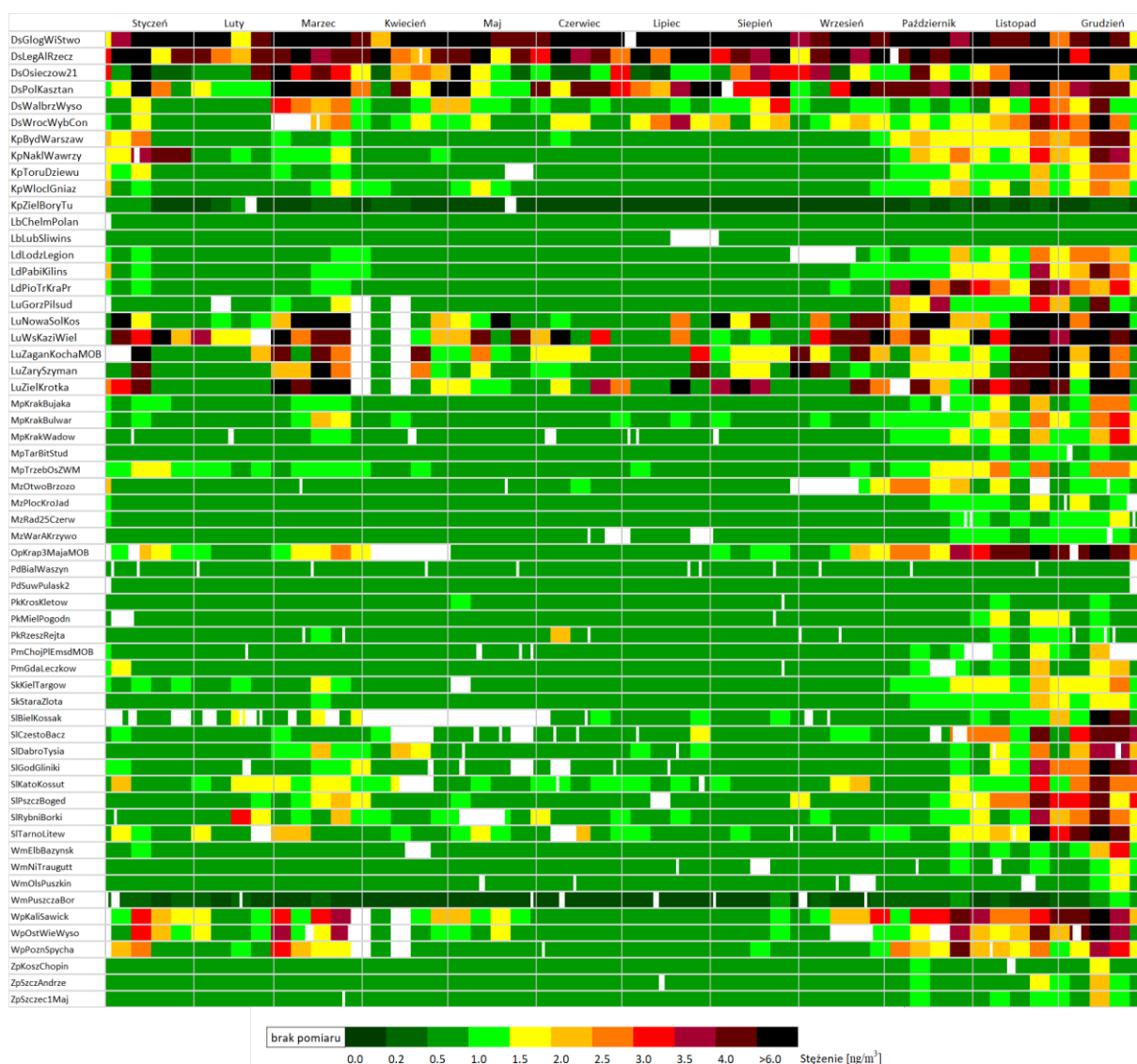
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Kategoria miasta	Stężenie Sa [ng/m³]												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
>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
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
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
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
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
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
<10					1,61	1,33	1,74	1,60	1,21	0,85	0,72		
Obszar poza miastami	2,05	1,34	1,97	1,36	1,34	1,22	1,38	1,08	1,00	0,67	0,76	0,80	1,15

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 wyniku 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 znacznie wyższe wartości notowano w czwartym kwartale niż w pierwszym (Rys. 8-6).



Rys. 8-6. Zmiany stężeń średnich dobowych arsenu As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2022 r.

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

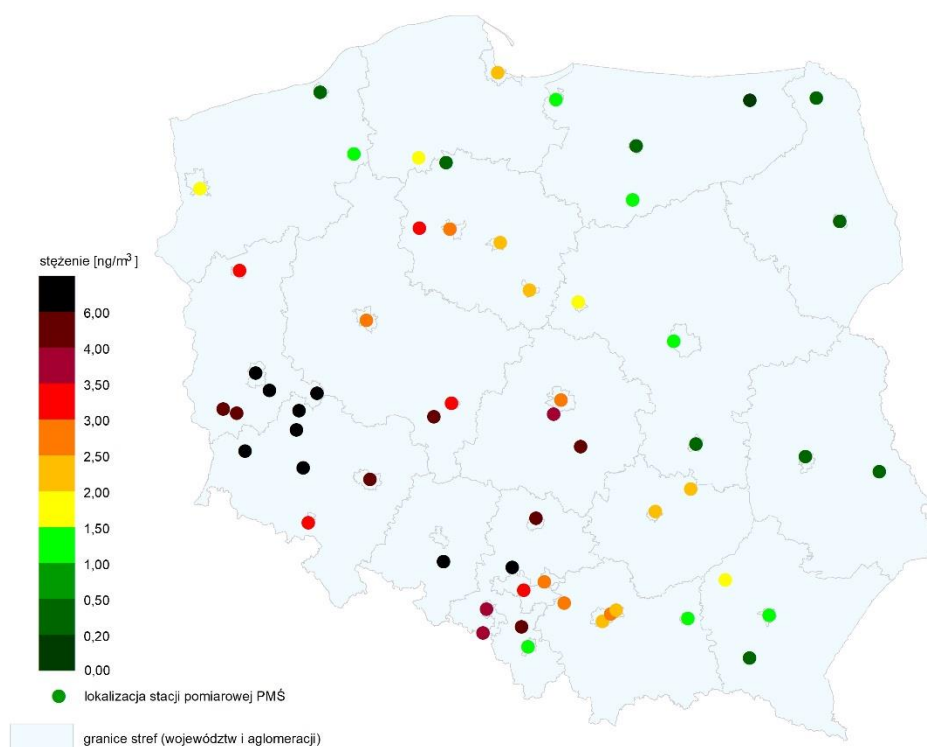
Występowanie wysokich stężeń As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w czwartym kwartale spowodowało, że wartość graniczna 2,92 ng/m³ przyjęta dla identyfikacji epizodu wysokiego stężenia jako próg epizodu (przy uwzględnieniu założeń identyfikacji epizodów opisanych w rozdziale 2) została przekroczona w dwóch okresach (Tab. 8-5).

Tab. 8-5. Charakterystyka epizodów wysokich stężeń As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2022 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 (2,92 ng/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2022-11-21 do 2022-11-27	7	25	0.18	4.05	26.64
2	od 2022-12-12 do 2022-12-25	14	27	0.20	3.87	25.37

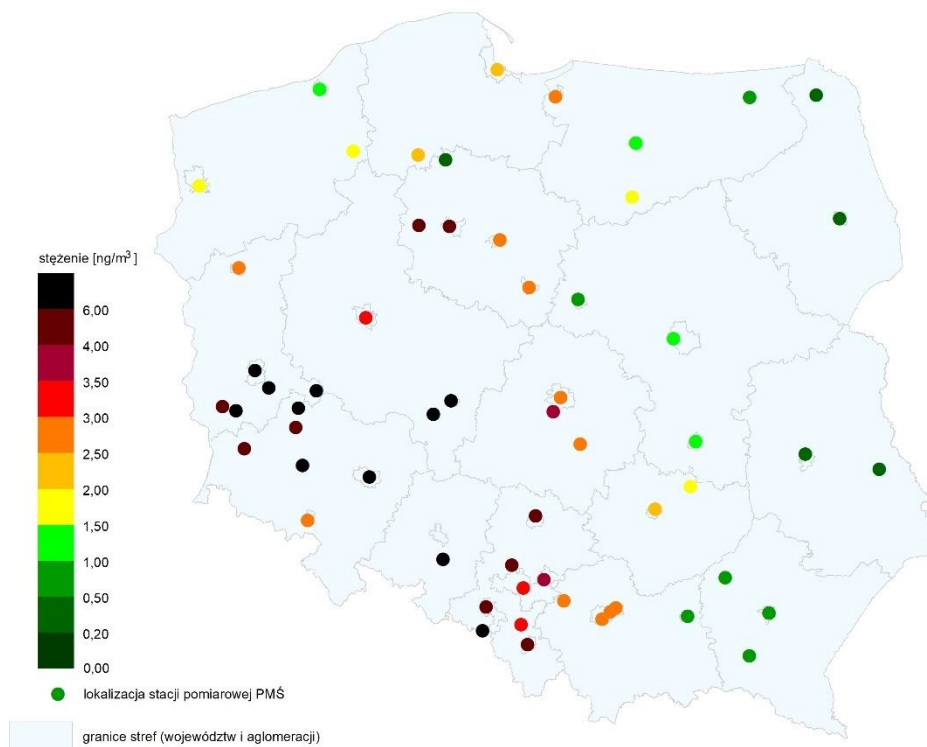
Pierwszy epizod miał miejsce pod koniec listopada i trwał 7 dni. W tym okresie stężenia As w pyłe zawieszonym PM10 były najwyższe w Polsce, a epizod był wyraźnie widoczny na ponad 40% stacji pomiarowych zlokalizowanych głównie w województwach centralnych i południowych Polski. Epizod swoim zasięgiem nie objął województw wschodnich oraz województwa warmińsko-mazurskiego i niemal całej powierzchni województwa mazowieckiego (Rys. 8-7).



Rys. 8-7. Stężenia średnie arsenu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w okresie epizodu wysokich stężeń (21-27.11.2022)

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

Drugi epizod, który miał miejsce na w drugiej połowie grudnia 2022 roku, był widoczny na podobnym obszarze Polski, przy czym trwał 2-krotnie dłużej, a wyższe stężenia były obserwowane również w województwie kujawsko-pomorskim i południowej części województwa wielkopolskiego (Rys. 8-8).



Rys. 8-8. Stężenia średnie arsenu oznaczanego w pyle zawieszonym PM₁₀ w okresie epizodu wysokich stężeń (12-25.12.2022)

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 2022 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2022. Ocenę wykonano w odniesieniu do określonych prawem 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

Analizę zanieczyszczenia powietrza niklem w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2022 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 59 stanowisk pomiarowych, w tym 53 stacji tła miejskiego, 2 podmiejskich i 4 pozamiejskich (Rys. 9-1).



Rys. 9-1. Stacje pomiarowe niklu Ni w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2022 r. uwzględnione w ocenie

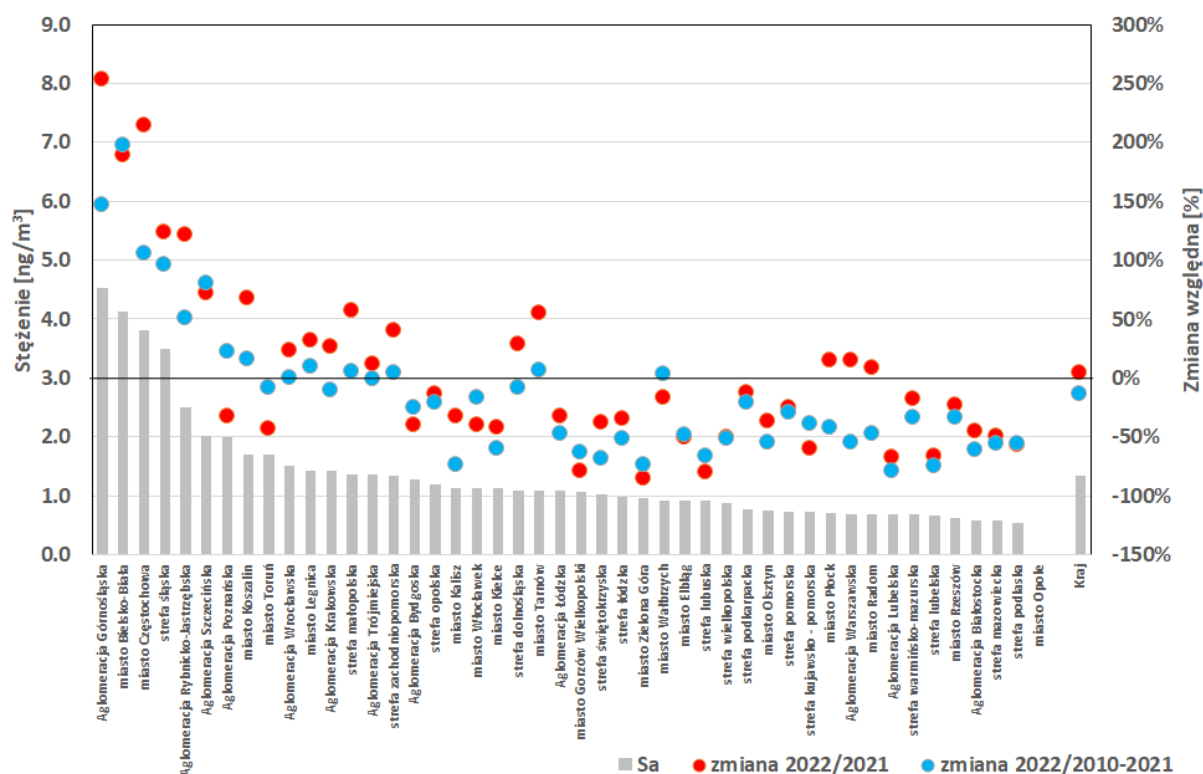
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

9.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla niklu w pyle zawieszonym PM₁₀ w roku 2022 dla wartości średnich rocznych w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i w okresie 2010-2021. Przedstawiono również relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji.

Stężenie średnie roczne Ni w pyle zawieszonym PM₁₀ uśrednione na obszarze kraju wyniosło w 2022 roku 1,3 ng/m³. Największe wartości średnie roczne przekraczające 4 ng/m³ odnotowano w przypadku Aglomeracji Górnośląskiej oraz miasta Bielsko-Biała. Na żadnej z 59 stacji prowadzących pomiary stężenia metali ciężkich w pyle zawieszonym PM₁₀ w 2022 r. nie został przekroczony poziom docelowy dla Ni. Najmniejsze wartości średnie – na poziomie 0,6 ng/m³ – wystąpiły dla Aglomeracji Białostockiej oraz stref mazowieckiej i podlaskiej. Rozpiętość stężeń średnich rocznych Ni w pyle zawieszonym PM₁₀ pomiędzy strefami wyniosła 4 ng/m³. Na żadnej stacji pomiarowej w Polsce nie został przekroczony poziom docelowy dla niklu (Rys. 9-2, Tab. 9-2).

W przypadku 18 stref na 45 analizowanych (brak pomiaru w strefie miasto Opole) średnie roczne stężenie niklu w pyle zawieszonym PM₁₀ było wyższe w roku 2022 niż rok wcześniej. Najwyższe ponad 100% wzrosty dotyczyły Aglomeracji Górnośląskiej, miast Częstochowa i Bielsko-Biała oraz strefy śląskiej i Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej. W przypadku pozostałych 27 stref gdzie zaobserwowano spadek stężeń Ni w pyle zawieszonym PM₁₀ z roku na rok, największe zmiany (ponad 80%) dotyczyły miasta Zielona Góra i strefy lubuskiej (Rys. 9-2). Średnio w kraju stężenie Ni w pyle zawieszonym wzrosło w 2022 roku o blisko 4% w stosunku do roku poprzedniego.



Rys. 9-2. Stężenia średnie roczne Ni oznaczanego w pyle zawieszonym PM₁₀ w 2022 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2021

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

Tab. 9-2. Parametry jakości powietrza dla Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2022 r. (stężenie średnie roczne Sa)

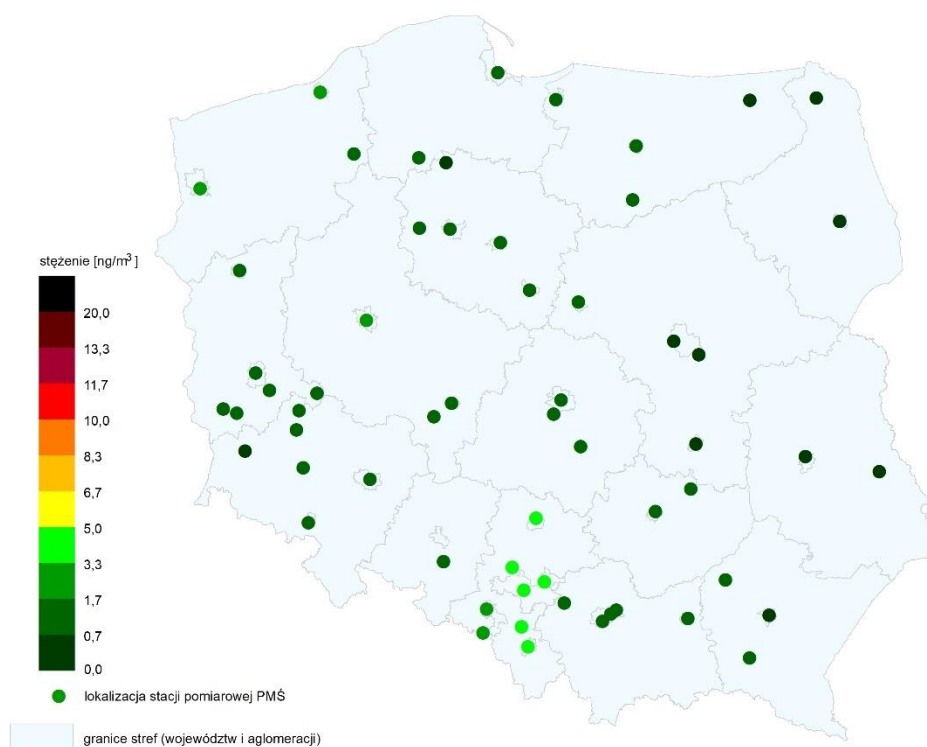
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [ng/m³]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 20 ng/m³	Min.	Śred.	Maks.	2022/ 2021	2022 / 2010-2021
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	1		1,50	1,50	1,50	23,1%	0,1%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		1,43	1,43	1,43	30,9%	9,0%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		0,92	0,92	0,92	-17,1%	2,9%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	3		0,59	1,09	1,39	27,7%	-9,0%
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	1		1,27	1,27	1,27	-40,5%	-25,1%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		1,70	1,70	1,70	-43,3%	-8,5%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		1,13	1,13	1,13	-40,6%	-16,8%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	2		0,12	0,72	1,32	-60,2%	-39,2%
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1		0,69	0,69	0,69	-68,0%	-79,0%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	1		0,67	0,67	0,67	-67,2%	-75,6%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		1,06	1,06	1,06	-79,0%	-63,8%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		0,96	0,96	0,96	-85,7%	-74,6%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4		0,78	0,91	1,12	-80,3%	-66,7%
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	2		1,02	1,08	1,14	-33,1%	-47,9%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1		0,99	0,99	0,99	-34,8%	-52,0%
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	3		1,29	1,42	1,56	25,8%	-10,3%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		1,08	1,08	1,08	55,2%	6,6%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	1		1,36	1,36	1,36	56,4%	4,9%
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	1		0,69	0,69	0,69	14,6%	-55,4%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		0,71	0,71	0,71	14,9%	-42,8%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		0,69	0,69	0,69	8,5%	-47,9%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	1		0,57	0,57	0,57	-49,9%	-56,0%
opolskie	PL1601	miasto Opole							
opolskie	PL1602	strefa opolska	1		1,19	1,19	1,19	-14,2%	-21,6%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		0,62	0,62	0,62	-23,9%	-33,6%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	2		0,73	0,76	0,78	-13,3%	-21,7%
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1		0,58	0,58	0,58	-45,7%	-61,7%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1		0,54	0,54	0,54	-57,7%	-56,4%
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	1		1,35	1,35	1,35	11,7%	-0,9%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	1		0,73	0,73	0,73	-25,9%	-30,2%
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	2		4,27	4,52	4,76	252,8%	146,5%
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		2,50	2,50	2,50	121,0%	50,5%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		4,13	4,13	4,13	188,5%	197,1%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1		3,80	3,80	3,80	214,5%	105,6%

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.	2022/ 2021	2022 / 2010-2021
śląskie	PL2405	strefa śląska	3		2,37	3,50	4,76	122,9%	95,5%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1		1,12	1,12	1,12	-42,3%	-60,0%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1		1,02	1,02	1,02	-38,6%	-68,7%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		0,74	0,74	0,74	-37,4%	-54,9%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		0,91	0,91	0,91	-51,1%	-48,9%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	2		0,66	0,68	0,71	-17,8%	-34,2%
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	1		2,00	2,00	2,00	-33,0%	22,0%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		1,13	1,13	1,13	-33,4%	-74,1%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	1		0,87	0,87	0,87	-51,1%	-51,8%
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	1		2,01	2,01	2,01	71,9%	79,4%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		1,70	1,70	1,70	66,8%	16,0%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		1,34	1,34	1,34	39,5%	4,3%
Kraj			59	0	0,12	1,34	4,76	3,6%	-14,4%

W 31% stref (14 na 45 analizowanych) zaobserwowano wzrost średnich stężeń niklu w pyle zawieszonym PM₁₀ w roku 2022 w stosunku do wartości średnich z okresu 2010-2021, przy czym największe różnice (ponad 100%) wystąpiły w miastach Bielsko-Biała i Częstochowa oraz Aglomeracji Górnośląskiej. W pozostałych 32 strefach wartości stężeń Ni z roku 2022 były mniejsze niż średnia w wieloleciu, a zmiany wyniosły od niecałego procenta w Aglomeracji Trójmiejskiej do blisko 80% w Aglomeracji Lubelskiej. Średnio w kraju stężenie niklu w pyle zawieszonym PM₁₀ spadło w 2022 roku o ponad 14% 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: Aglomeracjach Górnośląskiej i Rybnicko-Jastrzębskiej oraz miast Bielsko-Biała i Częstochowa, jak i w pozostałej części województwa tj. strefie śląskiej. Na stacjach zlokalizowanych w pozostałych strefach w kraju, wartości stężeń były różne, ale nie odbiegające od siebie znacznie (Rys. 9-3).

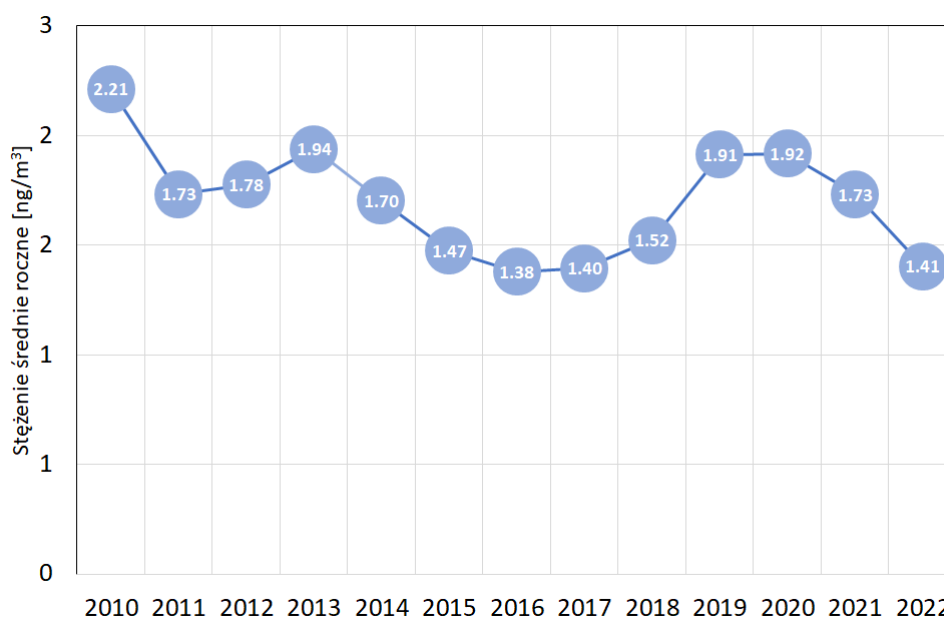


Rys. 9-3. Stężenia średnie roczne Ni oznaczanego w pyle zawieszonym PM₁₀ na stacjach pomiarowych w 2022 r.

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

Stężenia średnie roczne niklu w pyle zawieszonym PM₁₀ uśrednione w skali kraju na podstawie wartości uzyskanych ze stacji pomiarowych w latach 2011-2013 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 ostatnich 3 latach obserwuje się wyraźny spadek stężeń (Rys. 9-4). Amplituda stężeń średnich rocznych w okresie 2010-2021 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 2010-2022

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

Najwyższe stężenia niklu w pyłach zawieszonych PM10 były notowane na stacjach komunikacyjnych (nie dla wszystkich lat dostępne dane pomiarowe) 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 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- 2022 z uwzględnieniem typów stacji

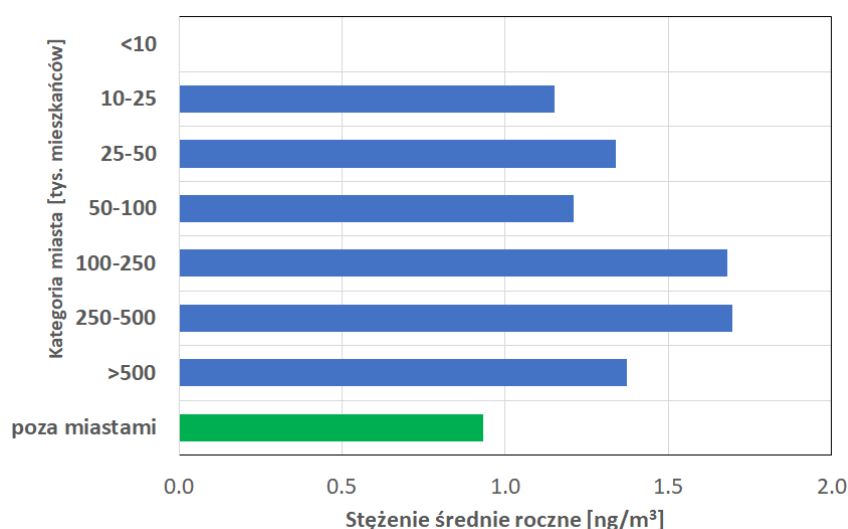
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Stężenie Ni [ng/m³]												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
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
podmiejska				1,04	0,91	1,78	0,89	0,85	0,78	0,89	0,84	1,54	0,85
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

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 2022 roku wystąpiło w miastach o liczbie ludności od 100 tys. do 500 tys. mieszkańców. Miasta o najniższym stężeniu Ni to miasta o liczbie ludności nieprzekraczającej 250 tys. mieszkańców oraz z liczbą ludności w przedziale 50-100 tys. mieszkańców. Średnie roczne stężenie Ni w pyłe zawieszonym PM₁₀ poza miastami było znacznie mniejsze niż w miastach (Rys. 9-5).

W najmniejszych miastach, liczących poniżej 10 tys. mieszkańców, w 2022 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 2022 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 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 2022 roku dla kategorii miast z wyjątkiem 250-200 tys. oraz dla obszarów pozamiejskich odnotowano spadki średnich rocznych stężeń niklu w pyłe zawieszonym PM₁₀ w stosunku do wartości obserwowanych rok wcześniej (Tab. 9-4).

Tab. 9-4. Zmiany stężeń średnich rocznych niklu Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w latach 2010-2022 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

Kategoria miasta	Stężenie Sa [ng/m ³]												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
>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
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
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
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
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
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
<10					1,81	0,82	0,87	1,03	1,37	1,66	2,31		
Obszar poza miastami	1,99	1,13	1,74	2,14	1,18	0,96	0,84	0,82	0,71	0,67	1,38	0,67	0,93

9.3. Epizody wysokich stężeń

Na rysunku 9-6 przedstawiono przebieg dobowych stężeń niklu w pyłe zawieszonym PM10 w 2022 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. Od tego obrazu odbiegają stacje zlokalizowane w województwie śląskim z wysokimi stężeniami które miały miejsce w drugim półroczu (Rys. 9-6).

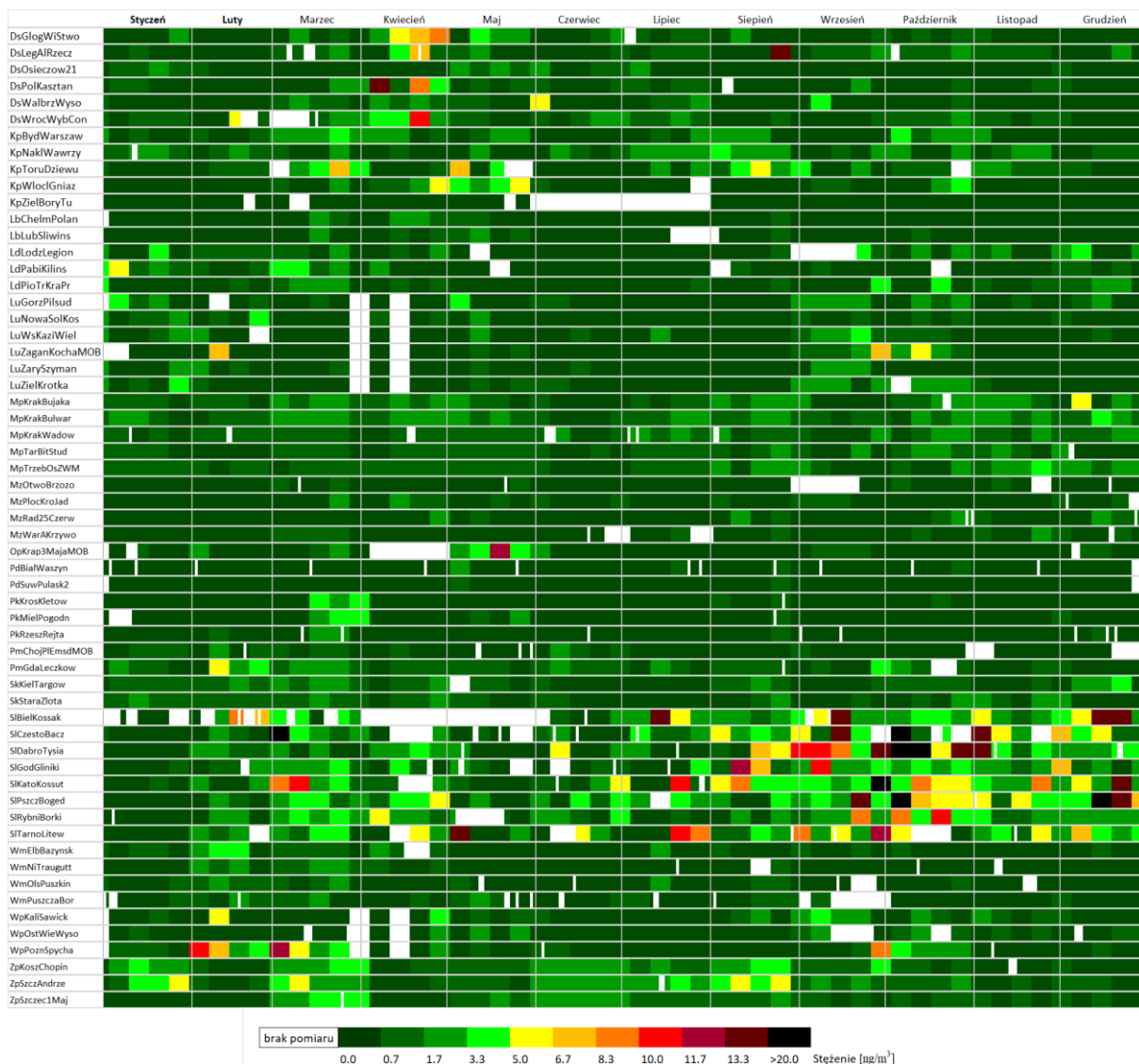
Przeprowadzona analiza występowania wysokich stężeń Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 (przy uwzględnieniu założeń identyfikacji epizodów opisanych w rozdziale 2) pokazała, że obliczona wartość graniczna 2,78 ng/m³ przyjęta dla identyfikacji epizodu wysokiego stężenia (próg epizodu) została przekroczona w jednym okresie (Tab. 9-5).

Tab. 9-5. Charakterystyka epizodów wysokich stężeń Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2022 roku

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

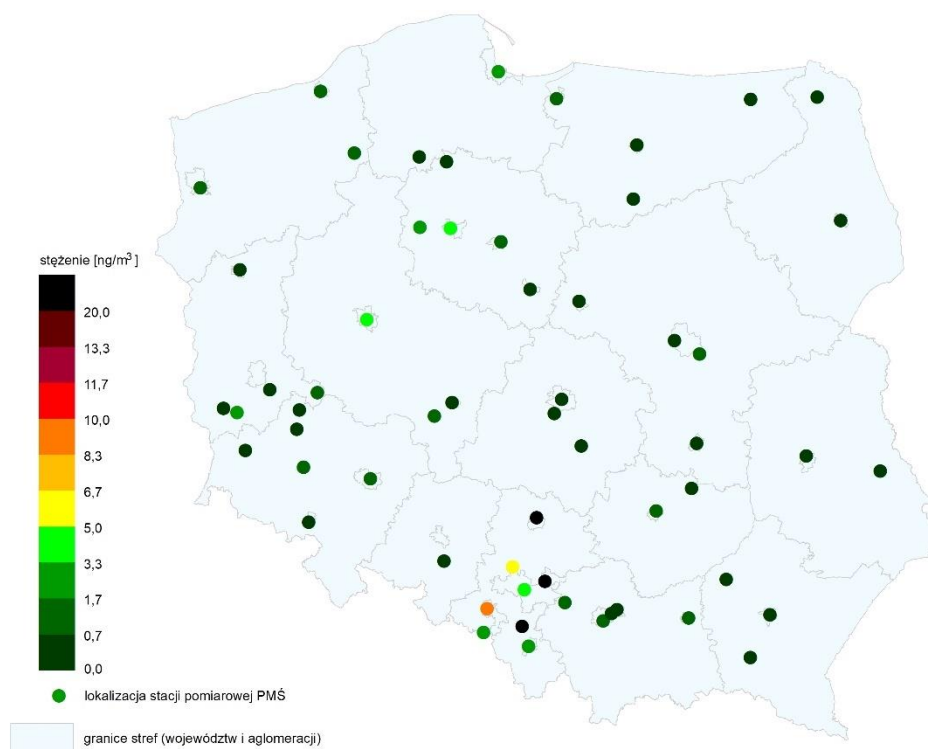
Epizod			Stężenie średnie dobowe podczas epizodu [μg/m ³]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu (2,78 ng/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2022-10-03 do 2022-10-09	7	8	0,04	2,83	37,98

Epizod miał miejsce na początku października i trwał 7 dni. W tym okresie stężenia Ni w pyłe zawieszonym PM10 przekroczyły wartość progową tylko w przypadku 8 stacji pomiarowych zlokalizowanych w województwach śląskim (5 stacji) oraz kujawsko-pomorskim i wielkopolskim (po jednej stacji) (Rys. 9-7).



Rys. 9-6. Zmiany stężeń średnich dobowych niklu Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2022 r.

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



Rys. 9-7. Stężenia średnie niklu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w okresie epizodu wysokich stężeń (03-09.10.2022)

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 2022 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2022. Ocenę wykonano w odniesieniu do określonych prawem 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

Analizę zanieczyszczenia powietrza kadmem w pyle zawieszonym PM10 w 2022 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 59 stanowisk pomiarowych, w tym 53 stacji tła miejskiego, 2 podmiejskich i 4 pozamiejskich (Rys. 10-1).



Rys. 10-1. Stacje pomiarowe kadmu Cd w pyle zawieszonym PM10 w 2022 r. uwzględnione w ocenie

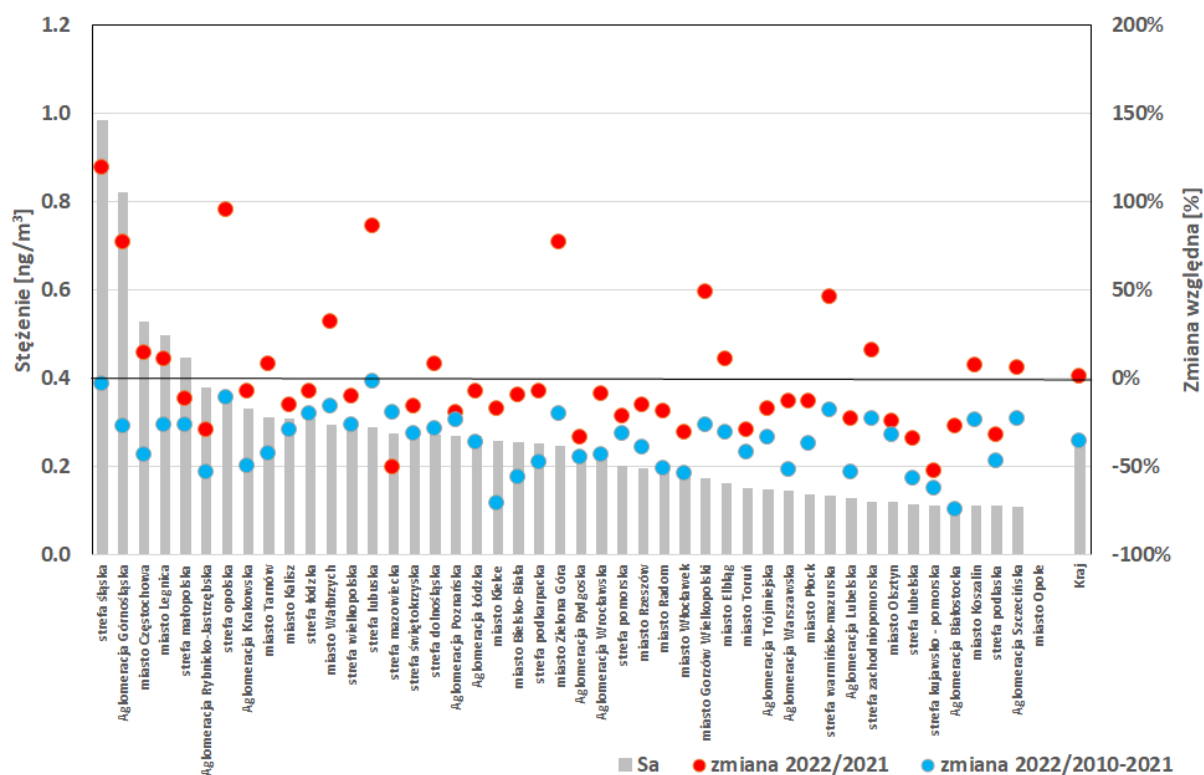
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

10.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla kadmu w pyłe zawieszonym PM₁₀ w roku 2022 dla wartości średnich rocznych w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i w okresie 2010-2021. Przedstawiono również relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji.

W 2022 r. stężenie średnie roczne Cd w pyłe zawieszonym PM₁₀ uśrednione na obszarze kraju wyniosło 0,26 ng/m³. Największe wartości średnie – ponad 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 2022 r. nie został przekroczony poziom docelowy dla Cd, a krajowa wartość maksymalna uzyskana na jednej ze stacji województwa śląskiego była 2-krotnie niższa od tego poziomu. Najmniejsze wartości średnie na poziomie poniżej 0,15 ng/m³, uzyskano dla 13 z 45 analizowanych stref (w strefie miasto Opole w roku 2022 nie prowadzono pomiarów metali ciężkich zawartych w pyłe zawieszonym PM₁₀), najniższe dla Aglomeracji Szczecińskiej i strefy podlaskiej. Różnica pomiędzy wartością największą a najmniejszą obliczoną dla stref, wyniosła nieco poniżej 0,9 ng/m³ (Rys. 10-2 i Tab. 10-2).

Dla 15 stref, średnie roczne stężenie kadmu w pyłe zawieszonym PM₁₀ było w roku 2022 wyższe niż rok wcześniej. Największy wzrost dotyczył strefy śląskiej. W pozostałych 29 strefach odnotowano spadek stężeń Cd z roku na rok, a różnice względne wyniosły od -7,5% w Aglomeracji Łódzkiej do -52,9% w strefie kujawsko-pomorskiej (Rys. 10-2 i Tab. 10-2).



Rys. 10-2. Stężenia średnie roczne kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2022 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2021

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 2022 r. (stężenie średnie roczne Sa)

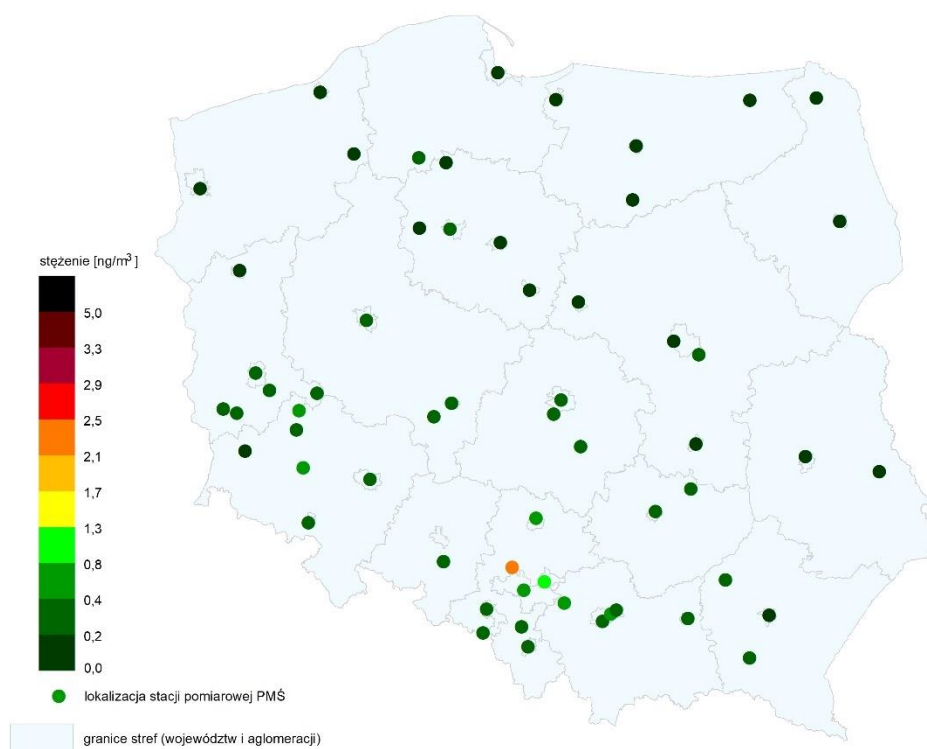
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [ng/m³]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 5 ng/m³	Min.	Śred.	Maks.	2022/ 2021	2022 / 2010-2021
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	1		0,22	0,22	0,22	-8,9%	-43,5%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		0,50	0,50	0,50	10,5%	-27,1%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		0,30	0,30	0,30	31,4%	-16,5%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	3		0,17	0,27	0,41	8,0%	-29,2%
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	1		0,22	0,22	0,22	-33,9%	-45,2%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		0,15	0,15	0,15	-29,8%	-42,2%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		0,19	0,19	0,19	-31,3%	-54,0%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	2		0,03	0,11	0,19	-52,9%	-62,9%
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1		0,13	0,13	0,13	-23,3%	-53,5%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	1		0,11	0,11	0,11	-34,3%	-57,0%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		0,17	0,17	0,17	48,7%	-27,1%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		0,25	0,25	0,25	76,8%	-20,4%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4		0,20	0,29	0,40	85,8%	-1,9%
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	2		0,26	0,27	0,27	-7,5%	-36,4%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1		0,31	0,31	0,31	-7,7%	-20,8%
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	3		0,28	0,33	0,41	-7,9%	-50,1%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		0,31	0,31	0,31	7,6%	-43,0%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	1		0,45	0,45	0,45	-12,3%	-26,7%
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	1		0,14	0,14	0,14	-13,5%	-52,1%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		0,14	0,14	0,14	-13,1%	-37,2%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		0,20	0,20	0,20	-18,8%	-51,1%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	1		0,28	0,28	0,28	-50,8%	-19,5%
opolskie	PL1601	miasto Opole							
opolskie	PL1602	strefa opolska	1		0,37	0,37	0,37	95,1%	-11,2%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		0,20	0,20	0,20	-15,2%	-39,6%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	2		0,25	0,25	0,26	-7,6%	-48,0%
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1		0,11	0,11	0,11	-27,3%	-74,8%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1		0,11	0,11	0,11	-32,8%	-47,1%
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	1		0,15	0,15	0,15	-17,8%	-33,7%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	1		0,20	0,20	0,20	-22,1%	-31,9%
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	2		0,77	0,82	0,87	76,8%	-27,6%
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		0,38	0,38	0,38	-29,8%	-53,3%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		0,25	0,25	0,25	-10,1%	-56,4%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1		0,53	0,53	0,53	13,8%	-43,7%

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.	2022/ 2021	2022 / 2010-2021
śląskie	PL2405	strefa śląska	3		0,33	0,98	2,25	118,4%	-3,6%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1		0,26	0,26	0,26	-17,9%	-70,9%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1		0,27	0,27	0,27	-16,1%	-31,5%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		0,12	0,12	0,12	-24,5%	-32,7%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		0,16	0,16	0,16	10,4%	-31,3%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	2		0,09	0,13	0,18	45,7%	-18,1%
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	1		0,27	0,27	0,27	-20,1%	-23,7%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		0,31	0,31	0,31	-15,5%	-29,7%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	1		0,29	0,29	0,29	-10,3%	-26,5%
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	1		0,11	0,11	0,11	5,7%	-23,2%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		0,11	0,11	0,11	6,8%	-24,3%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		0,12	0,12	0,12	15,5%	-23,3%
Kraj			59	0	0,03	0,26	2,25	1,0%	-36,1%

Analiza zmian średnich stężeń kadmu w pyłe zawieszonym PM₁₀ w roku 2022 w stosunku do wartości średnich z okresu 2010-2021 wykazała spadek stężeń we wszystkich strefach, przy zmienności od -1,9% w strefie lubuskiej do -74,8% w Aglomeracji Białostockiej. Wartość średnia obliczona dla kraju w roku 2022 była niższa od krajowej średniej z wielolecia o ponad 36%. Największe spadki (ponad 60%) poza Aglomeracją Białostocką, dotyczyły również miasta Kielce i strefy kujawsko-pomorskiej.

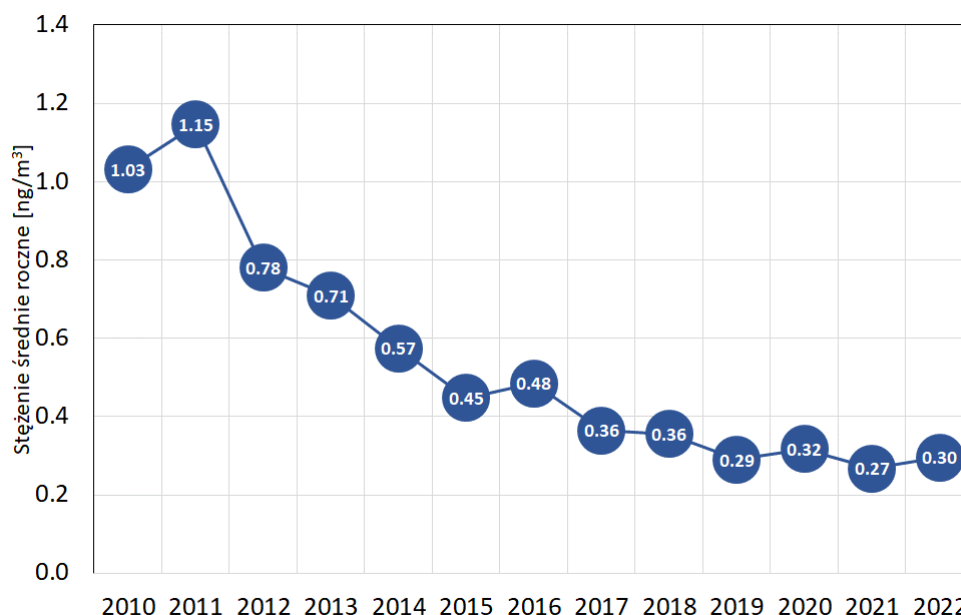
Średnie roczne stężenia kadmu w pyłe zawieszonym PM₁₀ osiągnęły największe wartości w województwie śląskim, w strefie śląskiej, Aglomeracji Górnośląskiej oraz w Częstochowie (Rys. 10-3).



Rys. 10-3. Stężenia średnie roczne kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ na stacjach pomiarowych w 2022 r.

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

Analiza zmian stężeń średnich rocznych kadmu w pyłe zawieszonym PM₁₀ 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 (Rys. 10-4). Amplituda stężeń średnich rocznych w okresie 2010-2022 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 pyłe zawieszonym PM10 w Polsce w okresie 2010-2022

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

Najwyższe stężenia kadmu w pyłe zawieszonym PM10 były notowane na stacjach miejskich, zaś najniższe na ogół na stacjach pozamiejskich (poza latami 2012 i 2013). Pomiedzy wynikami z tych dwóch typów stacji plasowały się zarówno wyniki ze stacji komunikacyjnych, jak i podmiejskich. Na stacjach miejskich i pozamiejskich widać wyraźny spadek stężeń kadmu z biegiem lat, podczas gdy na stacjach podmiejskich i komunikacyjnych zmiany w analizowanym okresie były mniejsze (Tab. 10-3). W ostatnim roku można zaobserwować niewielki wzrost średniego stężenia na stacjach tła miejskiego oraz stacjach pozamiejskich i znaczący spadek na stacjach podmiejskich w stosunku do wartości notowanych rok wcześniej.

Tab. 10-3. Zmiany stężeń średnich rocznych kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w latach 2010-2022 z uwzględnieniem typów stacji

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

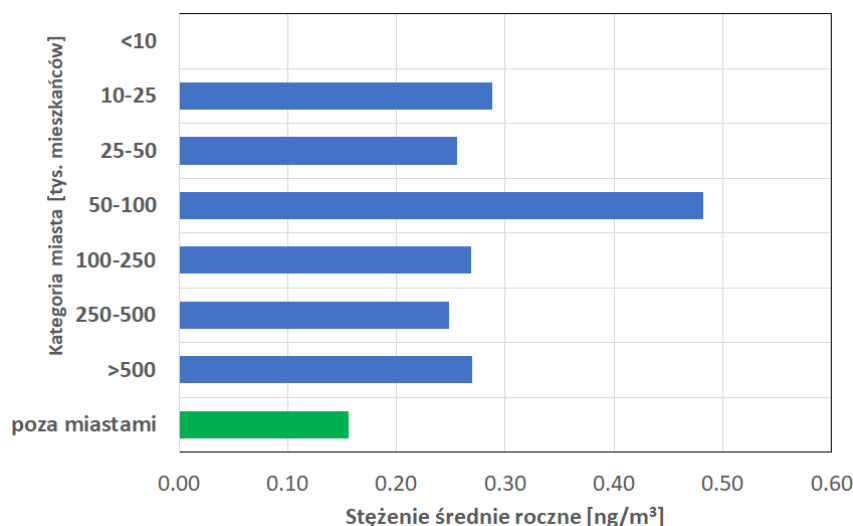
Źródła danych: 1. Instytut Monitoringu Środowiska – Głogów, Uprządkowanie: 105 112, 117 111														
Typ stacji	Stężenie Sa [ng/m³]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
komunikacyjna				0,51	0,43	0,49	0,44	0,36	0,22	0,17				
miejska	1,07	1,18	0,78	0,78	0,62	0,48	0,53	0,39	0,38	0,31	0,35	0,27	0,31	
podmiejska				0,22	0,29	0,43	0,29	0,31	0,32	0,22	0,20	0,35	0,23	
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	

10.2. Jakość powietrza w miastach

Analiza dla miast w poszczególnych kategoriach wykazała, że najwyższe średnie roczne stężenie Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2022 roku wystąpiło w miastach o liczbie ludności w przedziale 50-100 tys. Znacznie niższe stężenia obserwowano w miastach o liczbie mieszkańców 10-25 tys. oraz powyżej 500 tys. mieszkańców. Różnice pomiędzy miastami, z wyłączeniem miast z liczbą mieszkańców przedziale 50-100 tys. były niewielkie.

Średnie roczne stężenie Cd w pyłe zawieszonym PM₁₀ poza miastami było znacznie mniejsze niż w miastach (Rys. 10-5).

W najmniejszych miastach, liczących poniżej 10 tys. mieszkańców, w 2022 r. nie były prowadzone pomiary metali ciężkich w pyłe zawieszonym PM₁₀.



Rys. 10-5. Stężenia średnie roczne kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2022 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 2022 roku spadek stężeń średnich rocznych Cd pyłe zawieszonym PM₁₀ w stosunku do roku poprzedniego odnotowano dla kategorii miast powyżej 500 tys. mieszkańców oraz w przedziale 10-25 tys. (Tab. 10-4).

Tab. 10-4. Zmiany stężeń średnich rocznych kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w latach 2010-2022 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

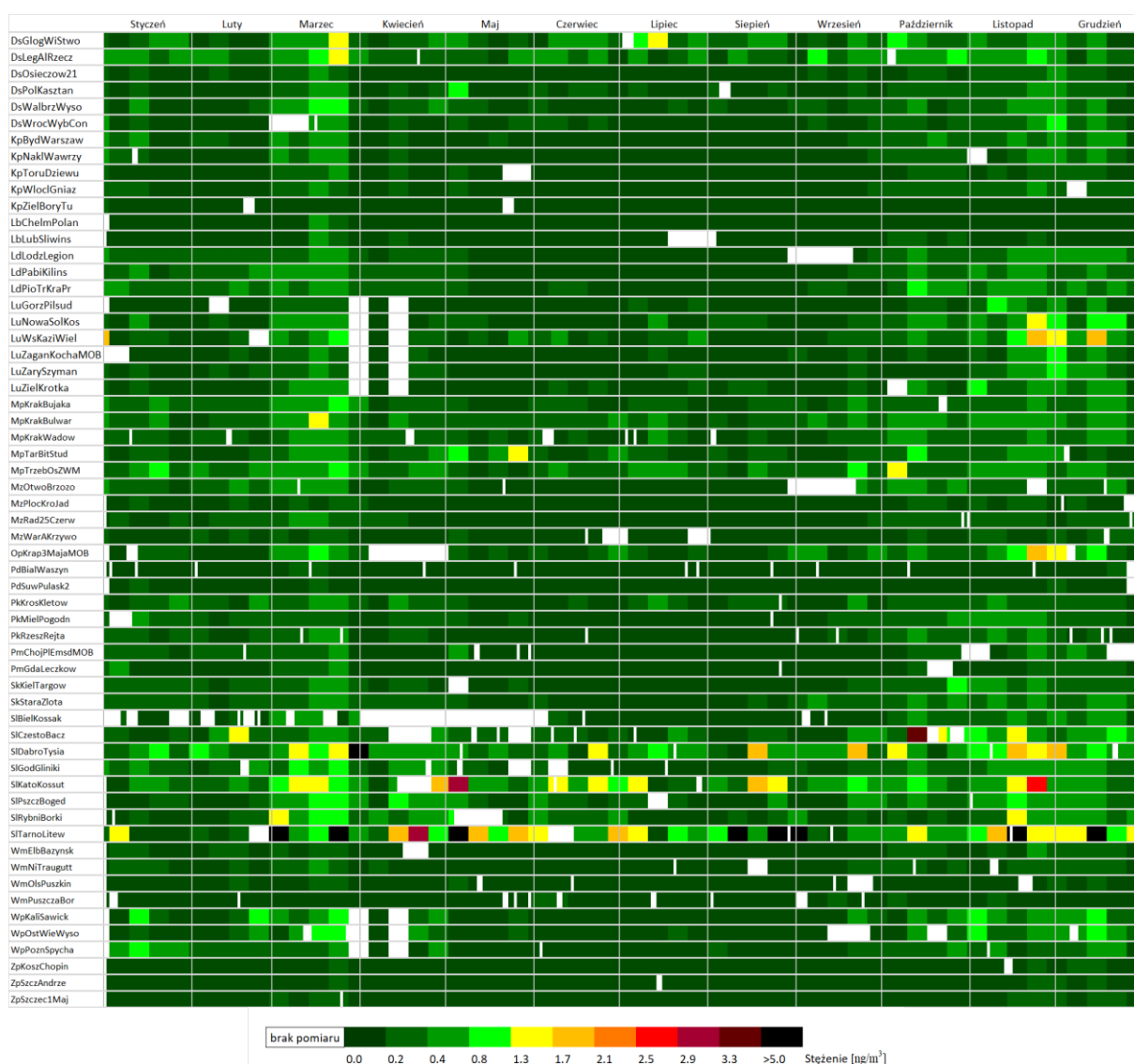
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Kategoria miasta	Stężenie Sa [ng/m³]												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
>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
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
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
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
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
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
<10					0,54	0,28	0,35	0,24	0,22	0,20	0,13		
Obszar poza miastami	0,61	0,64	0,81	0,82	0,30	0,21	0,20	0,15	0,19	0,15	0,16	0,15	0,16

10.3. Epizody wysokich stężeń

Na rysunku 10-6 przedstawiono przebieg dobowych stężeń kadmu 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 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 cieplej. Jednak różnice pomiędzy sezonami nie są wielkie (Rys. 10-6).



Rys. 10-6. Zmiany stężeń średnich dobowych kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2022 r.

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

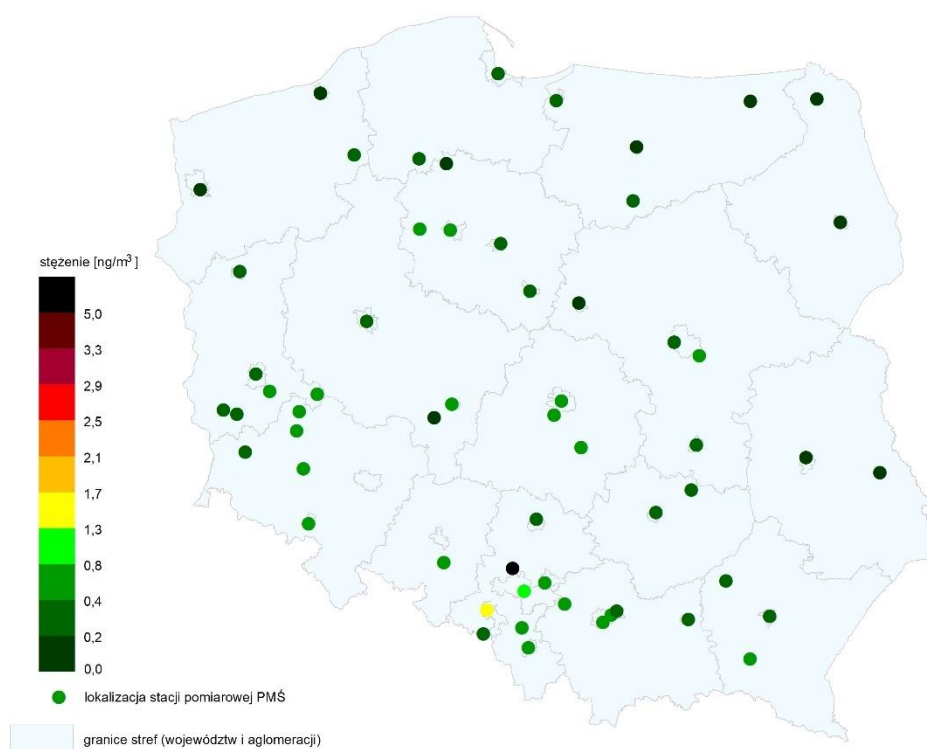
Wyznaczona wartość progowa występowania epizodu dla Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ wynosząca 0,59 ng/m³ (przy uwzględnieniu założeń identyfikacji epizodów opisanych w rozdziale 2.) pokazała, że w 2022 r. wystąpiły cztery okresy podwyższonych stężeń (Tab. 10-5).

Tab. 10-5. Charakterystyka epizodu wysokich stężeń kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2022 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 (0,59 ng/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2022-02-28 do 2022-03-06	7	9	0,07	0,61	13,17
2	od 2022-03-21 do 2022-03-27	7	22	0,10	0,70	8,78
3	od 2022-11-16 do 2022-11-20	5	17	0,02	0,71	14,91
4	od 2022-12-12 do 2022-12-18	7	19	0,02	0,65	10,58

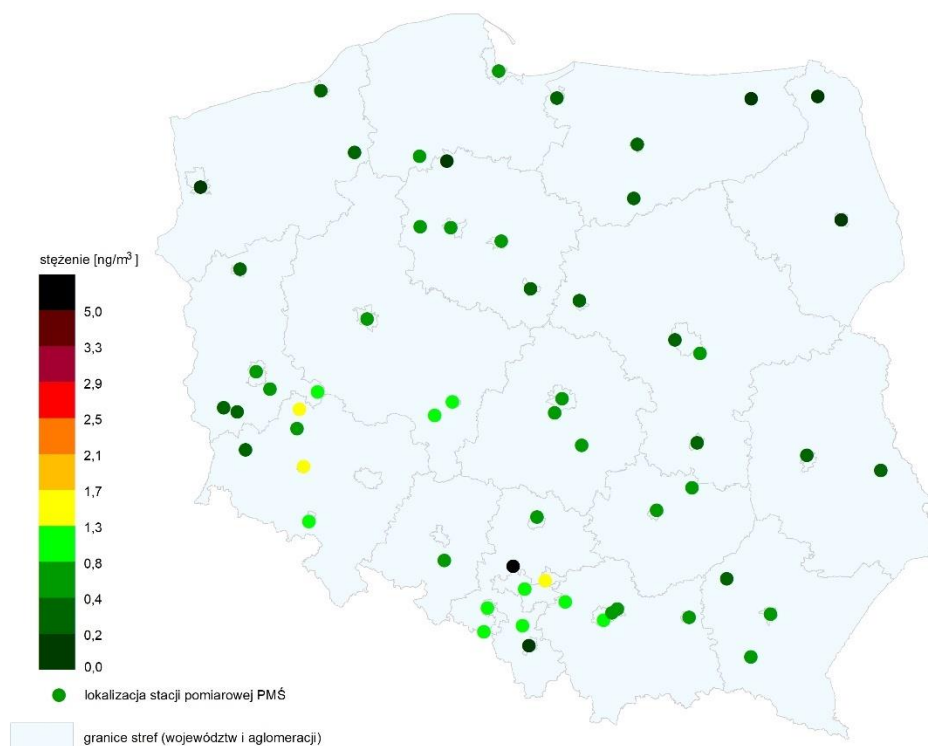
Pierwszy epizod miał miejsce na początku marca i trwał 7 dni. Próg epizodu był przekroczony na 9 stacjach zlokalizowanych głównie w województwie śląskim, wielkopolskim i dolnośląskim (Rys. 10-7).



Rys. 10-7. Stężenia średnie kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w okresie epizodu wysokich stężeń (28.02-06.03.2022)

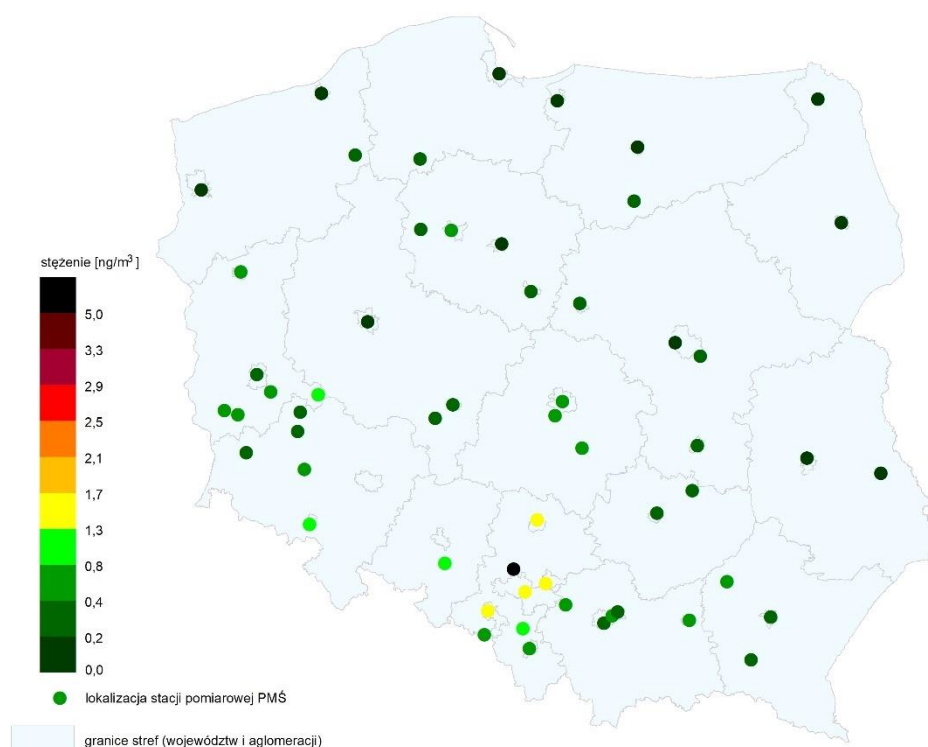
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Drugi epizod, z początku marca, również trwał 7 dni i swoim zasięgiem objął największy teren kraju. Próg epizodu przekroczony był na 22 stacjach wykonujących pomiary w 7 województwach: dolnośląskim, lubuskim, małopolskim, opolskim, podkarpackim, śląskim i wielkopolskim (Rys. 10-8).



Rys. 10-8. Stężenia średnie kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w okresie epizodu wysokich stężeń (21-27.03.2022)

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

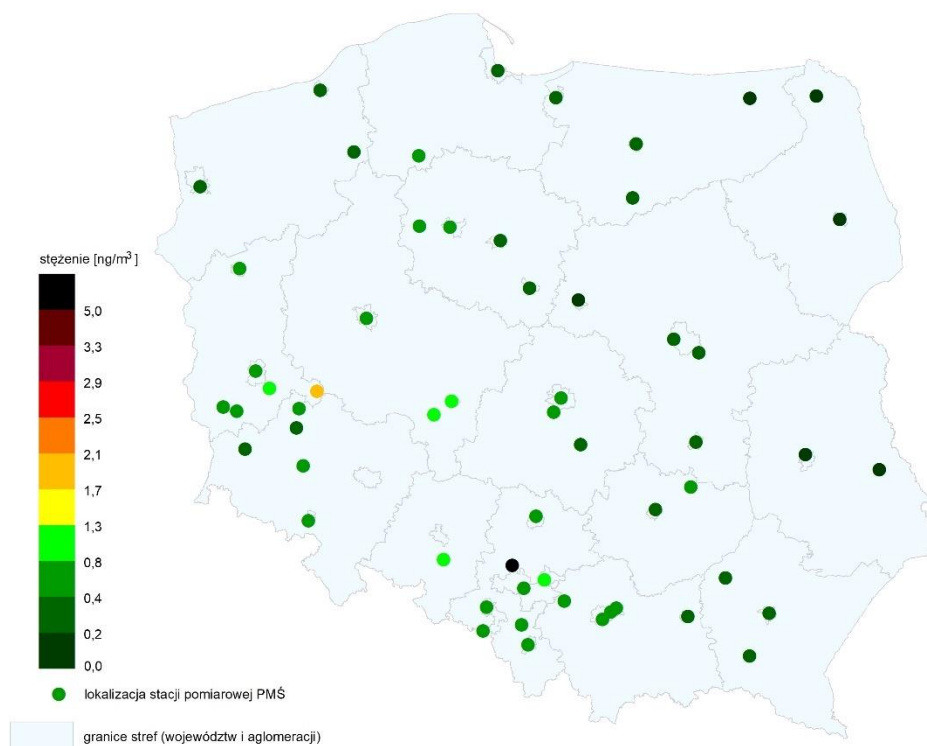


Rys. 10-9. Stężenia średnie kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w okresie epizodu wysokich stężeń (16-20.11.2022)

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

Epizod trzeci, z końca listopada, trwał najkrócej (5 dni), ale w trakcie jego trwania zanotowano maksymalne stężenia Cd w pyle zawieszonym PM10 w Polsce. Próg epizodu przekroczony był na 17 stacjach wykonujących pomiary przede wszystkim w województwach śląskim i lubuskim oraz na pojedynczych stacjach województw dolnośląskiego, małopolskiego, opolskiego i podkarpackiego (Rys. 10-9).

Ostatni epizod miał miejsce w połowie grudnia i trwał ponownie 7 dni obejmując swoim zasięgiem 19 stacji – przede wszystkim w województwach dolnośląskim, śląskim i lubuskim oraz południowej części województwa wielkopolskiego (Rys. 10-10).



Rys. 10-10. Stężenia średnie kadmu Cd oznaczanego w pyle zawieszonym PM10 w okresie epizodu wysokich stężeń (12-18.12.2022)

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

11. Stężenia ołowiu Pb oznaczanego w pyle zawieszonym PM10

W niniejszym rozdziale zaprezentowano wyniki pomiarów stężeń ołowiu oznaczanego w pyle zawieszonym PM10 na stacjach w Polsce w 2022 roku, z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2022. Ocenę wykonano w odniesieniu do określonych prawem 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 pyle 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 pyle 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

Analizę zanieczyszczenia powietrza ołowiem w pyle zawieszonym PM10 w 2022 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 59 stanowisk pomiarowych, w tym 53 stacji tła miejskiego, 2 podmiejskich i 4 pozamiejskich (Rys. 11-1).

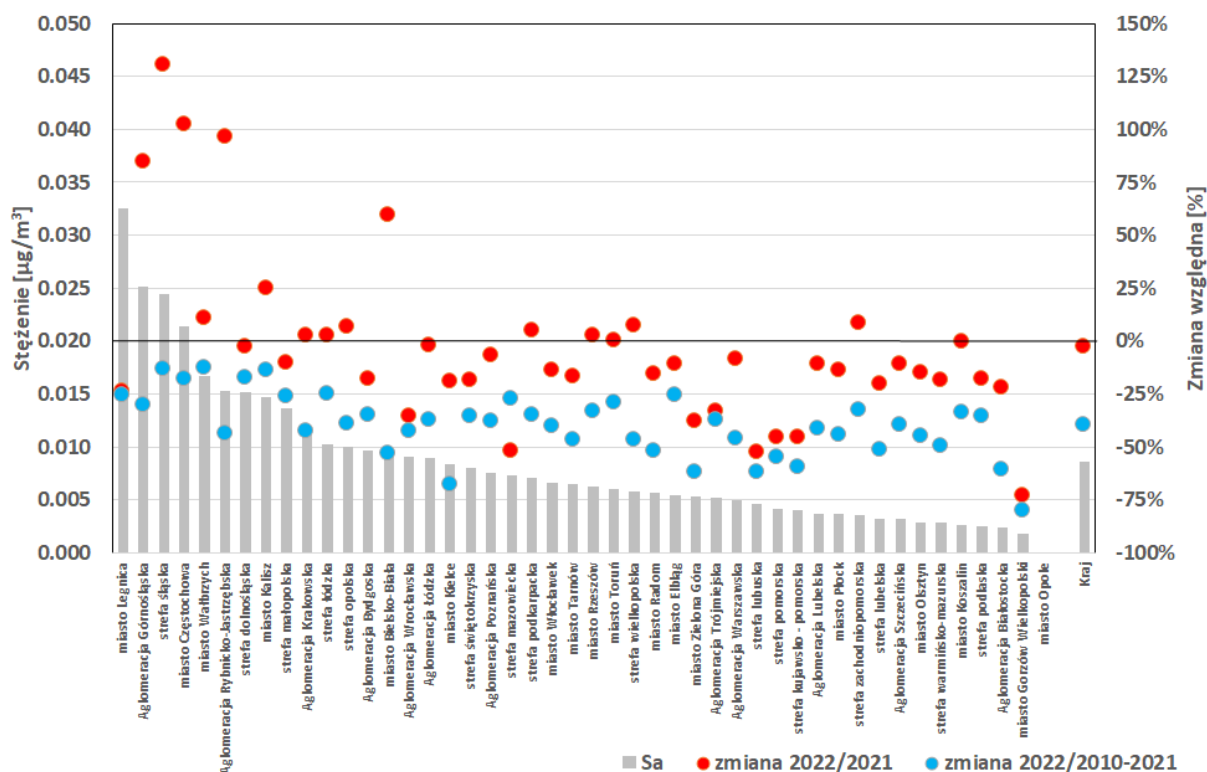


Rys. 11-1. Stacje pomiarowe ołowiu Pb w pyle zawieszonym PM10 w 2022 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

11.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla ołowiu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2022 roku dla wartości średnich rocznych w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i w okresie 2010-2021. Przedstawiono również relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji.

W 2022 r. stężenie średnie roczne Pb w pyłe zawieszonym PM₁₀ uśrednione na obszarze kraju wyniosło 0,009 µg/m³. Największą wartość średnią roczną wynoszącą 0,033 µg/m³ odnotowano dla strefy miasto Legnica. Wysokie na tle innych stref wartości uzyskano dla Aglomeracji Górnośląskiej oraz strefy śląskiej. W 2022 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 od poziomu dopuszczalnego ustalonego dla ołowiu. Najmniejsze wartości średnie (poniżej 0,002 µg/m³) uzyskano dla miasta Gorzów Wielkopolski, Aglomeracji Białostockiej i strefy podlaskiej (Rys. 11-2 i Tab. 11-2). Różnica pomiędzy wartością największą, a najmniejszą wyniosła 0,031 µg/m³.



Rys. 11-2. Stężenia średnie roczne ołowiu Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2022 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2021

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 2022 r. (stężenie średnie roczne Sa)

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

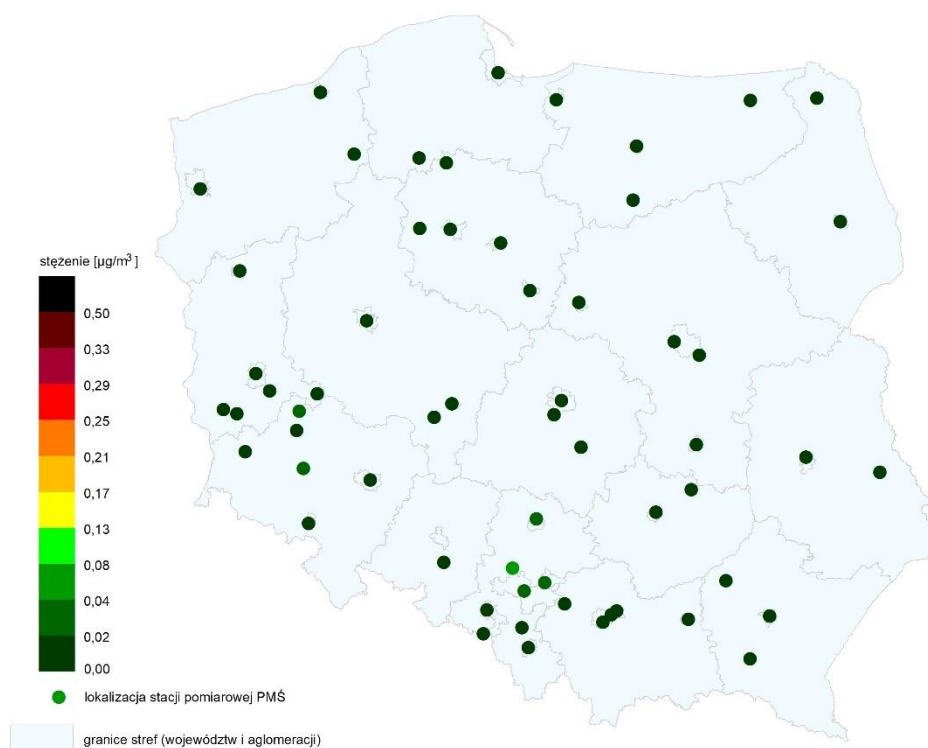
Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Min.	Śred.	Maks.	2022/ 2021	2022 / 2010-2021
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	1		0,009	0,009	0,009	-35,4%	-42,9%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		0,033	0,033	0,033	-23,6%	-25,4%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		0,017	0,017	0,017	10,8%	-12,6%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	3		0,008	0,015	0,022	-2,6%	-17,4%
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	1		0,010	0,010	0,010	-18,1%	-34,9%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		0,006	0,006	0,006	0,4%	-29,1%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		0,007	0,007	0,007	-13,9%	-40,1%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	2		0,001	0,004	0,007	-45,4%	-59,7%
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1		0,004	0,004	0,004	-11,1%	-41,5%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	1		0,003	0,003	0,003	-20,5%	-51,2%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		0,002	0,002	0,002	-73,1%	-80,2%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		0,005	0,005	0,005	-38,0%	-62,2%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4		0,004	0,005	0,006	-52,6%	-62,1%
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	2		0,009	0,009	0,009	-2,2%	-37,4%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1		0,010	0,010	0,010	2,6%	-24,9%
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	3		0,009	0,012	0,017	2,8%	-42,3%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		0,006	0,006	0,006	-16,8%	-46,9%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	1		0,014	0,014	0,014	-10,2%	-26,1%
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	1		0,005	0,005	0,005	-8,8%	-46,4%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		0,004	0,004	0,004	-14,0%	-44,3%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		0,006	0,006	0,006	-15,5%	-52,0%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	1		0,007	0,007	0,007	-51,9%	-27,2%
opolskie	PL1601	miasto Opole							
opolskie	PL1602	strefa opolska	1		0,010	0,010	0,010	6,8%	-38,9%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		0,006	0,006	0,006	2,4%	-33,1%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	2		0,006	0,007	0,008	5,0%	-35,1%
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1		0,002	0,002	0,002	-21,9%	-60,9%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1		0,002	0,002	0,002	-17,7%	-35,5%
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	1		0,005	0,005	0,005	-33,2%	-37,1%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	1		0,004	0,004	0,004	-45,8%	-55,0%
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	2		0,022	0,025	0,028	84,8%	-30,5%
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		0,015	0,015	0,015	96,6%	-43,7%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		0,009	0,009	0,009	59,5%	-53,0%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1		0,021	0,021	0,021	102,5%	-18,1%

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Min.	Śred.	Maks.	2022/ 2021	2022 / 2010-2021
śląskie	PL2405	strefa śląska	3		0,011	0,024	0,048	130,5%	-13,1%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1		0,008	0,008	0,008	-19,1%	-67,7%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1		0,008	0,008	0,008	-18,7%	-35,4%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		0,003	0,003	0,003	-14,8%	-44,7%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		0,005	0,005	0,005	-11,0%	-25,7%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	2		0,002	0,003	0,004	-18,5%	-49,5%
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	1		0,008	0,008	0,008	-6,7%	-38,2%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		0,015	0,015	0,015	25,1%	-13,6%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	1		0,006	0,006	0,006	7,1%	-46,5%
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	1		0,003	0,003	0,003	-11,2%	-39,7%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		0,003	0,003	0,003	-0,2%	-33,7%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		0,004	0,004	0,004	8,1%	-32,8%
Kraj			59	0	0.001	0.009	0,048	-2,8%	-39,7%

W przypadku 15 stref na 45 poddanych analizie w 2022 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 stref województwa śląskiego, tj. strefy śląskiej i miasta Częstochowa (ponad 100%) oraz Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej i Górnośląskiej (ponad 80%). 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 (Rys. 11-2 i Tab. 11-2).

Porównanie średnich rocznych stężeń Pb w pyłe zawieszonym PM₁₀ z 2022 roku oraz z wielolecia 2010-2021 pokazuje istotne spadki we dla wszystkich stref. Najwyższe (ponad 60%) dotyczą miast Gorzów Wielkopolski, Kielce i Zielona Góra oraz strefy lubuskiej, zaś najniższe (nieprzekraczające 15%) – miasta Kalisz i Wałbrzych oraz strefy śląskiej (Rys. 11-2 i Tab. 11-2).

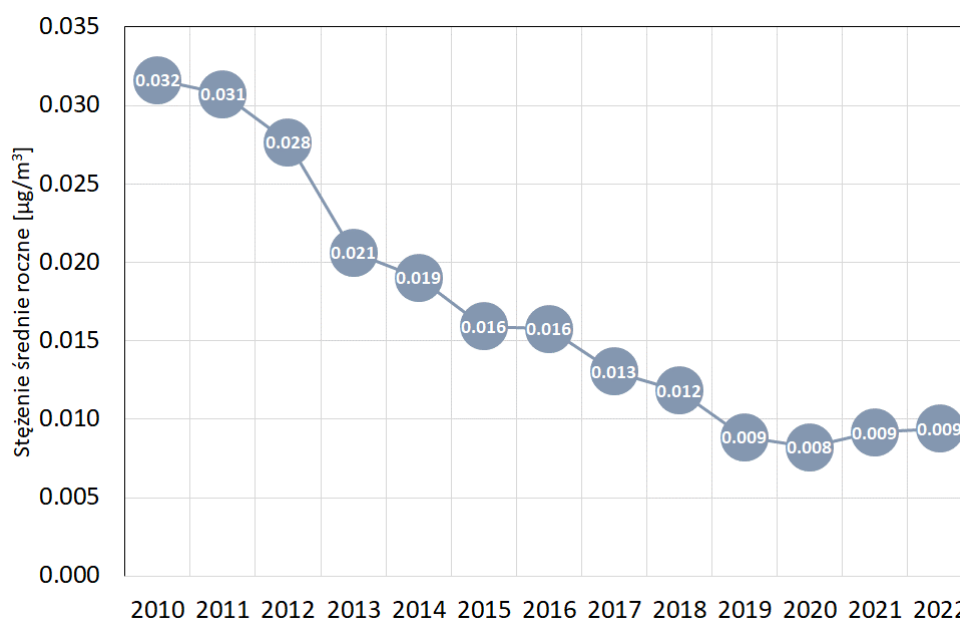
W 2022 roku średnie roczne stężenia Pb w pyłe zawieszonym PM₁₀ osiągnęły największe wartości na stacjach w województwach dolnośląskim, śląskim, małopolskim i mazowieckim, w szczególności w Legnicy i Głogowie. Najmniejsze stężenia obserwowano na stacjach na północy i północnym wschodzie kraju. Przy skali przyjętej dla map zróżnicowanie stężeń ołowiu w pyłe zawieszonym PM₁₀ jest trudne do zauważenia (Rys. 11-3).



Rys. 11-3. Stężenia średnie roczne ołowiu Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ na stacjach pomiarowych w 2022 r.

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

Stężenia średnie roczne ołowiu w pyłe zawieszonym PM₁₀ uśrednione w skali kraju na podstawie wartości uzyskanych ze wszystkich stacji pomiarowych funkcjonujących w danym roku, osiągnęły wartość maksymalną w 2010 roku, a następnie 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 2019-2022 krajowe stężenia średnich rocznych były niemal identyczne. Najwyższą wartość stężenia średniego rocznego ołowiu odnotowano w 2010 roku, a najniższą w 2020 (Rys. 11-4). Amplituda stężeń średnich rocznych w okresie 2010-2021 wyniosła 0,023 µg/m³. Warto zaznaczyć, że w latach 2010-2013 pomiary stężenia metali ciężkich w pyłe zawieszonym PM₁₀ (w tym Pb) były prowadzone na nielicznych stacjach w kraju, a od 2014 roku ich liczba wzrosła, co jest nie bez znaczenia dla uzyskanego obrazu.



Rys. 11-4. Zmiany stężeń średnich rocznych Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w Polsce w okresie 2010-2022

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

Najwyższe stężenia ołowiu w pyłe zawieszonym PM₁₀ były notowane na stacjach miejskich, a najniższe w przeważającej mierze na stacjach pozamiejskich (poza latami 2011 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 miejskich i pozamiejskich widać wyraźny spadek stężeń Pb z biegiem lat. W 2022 roku w stosunku do wartości notowanych rok wcześniej, można zaobserwować niewielki (niespełna 4%) wzrost stężeń średnich rocznych na obszarach miejskich, brak zmian na stacjach pozamiejskich i znaczący spadek (ponad 28%) na stacjach podmiejskich (Tab. 11-3).

Tab. 11-3. Zmiany stężeń średnich rocznych ołowiu Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w latach 2010-2022 z uwzględnieniem typów stacji

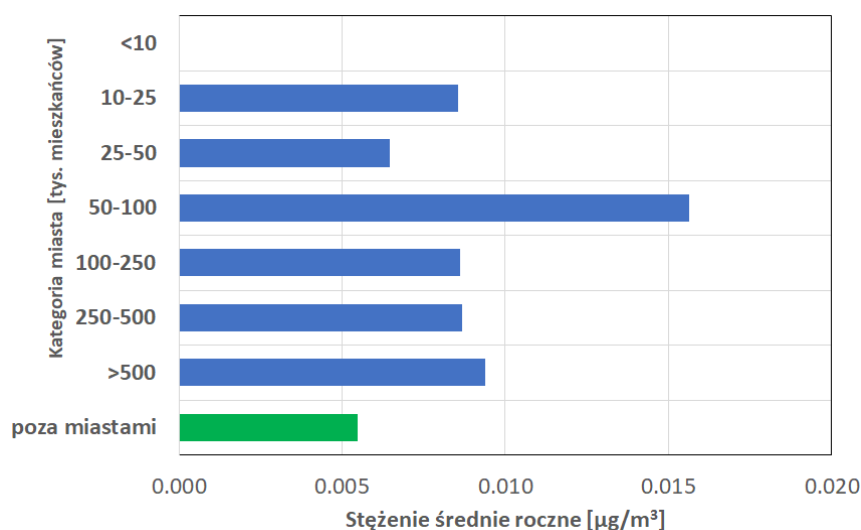
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Stężenie S _a [µg/m³]												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
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
podmiejska	0,010			0,009	0,010	0,014	0,011	0,011	0,010	0,006	0,005	0,010	0,007
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

11.2. Jakość powietrza w miastach

Analiza średnich rocznych stężeń Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2022 roku dla miast w poszczególnych kategoriach wykazała, że najwyższe wartości wystąpiły w miastach o liczbie ludności w przedziale 50-100 tys. Znacząco niższe wartości uzyskano dla miasta z liczbą mieszkańców powyżej 500 tys. oraz miast w przedziale 10-25 tys. mieszkańców. 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 2022 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 2022 r.

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

Średnie roczne stężenia Pb w pyłe zawieszonym PM₁₀ dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2022, 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, wcześniej występowały duże rozbieżności wyników i różne kategorie miast wykazywały największe wartości stężenia ołowiu. Od roku 2014 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 2022 roku w stosunku do roku poprzedniego dla miast w kategorii ponad 0,5 mln mieszkańców i miastach małych 10-25 tys. oraz 25-50 tys. Najwyższy wzrost dotyczył miast z liczbą mieszkańców w przedziale 50-100 tys. (Tab. 11-4).

Tab. 11-4. Zmiany stężeń średnich rocznych Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w latach 2010-2022 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

Kategoria miasta	Stężenie Sa [ng/m ³]												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
>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
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
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
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
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
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
<10					0,020	0,012	0,011	0,010	0,007	0,005	0,004		
Obszar poza miastami	0,018	0,044	0,034	0,020	0,010	0,008	0,008	0,008	0,007	0,005	0,005	0,005	0,005

11.3. Epizody wysokich stężeń

Na rysunku 11-6 przedstawiono przebieg dobowych stężeń ołowiu w pyłe zawieszonym PM10 w 2022 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 (Rys. 11-6). Jedynie w województwie dolnośląskim i śląskim zauważyć można okresy nieco podwyższonych wartości.

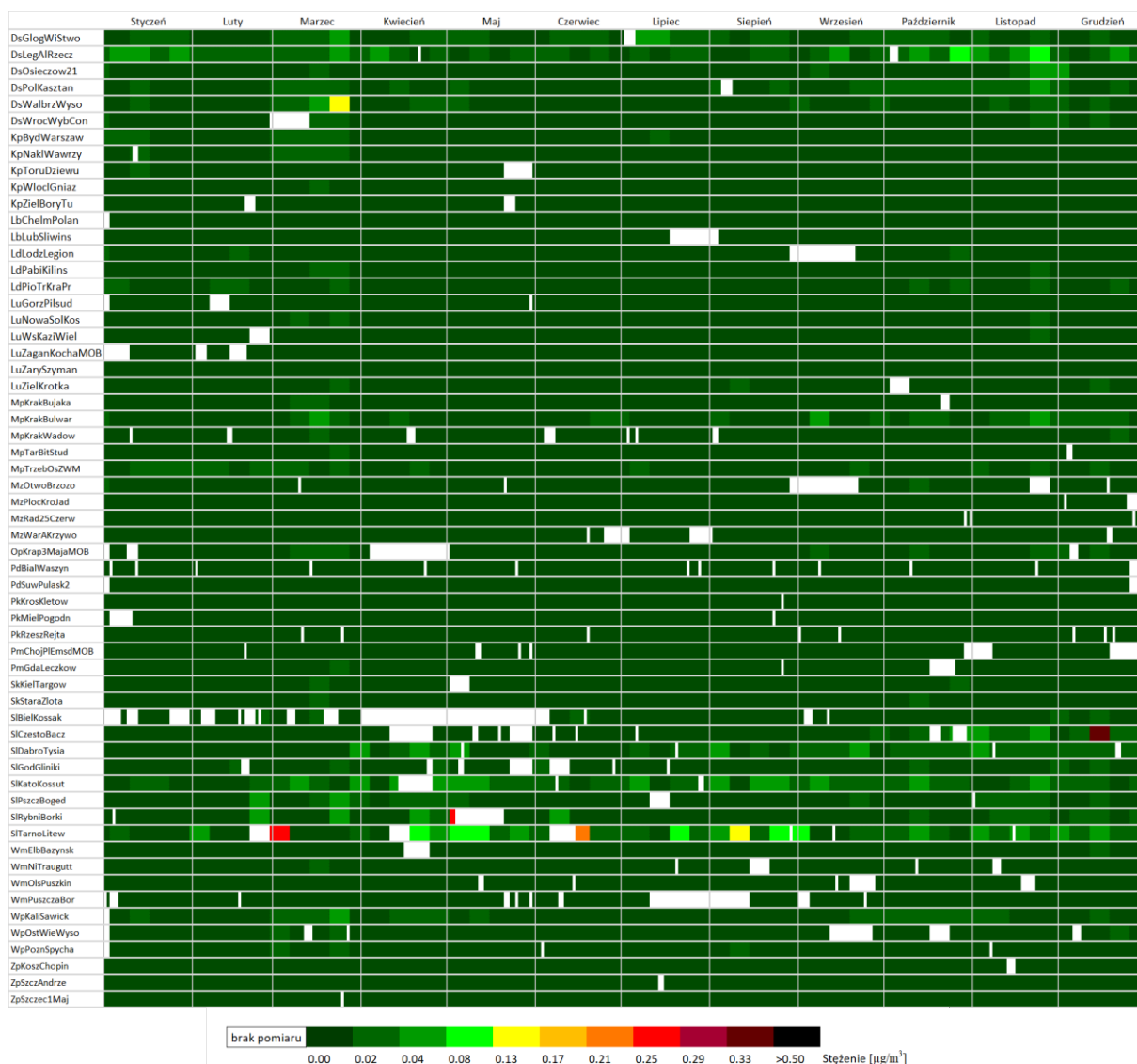
Przeprowadzona analiza występowania wysokich stężeń Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 (przy uwzględnieniu założeń identyfikacji epizodów opisanych w rozdziale 2) pokazała, że obliczona wartość graniczna 0,19 µg/m³ przyjęta dla identyfikacji epizodu wysokiego stężenia (próg epizodu) została przekroczona w jednym okresie (Tab. 11-5).

Tab. 11-5. Charakterystyka epizodów wysokich stężeń Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2022 roku

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

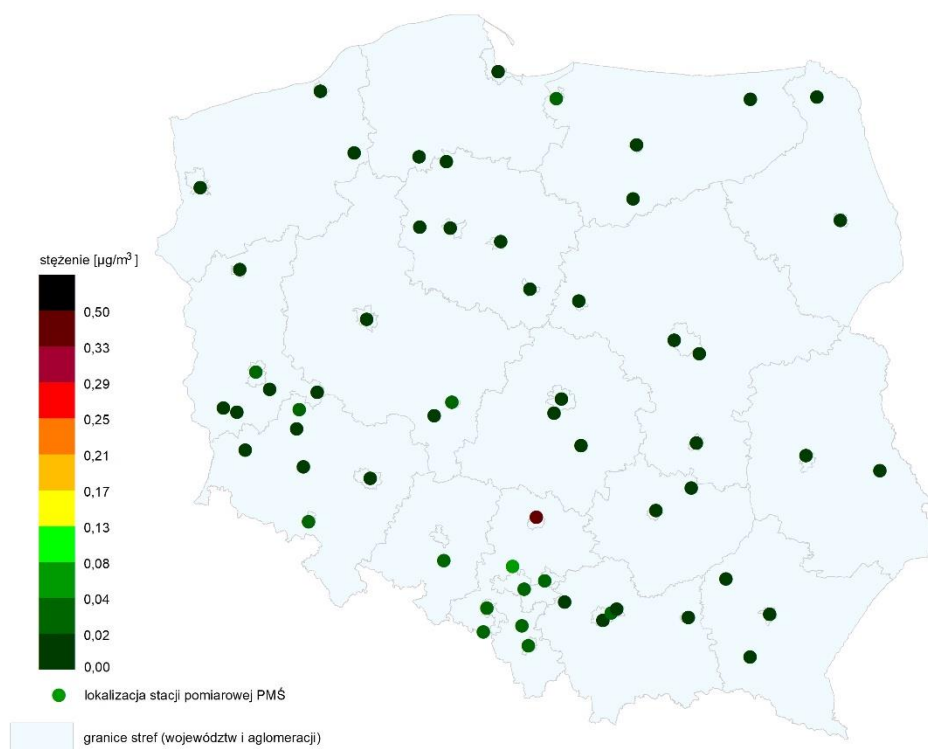
Epizod			Stężenie średnie dobowe podczas epizodu [µg/m ³]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu (0,019 µg/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2022-12-12 do 2022-12-18	7	17	0,001	0,020	0,399

Epizod ten miał miejsce w połowie grudnia i trwał 7 dni. W tym okresie stężenia Pb w pyłe zawieszonym PM10 przekroczyły wartość progową w przypadku 17 stacji pomiarowych zlokalizowanych w województwach śląskim (8 stacji), dolnośląskim (3 stacje), małopolskim (2 stacje) oraz na pojedynczych stacjach województw lubuskiego, opolskiego, warmińsko-mazurskiego i wielkopolskiego (Rys. 11-7).



Rys. 11-6. Zmiany stężeń średnich dobowych ołowiu Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2022 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 (12-18.12.2022)

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

12. Stężenia ozonu O₃

W niniejszym rozdziale przedstawiono podsumowanie wyników pomiarów stężeń ozonu (O₃) na stacjach PMŚ w Polsce w 2022 roku, z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2022. Ocenę wykonano w odniesieniu do określonych prawem 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 2022 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Analizę zanieczyszczenia powietrza ozonem w 2022 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 97 stanowisk pomiarowych, w tym 66 tła miejskiego, 11 podmiejskich oraz 20 pozamiejskich (Rys. 12-1).

12.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

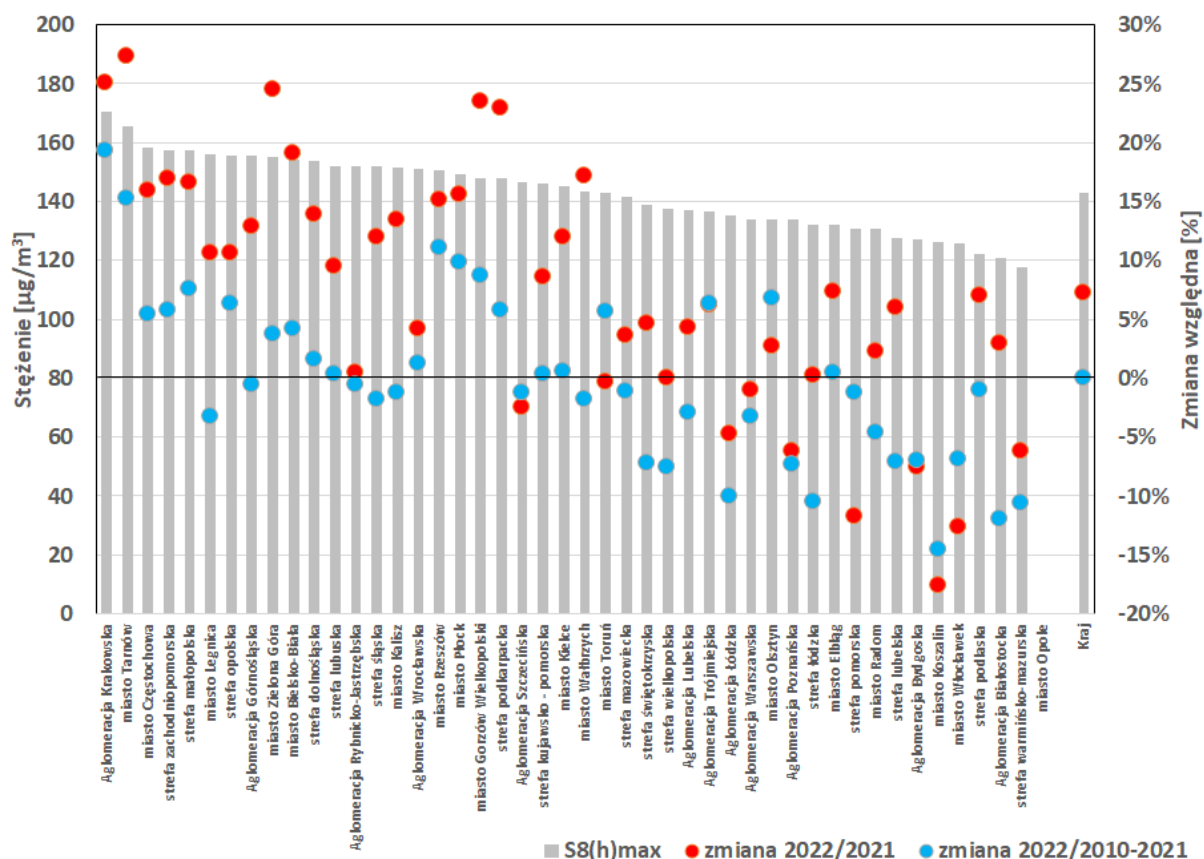
Poniżej przedstawiono wyniki analiz dla ozonu w 2022 roku w zakresie wartości odniesionych do poziomu docelowego oraz poziomu celu długoterminowego w kraju oraz w poszczególnych strefach, z uwzględnieniem zmian z roku na rok i zmian w okresie 2010-2022. Ponadto, przedstawiono relacje pomiędzy występującymi stężeniami na różnych typach stacji i w miastach o różnej liczbie ludności.

Maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich kroczących O_3 (poziom celu długoterminowego) uśrednione na obszarze kraju z wartości średnich dla stref, w 2022 roku wyniosło $111,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Największe wartości średnie $S8h(k)_{\text{max}}$, przekraczające $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, odnotowano w strefie śląskiej, mieście Kalisz, w Aglomeracji Wrocławskiej oraz w mieście Rzeszów, zaś najmniejszą - w strefie warmińsko-mazurskiej (Rys. 12-2, Tab. 12-2). W przypadku 9 stref na 45 analizowanych (w strefie miasto Opole nie prowadzono pomiarów O_3 w 2022 roku), w 2022 roku, zanotowano spadek wartości $S8h(k)_{\text{max}}$ w stosunku do roku poprzedniego (największy w mieście Koszalin o blisko 18%), zaś w przypadku 4 stref (miasta Toruń, strefy wielkopolskiej, strefy łódzkiej i Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej) stężenia tego parametru praktycznie nie się zmieniły (różnice poniżej 0,5%). W przypadku pozostałych 32 stref, maksymalne dobowe stężenia 8-godz. spośród średnich kroczących wzrosły w ostatnim roku, a najbardziej widoczne wzrosty (przekraczające 20%) dotyczyły strefy podkarpackiej, miasta Gorzów Wielkopolski, miasta Zielona Góra, Aglomeracji Krakowskiej i miasta Tarnów (Rys. 12-2 i Tab. 12-2).

Odnosząc wartości $S8h(k)_{\text{max}}$ z 2022 r. do średnich z okresu 2010-2021 można zauważyć spadek stężeń O_3 na obszarach 22 stref (z 45 poddanych analizie), wzrost w 18 (największy, przekraczający 19%, w Aglomeracji Krakowskiej) oraz brak zmian (różnice poniżej 0,5%) w 2 strefach. Spadki zawierały się w granicach od blisko -15% w mieście Koszalin do -1,0% w strefie podlaskiej (Rys. 12-2 i Tab. 12-2).

Przekroczenie poziomu celu długoterminowego zanotowano na blisko 95% stanowisk - 92 z 97 analizowanych (Tab. 12-2).

Uśredniona wartość percentyla 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących O_3 (poziom docelowy) na obszarze kraju z wartości uzyskanych w poszczególnych strefach wyniosła w 2022 roku $108,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Różnice pomiędzy strefami nie były duże. Największe wartości średnie percentyla 93,2 przekraczające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, odnotowano w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej i strefie opolskiej, zaś najniższe (wynoszące $95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i mniej) w strefie podlaskiej, warmińsko-mazurskiej oraz w Gorzowie Wielkopolskim (Rys. 12-2, Tab. 12-3). W przypadku 15 stref na 45 analizowanych (w strefie miasto Opole nie prowadzono pomiarów O_3 w 2022 roku) zanotowano spadek wartości percentyla 93,2, największy, przekraczający 10%, w Radomiu. Na obszarze 2 stref (Aglomeracji Szczecińskiej i strefy mazowieckiej) stężenia tego parametru praktycznie nie się zmieniły. W przypadku pozostałych 28 stref, stężenia percentyla 93,2 wzrosły, a najbardziej widoczny wzrost, przekraczający 20% dotyczył Aglomeracji Lubelskiej.

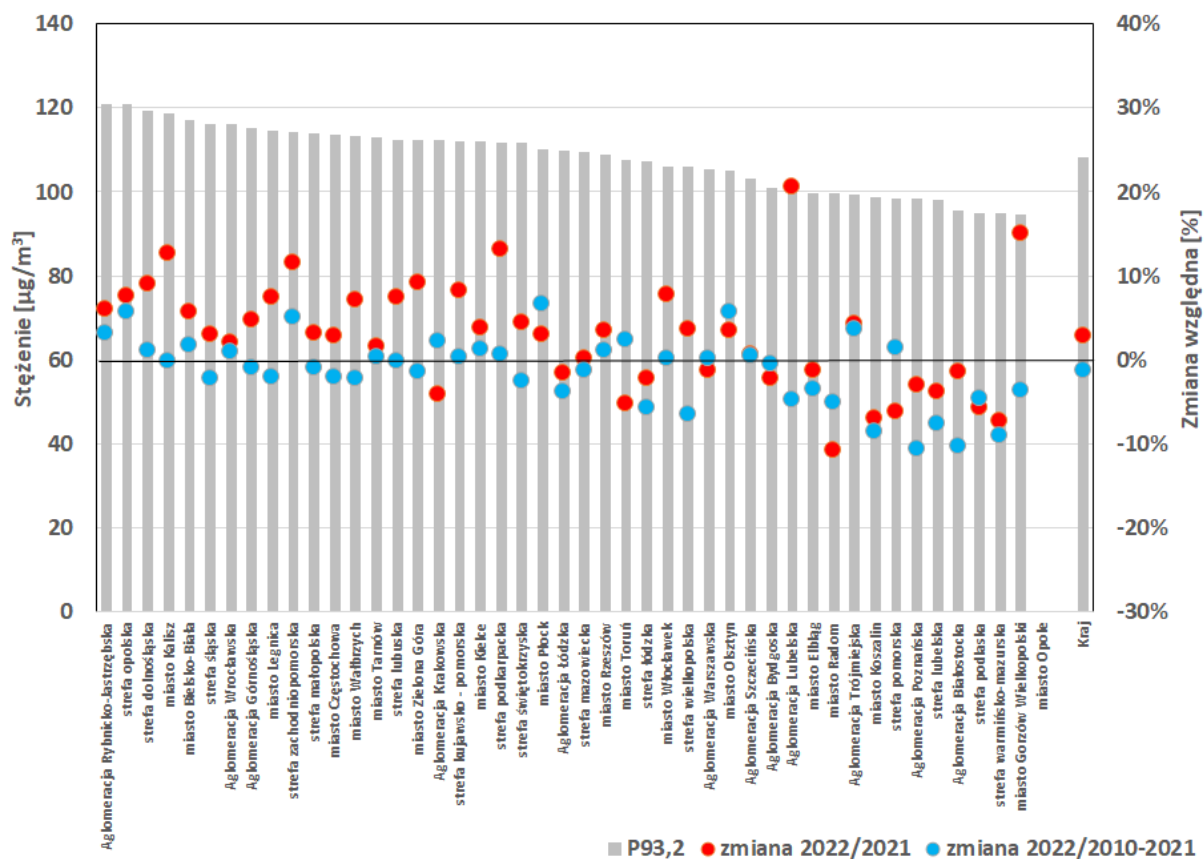


Rys. 12-2. Maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w 2022 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2021

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

Analizując wartość percentyla 93,2 w 2022 roku z uzyskaną średnią z okresu 2010-2021 można zauważyć spadek stężeń O_3 w 2022 roku na obszarach 22 z 45 rozważanych stref. Najbardziej widoczne spadki (przekraczające 10%) dotyczyły Aglomeracji Białostockiej i Poznańskiej. Obserwowane wzrosty dotyczyły 13 stref, a najwyższe, przekraczające 5% wystąpiły w miastach Płock i Olsztyn oraz w strefach opolskiej i zachodniopomorskiej. W przypadku 10 stref, obserwowane w 2022 roku stężenia percentyla 93,2 były niemal na identycznym poziomie jak średnia z wielolecia (Rys. 12-2 i Tab. 12-3).

Przekroczenie percentyla 93,2 zanotowano na sześciu stacjach, przy braku przekroczenia poziomu docelowego w wyniku dotrzymania wymaganej maksymalnej liczby dni (25) z przekroczeniem poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w ciągu 3 lat (Tab. 12-3).



Rys. 12-3. Percentyl 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w 2022 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2021

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

Tab. 12-2. Parametry jakości powietrza dla ozonu O₃ w 2022 r. (maksymalne stężenie średnie dobowe ze średnich kroczących S8h(k)max oraz SOMO35)

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

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie S8h(k)max [µg/m ³]			Zmiana względna S8h(k)max [%]		Parametr SOMO35 [µg/m ³ dzień]
			uwzględnionych w ocenie	z S8h(k)max > 120 µg/m ³	Min.	Śred.	Maks.	2022/2021	2022 / 2010-2021	
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	2	2	149,5	150,9	152,3	4,2%	1,2%	4604,6
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1	1	156,0	156,0	156,0	10,6%	-3,3%	4344,4
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1	1	143,6	143,6	143,6	17,1%	-1,8%	4441,3
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	6	6	144,7	153,6	163,4	13,8%	1,6%	5294,8
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	1	1	127,1	127,1	127,1	-7,6%	-7,0%	2838,7
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1	1	142,9	142,9	142,9	-0,3%	5,6%	4029,1
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1	1	126,0	126,0	126,0	-12,7%	-6,9%	3721,2
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	3	3	144,5	146,1	149,0	8,6%	0,4%	4185,8
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1	1	137,2	137,2	137,2	4,3%	-2,9%	2710,6
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	3	2	111,2	127,4	140,4	5,9%	-7,1%	2343,9
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1	1	148,1	148,1	148,1	23,5%	8,7%	1804,9
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1	1	155,3	155,3	155,3	24,5%	3,8%	4146,2
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4	4	139,8	152,1	161,6	9,4%	0,3%	4384,1
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	3	3	132,5	135,1	140,2	-4,7%	-10,0%	4085,6
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	2	2	130,9	132,3	133,7	0,2%	-10,5%	3720,6
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	1	1	170,7	170,7	170,7	25,0%	19,3%	3717,4
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1	1	165,4	165,4	165,4	27,4%	15,2%	4470,9
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	5	5	122,0	157,3	176,6	16,5%	7,6%	4684,3
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	4	4	122,6	134,1	140,9	-1,0%	-3,2%	2972,1
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1	1	149,3	149,3	149,3	15,6%	9,8%	4007,1
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1	1	130,7	130,7	130,7	2,2%	-4,7%	2391,0
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6	6	137,5	141,5	147,0	3,6%	-1,2%	3829,9
opolskie	PL1601	miasto Opole								
opolskie	PL1602	strefa opolska	2	2	153,8	155,8	157,8	10,6%	6,3%	5023,8
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1	1	150,6	150,6	150,6	15,1%	11,1%	3762,2
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	5	5	136,0	147,7	158,7	22,9%	5,7%	4542,3
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1	1	121,0	121,0	121,0	2,9%	-12,0%	2397,1
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	2	1	115,6	122,0	128,4	7,0%	-1,0%	2326,0
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	3	3	134,4	136,8	141,3	6,1%	6,3%	2985,6
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	5	5	120,5	131,0	144,3	-11,8%	-1,2%	2741,9
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	3	3	149,4	155,5	163,7	12,8%	-0,5%	4539,5
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	1	152,0	152,0	152,0	0,4%	-0,5%	4823,5
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1	1	154,1	154,1	154,1	19,0%	4,2%	4604,4

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.	2022/2021	2022 / 2010-2021	
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1	1	158,5	158,5	158,5	15,9%	5,4%	4627,4
śląskie	PL2405	strefa śląska	4	4	145,6	152,0	160,0	11,9%	-1,8%	4698,0
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1	1	145,0	145,0	145,0	12,0%	0,6%	4502,0
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	3	3	128,1	138,7	149,6	4,6%	-7,2%	4480,7
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1	1	133,9	133,9	133,9	2,7%	6,8%	4057,1
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1	1	132,0	132,0	132,0	7,4%	0,5%	3287,5
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	4	1	112,1	117,5	126,0	-6,2%	-10,7%	2417,7
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	1	1	133,8	133,8	133,8	-6,3%	-7,3%	2251,5
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1	1	151,4	151,4	151,4	13,4%	-1,3%	5018,1
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	3	3	129,7	137,6	144,4	0,0%	-7,6%	3224,0
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	1	1	146,5	146,5	146,5	-2,5%	-1,3%	3097,6
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1	1	126,1	126,1	126,1	-17,6%	-14,6%	3289,7
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1	1	157,5	157,5	157,5	16,9%	5,8%	4978,2
Kraj			97	92	111,2	143,1	176,6	7,2%	0,0%	3786,8

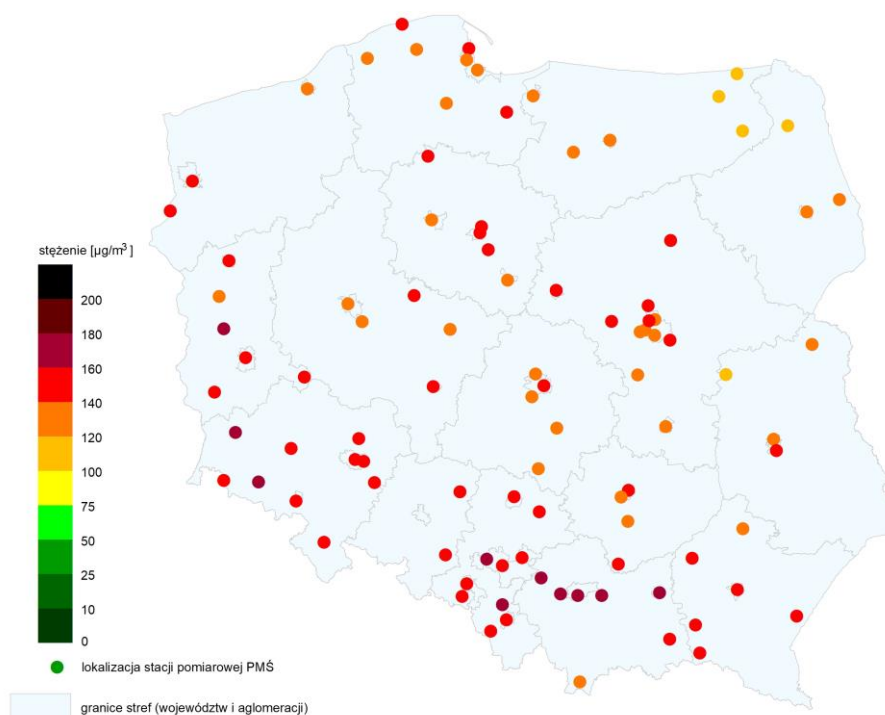
Tab. 12-3. Parametry jakości powietrza dla ozonu O₃ w 2022 r. (percentyl 93,2 z maksymalnych stężeń średnich dobowych ze średnich krocących S8h(k)max)

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.	2022/2021	2022 / 2010-2021	Min.	Śred.	Maks.
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	2	1	110,3	116,1	121,8	2,1%	0,8%	19,5	19,6	19,7
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1	0	114,6	114,6	114,6	7,4%	-2,1%	11,0	11,0	11,0
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1	0	113,2	113,2	113,2	7,1%	-2,2%	6,3	6,3	6,3
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	6	2	114,8	119,4	125,3	8,9%	1,1%	10,5	15,5	20,7
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	1	0	101,0	101,0	101,0	-2,2%	-0,5%	4,0	4,0	4,0
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1	0	107,6	107,6	107,6	-5,3%	2,4%	9,5	9,5	9,5
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1	0	106,0	106,0	106,0	7,7%	0,1%	5,7	5,7	5,7
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	3	0	108,1	112,1	114,4	8,2%	0,2%	4,7	6,4	9,7
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1	0	100,5	100,5	100,5	20,6%	-4,8%	3,0	3,0	3,0
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	3	0	94,6	98,0	101,4	-3,8%	-7,6%	0,0	0,9	1,7
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1	0	94,6	94,6	94,6	15,0%	-3,6%	4,0	4,0	4,0
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1	0	112,4	112,4	112,4	9,1%	-1,4%	9,7	9,7	9,7
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4	1	107,1	112,5	123,9	7,4%	-0,2%	7,5	12,1	21,0

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.	2022/ 2021	2022 / 2010-2021	Min.	Śred.	Maks.
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	3	0	105,5	109,8	113,2	-1,6%	-3,9%	7,0	8,2	10,3
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	2	0	105,5	107,2	108,9	-2,2%	-5,7%	3,7	4,5	5,3
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	1	0	112,4	112,4	112,4	-4,2%	2,2%	11,0	11,0	11,0
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1	0	112,9	112,9	112,9	1,5%	0,2%	7,7	7,7	7,7
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	5	0	106,6	113,9	117,7	3,2%	-1,0%	1,7	10,6	14,3
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	4	0	103,9	105,5	106,9	-1,3%	0,1%	2,7	5,0	7,0
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1	0	110,1	110,1	110,1	2,9%	6,6%	6,0	6,0	6,0
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1	0	99,6	99,6	99,6	-10,8%	-5,1%	2,7	2,7	2,7
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6	0	107,5	109,6	111,9	0,2%	-1,3%	3,7	6,2	8,0
opolskie	PL1601	miasto Opole										
opolskie	PL1602	strefa opolska	2	1	118,6	120,9	123,2	7,6%	5,6%	14,0	15,0	16,0
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1	0	108,9	108,9	108,9	3,4%	1,1%	4,0	4,0	4,0
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	5	0	104,5	111,7	119,6	13,1%	0,6%	3,0	5,2	9,3
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1	0	95,6	95,6	95,6	-1,4%	-10,4%	1,0	1,0	1,0
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	2	0	92,3	95,0	97,8	-5,8%	-4,6%	0,0	0,5	1,0
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	3	0	96,0	99,4	102,0	4,2%	3,6%	1,0	2,4	3,3
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	5	0	94,6	98,4	104,0	-6,3%	1,5%	1,7	7,0	13,5
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	3	0	112,7	115,3	120,3	4,7%	-1,0%	9,0	11,7	16,0
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	1	120,9	120,9	120,9	6,0%	3,2%	15,3	15,3	15,3
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1	0	117,1	117,1	117,1	5,7%	1,7%	9,0	9,0	9,0
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1	0	113,5	113,5	113,5	2,8%	-2,1%	10,0	10,0	10,0
śląskie	PL2405	strefa śląska	4	0	114,8	116,1	117,7	3,0%	-2,3%	7,0	11,2	13,0
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1	0	112,1	112,1	112,1	3,7%	1,2%	5,7	5,7	5,7
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	3	0	104,4	111,7	116,3	4,5%	-2,5%	4,3	8,1	14,0
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1	0	105,0	105,0	105,0	3,5%	5,6%	3,7	3,7	3,7
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1	0	99,8	99,8	99,8	-1,3%	-3,5%	2,5	2,5	2,5
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	4	0	90,1	95,0	101,5	-7,3%	-9,1%	0,0	1,4	3,3
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	1	0	98,3	98,3	98,3	-3,1%	-10,7%	4,0	4,0	4,0
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1	0	118,8	118,8	118,8	12,7%	-0,2%	10,7	10,7	10,7
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	3	0	99,5	105,9	115,6	3,7%	-6,5%	3,3	7,6	12,0
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	1	0	103,1	103,1	103,1	0,7%	0,5%	10,7	10,7	10,7
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1	0	98,8	98,8	98,8	-7,1%	-8,6%	4,5	4,5	4,5
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1	0	114,2	114,2	114,2	11,5%	5,1%	8,3	8,3	8,3
Kraj			97	6	90,1	108,1	125,3	2,9%	-1,3%	0,0	7,3	21,0

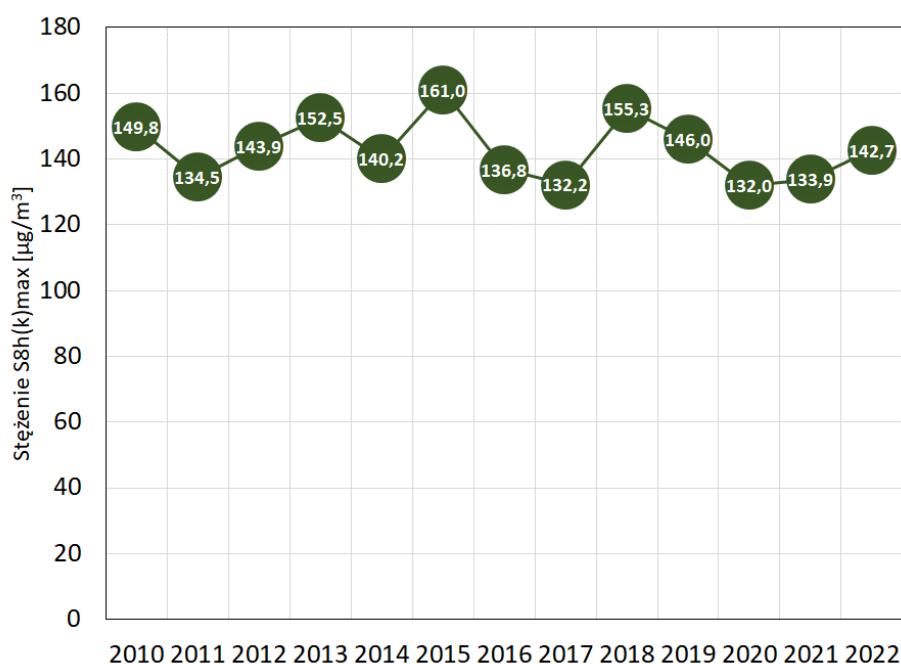
Rozkład przestrzenny maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących O_3 na poszczególnych stacjach w roku 2022 wskazuje na niewielkie zróżnicowanie wartości na stacjach PMŚ. Najniższe wartości obserwowane były generalnie na wschodzie i północnym wschodzie kraju w strefie warmińsko-mazurskiej, podlaskiej i Aglomeracji Białostockiej. W pozostałych częściach kraju obserwowano wyższe stężenia (Rys. 12-2 i 12-4).



Rys. 12-4. Maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 na stacjach pomiarowych w 2022 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 2010-2022 wykazała zauważalną tendencję rosnącą w latach 2011-2015, potem nastąpił okres spadku w ciągu 3 lat i wzrost w roku 2018, a następnie stężenia spadały, by w latach 2021 i 2022 znowu wzrosnąć (Rys. 12-5). Amplituda maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących w okresie 2010-2022 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.



Rys. 12-5. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w Polsce w okresie 2010-2022

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

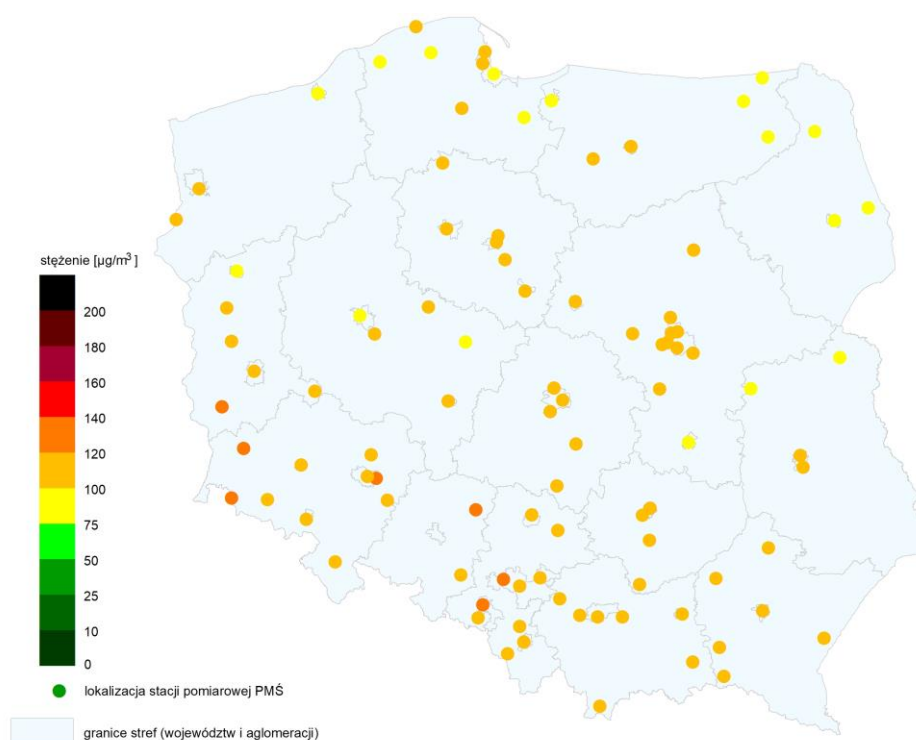
Najwyższe stężenia maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących były notowane na stacjach podmiejskich. W ostatnich latach stężenia O_3 na stacjach miejskich i pozamiejskich były zbliżone, a w 2022 praktycznie równe (Tab. 12-4).

Tab. 12-4. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących O_3 w latach 2010-2022 z uwzględnieniem typów stacji

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

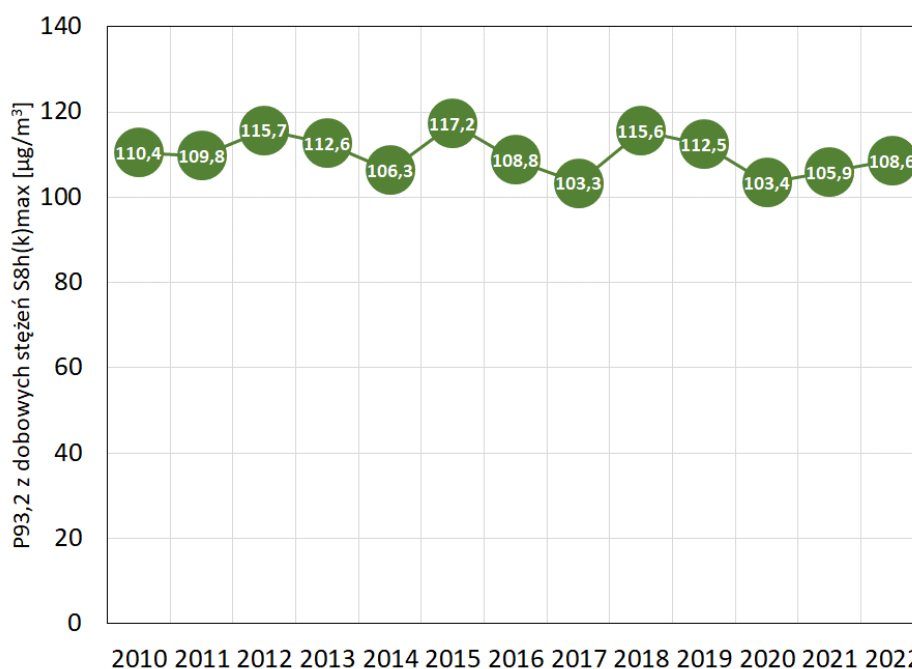
Typ stacji	Stężenie 8h(k)max [µg/m³]												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
miejska	151,8	134,1	143,1	154,4	138,6	159,5	136,2	130,6	153,4	144,9	131,5	133,7	141,7
podmiejska	138,9	123,8	144,3	150,8	146,1	165,4	137,8	136,7	160,3	150,3	136,2	140,6	150,5
pozamiejska	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

Rozkład przestrzenny percentyla 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących O_3 na poszczególnych stacjach w roku 2022 wykazuje na podobne zależności jak w przypadku parametru S8h(k)max, z większymi wartościami na południu kraju, a mniejszymi na północy (Rys. 12-3 i 12-6).



Rys. 12-6. Percentyl 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 na stacjach pomiarowych w 2022 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 2010-2022

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

Zmiany wartości percentyla 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących O_3 w okresie 2010-2022 wykazywały podobne zależności jak w przypadku maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących (Rys. 12-7). Amplituda percentyla 93,2 w okresie 2010-2022 była jednak niższa niż w przypadku S8h(k)max i wyniosła

13,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ przy zmiennej liczbie stacji, jak opisano wcześniej. Podobne też były zależności w zakresie zmienności stężeń z uwzględnieniem typu stacji przy zauważalnych większych różnicach pomiędzy miastami oraz obszarami pozamiejskimi, gdzie wyraźnie najniższe wartości percentyla 93,2 obserwuje się w miastach (Tab. 12-5).

Tab. 12-5. Zmiany percentyla 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w latach 2010-2022 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
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
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
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

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 badań epidemiologicznych opublikowanych w 2006 r. w Wytycznych Światowej Organizacji Zdrowia i jest to stężenie, poniżej którego nie obserwuje się skutków zdrowotnych. Parametr SOMO35 uśredniony na obszarze kraju z wartości średnich dla stref wyniósł w 2022 roku $3787 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na dzień. Największe wartości SOMO35, przekraczające $5000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na dzień, odnotowano w strefach dolnośląskiej, opolskiej oraz w mieście Kalisz, zaś najmniejszą, nieprzekraczającą $2000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na dzień w strefie miasto Gorzów Wielkopolski (Tab. 12-2). Analiza zmian parametru SOMO35 w okresie 2010-2022 wykazywała znacznie wyraźniej zarysowane zmiany niż w przypadku parametrów omawianych wcześniej, przy amplitudzie w okresie 2010-2022 wynoszącej $1900 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dzień (Rys. 12-8).



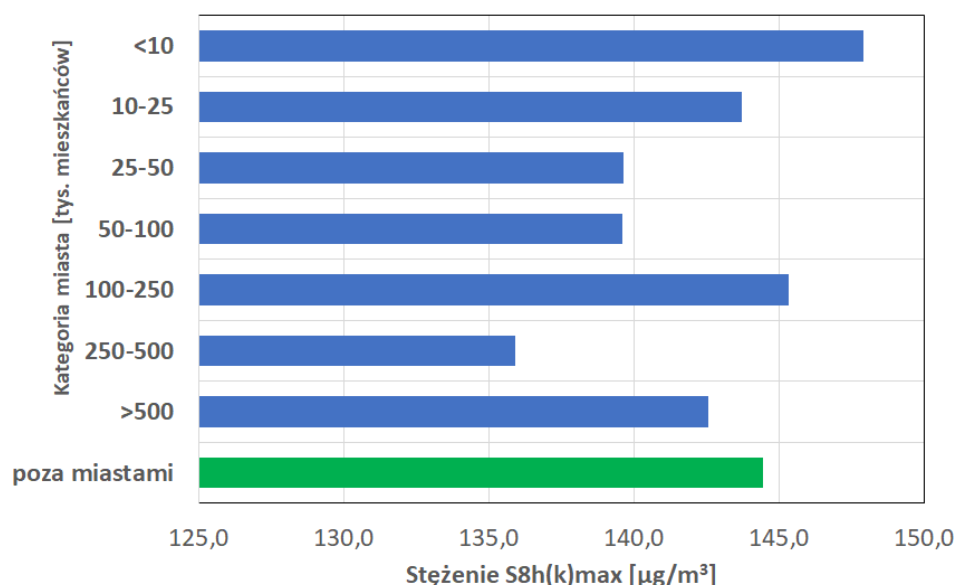
Rys. 12-8. Zmiany parametru SOMO35 dla ozonu O_3 w Polsce w okresie 2010-2022

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 2022 roku wykazała, że najwyższe wartości obserwuje się w najmniejszych miastach (o liczbie mieszkańców poniżej 10 tys.), następnie w dużych miastach (liczących 100-250 tys. mieszkańców) i poza miastami. Miasta o najniższym stężeniu to miasta zamieszkałe przez 250-500 tys. mieszkańców (Rys. 12-9).

Średnie stężenia $SSh(k)_{max}$ dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2022, jak wartości uśrednione dla kraju (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 2022 r.

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

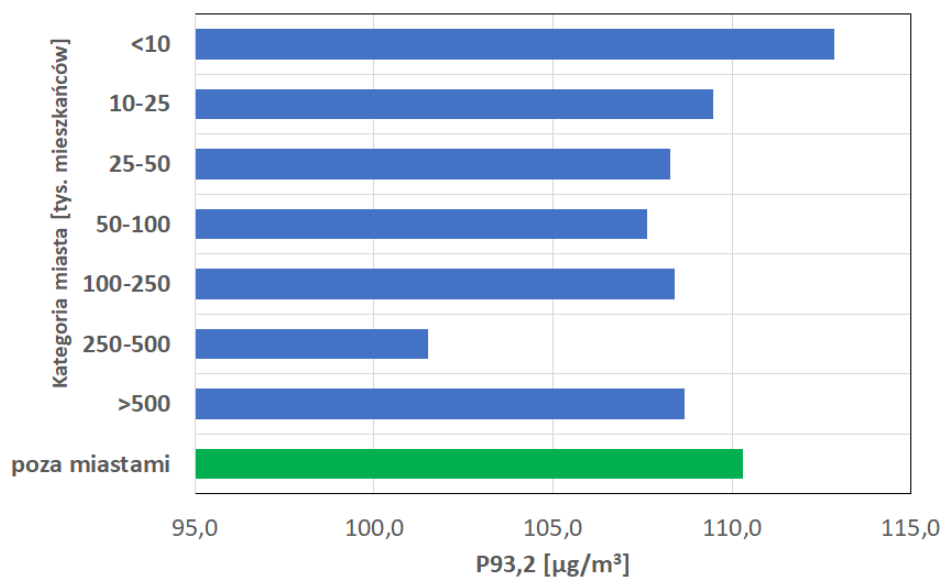
Tab. 12-6. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu (O_3) w latach 2010-2022 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

Kategoria miasta	Stężenie $SSh(k)_{max}$ [$\mu g/m^3$]												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
>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
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
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
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
25-50	165,1	143,9	156,8	171,0	141,2	159,3	136,6	131,2	150,9	141,2	130,6	134,1	139,6
10-25			145,1	145,1	144,1	159,3	130,5	124,4	156,5	141,3	129,0	132,6	143,7
<10			148,7	157,7	141,5	158,5	142,8	133,4	155,4	160,6	131,0	143,2	147,9
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

Nieco odmienne zależności dla 2022 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 obserwuje się w małych miastach (poniżej 10 tys. mieszkańców), następnie w obszarach pozamiejskich i miastach liczących 10-25 tys. mieszkańców. Najniższe wartości obserwowane są w miastach z liczbą ludności 250-500 tys. (Rys. 12-10).

Średnie roczne stężenia percentyla 93,2 dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2022 jak wartości uśrednione dla 2022 roku (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 2022 r.

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

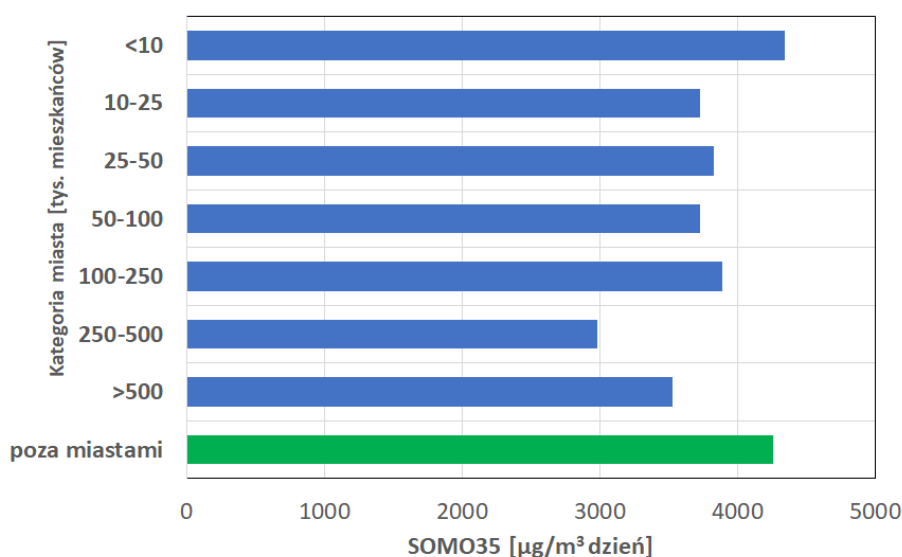
Tab. 12-7. Zmiany percentyla 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w latach 2010-2022 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

Kategoria miasta	Stężenie percentyla 93,2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
>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
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
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
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
25-50	111,4	116,9	124,8	114,4	104,8	116,9	109,0	103,2	113,4	109,8	102,1	104,9	108,3
10-25			123,8	116,7	108,3	117,3	105,8	99,4	114,9	112,8	101,8	105,2	109,5
<10			122,0	115,8	103,9	111,3	112,9	104,3	117,5	115,6	103,5	107,5	112,9
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

Wydaje się, że zależności uzyskane w 2022 roku dla parametru SOMO35 dla miast w poszczególnych kategoriach liczebności populacji najlepiej odzwierciedlają zależności pomiędzy typami obszarów. Najwyższe wartości SOMO35 obserwuje się w małych miastach (poniżej 10 tys. mieszkańców) i obszarach pozamiejskich, a różnice pomiędzy miastami są relatywnie niewielkie z wyjątkiem najniższych wartości obserwowanych dla miast z liczbą ludności 250-500 tys. (Rys. 12-11).

Zależności pomiędzy kategoriami miast w okresie 2010-2022 utrzymywały się od roku 2014, gdy liczba stacji pomiarowych była wyższa niż w latach wcześniejszych (Tab. 12-8).



Rys. 12-11. Parametr SOMO35 dla ozonu O_3 w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2022 r.

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

Tab. 12-8. Zmiany parametru SOMO35 dla ozonu O₃ w latach 2010-2022 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

Kategoria miasta	Stężenie SOMO35 [µg/m ³ dzień]												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
>500	2605	3202	3136	3310	2697	4110	3642	2683	5010	4195	3128	3461	3530
250-500	3288	3019	4073	3938	2855	3551	2526	2311	3458	3229	2779	2311	2979
100-250	3462	3886	4420	3740	3045	4206	3200	2710	4614	4116	3164	3297	3885
50-100	3455	3361	2745	3767	3442	4747	3702	3510	5272	4617	3349	3152	3723
25-50	3269	4880	5443	3753	3253	4541	3769	3191	4845	4180	3038	3231	3829
10-25			6164	4555	3791	4525	3322	2638	4851	4354	2937	3205	3725
<10			4955	4837	3492	4598	4386	3334	5593	4471	3378	3728	4338
Obszar poza miastami	4343	5327	4974	4638	3812	5146	4022	3765	5705	4781	3422	3663	4254

12.3. Epizody wysokich stężeń

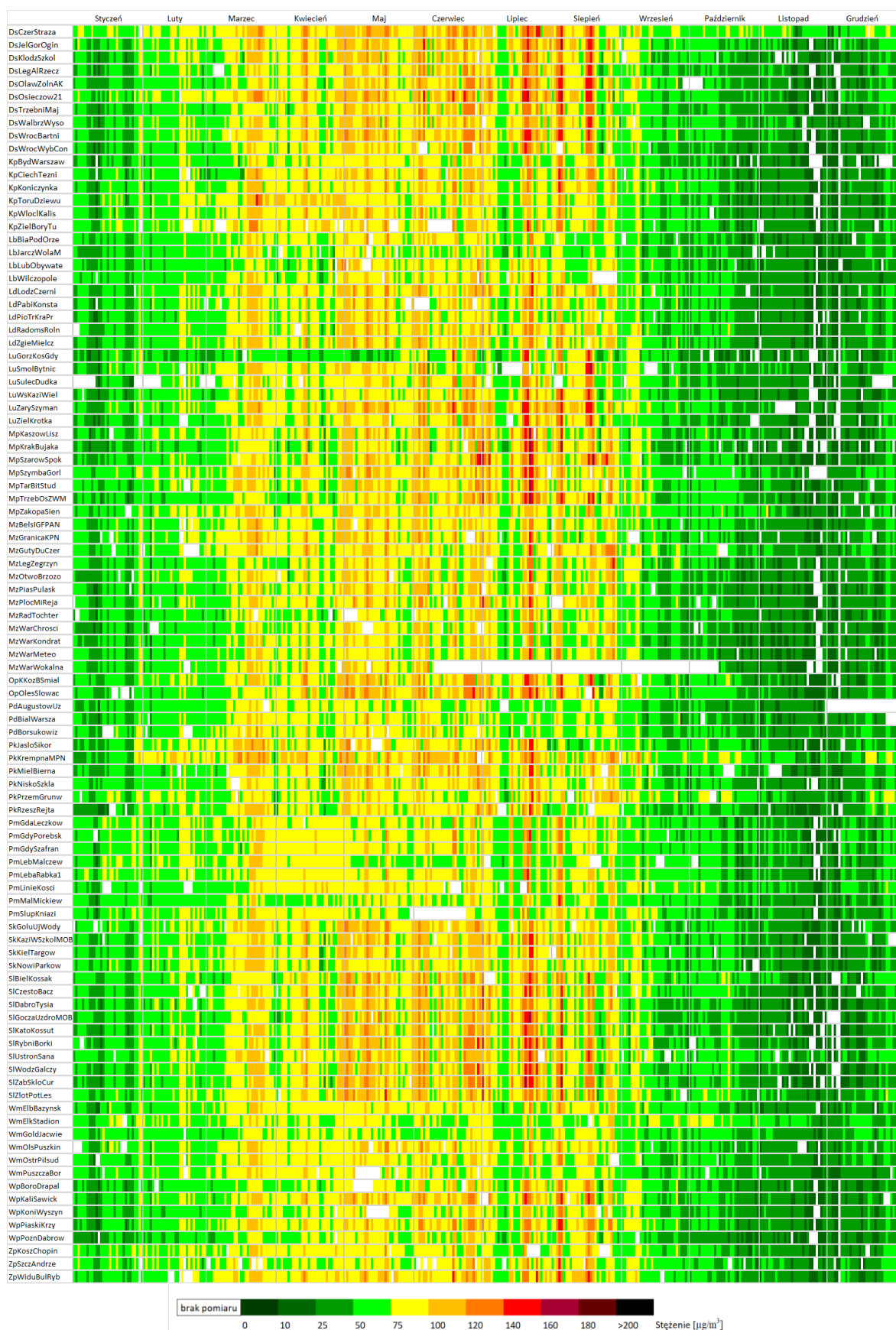
Analiza rozkładów maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących wykazała, że w 2022 r. epizody wysokich stężeń dla O₃ nie wystąpiły, co potwierdza przedstawiony rozkład dobowych zmienności (Rys 12-12). Na rysunku tym pokazano przebieg maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących w 2022 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. Miejsce puste (kolor biały) oznacza, że dla tego dnia brak wyników pomiaru.

Analiza wykazała, że występuje jednak okres podwyższonych stężeń, przekraczających 160% średniego S8h(k)max. Sytuacja ta trwała 5 dni od 19 do 23 lipca 2022, kiedy to na 67 stacjach przekroczona została wartość uznana za próg, wynosząca 110,9 µg/m³. Zróżnicowanie uśrednionych wartości w ciągu tych 5 dni maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących było znaczne, o czym świadczą wartości minimalne i maksymalne (Tab. 12-9). Okres podwyższonych stężeń widoczny był głównie w południowej i południowo-zachodniej części Polski, w mniejszym stopniu również w centrum kraju (Rys. 12-13).

Tab. 12-9. Charakterystyka epizodu wysokich stężeń ozonu O₃ w 2022 roku

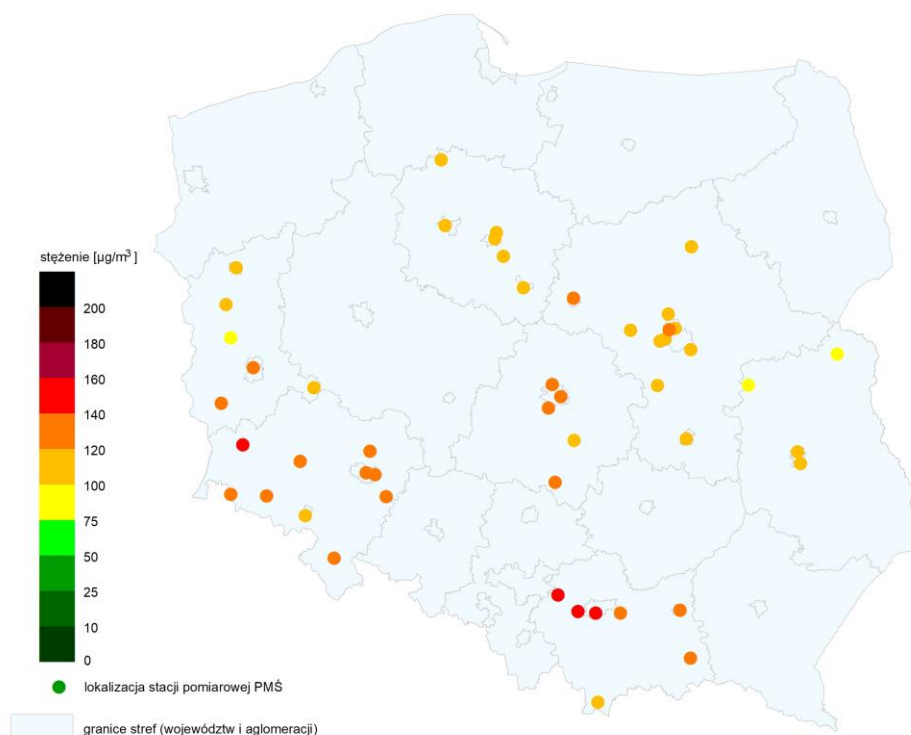
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

Epizod podwyższonych stężeń			Stężenie S8h(k)maks podczas epizodu [µg/m ³]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu (110,9 µg/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2022-07-19 do 2022-07-23	5	67	38,3	116,1	160,4



Rys. 12-12. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w 2022 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 (19-23.07.2022)

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

W 2022 roku przekroczenie wartości poziomu informowania wystąpiło piętnaście razy, najwięcej w Aglomeracji Krakowskiej i strefie małopolskiej, najczęściej w lipcu (Tab. 12-10).

Tab. 12-10. Lista stacji, na których został przekroczony próg informowania o wysokich stężeniach ($S1 > 180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ozonu O_3 wraz z datą wystąpienia przekroczenia w 2022 roku

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

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Kod stacji	Data wystąpienia
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	MpKrakBujaka	01.07.2022
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	MpKrakBujaka	22.07.2022
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	MpKrakBujaka	05.08.2022
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	MpKaszowLisz	22.07.2022
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	MpSzarowSpok	30.06.2022
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	MpSzarowSpok	30.06.2022
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	MpSzarowSpok	30.06.2022
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	MpSzarowSpok	01.07.2022
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	MpSzarowSpok	01.07.2022
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	MpSzarowSpok	22.07.2022
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	MpSzarowSpok	19.08.2022
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	MpTrzebOsZWM	22.07.2022
opolskie	PL1602	strefa opolska	OpKKozBSmial	20.07.2022
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	PkJasloSikor	22.07.2022
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	SlZabSkloCur	20.07.2022

Na żadnym stanowisku pomiarowym w kraju w 2022 roku (podobnie jak w latach ubiegłych) nie stwierdzono przekroczeń poziomu alarmowego.

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 2022 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2022. Ocenę wykonano w odniesieniu do określonych prawem 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.

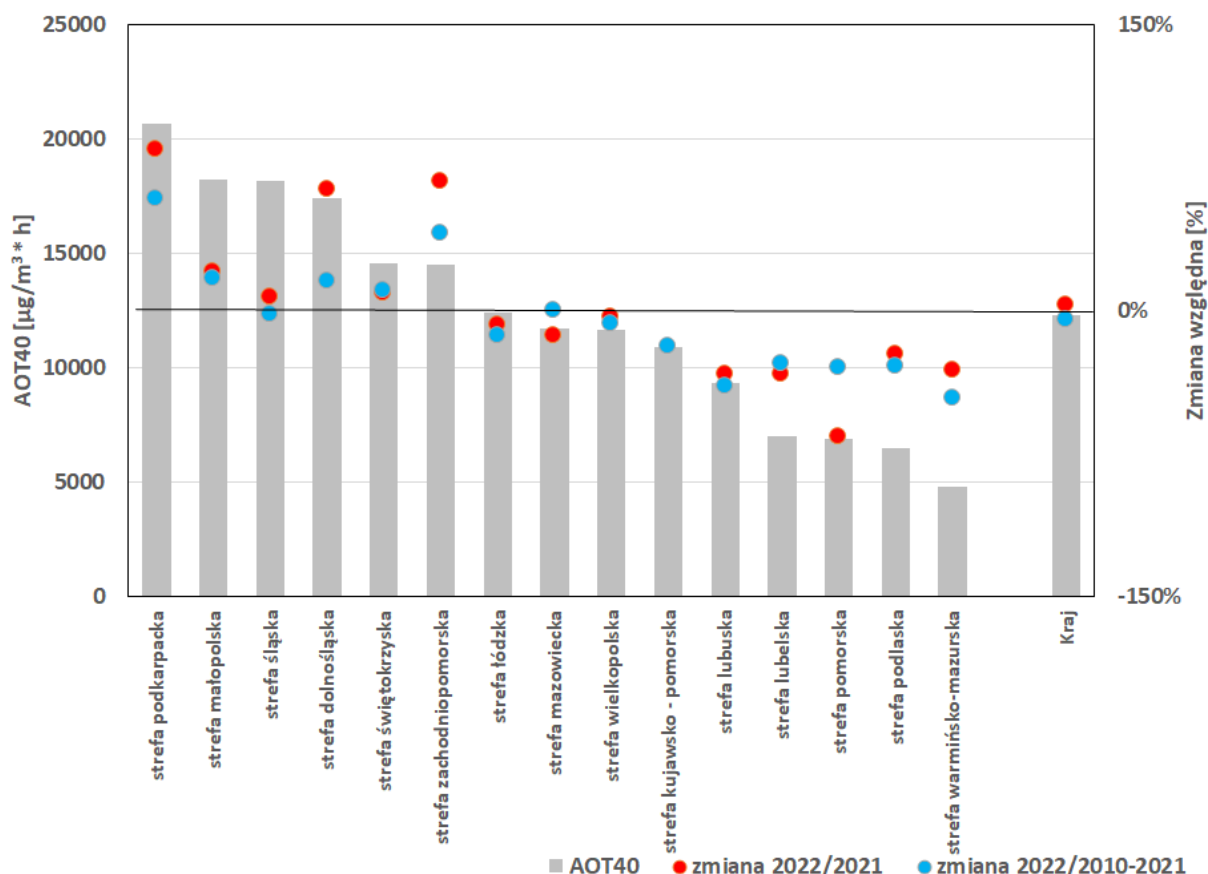
Pomiary jakości powietrza pod kątem kryterium ochrony roślin wykonuje się na stacjach zlokalizowanych poza miastami. W 2022 roku prowadzono je na 15 stacjach pozamiejskich.

Poniżej przedstawiono wyniki analiz dla ozonu w 2022 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 2010-2022.

Parametr AOT40 (poziom celu długoterminowego) uśredniony na obszarze kraju z wartości średnich dla stref, wyniósł w 2022 roku $12297 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$. Największą wartość średnią AOT40, przekraczającą $20000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$, odnotowano w strefie podkarpackiej, zaś najmniejszą (ponad 4-krotnie mniejszą) - w strefie warmińsko-mazurskiej (Rys. 12-14, Tab. 12-12). W 8 strefach na 16, w których dokonuje się oceny z uwzględnieniem kryterium ochrony roślin (w strefie opolskiej pomiary O_3 w latach 2021 i 2022 nie były prowadzone, a w strefie kujawsko-pomorskiej – brak danych z 2021 roku) w 2022 roku zanotowano spadek wartości AOT40 stosunku do roku poprzedniego, największy w strefie pomorskiej wynoszący blisko 67% (Rys. 12-14 i Tab. 12-12). W pozostałych 4 strefach stwierdzono wzrost, największy w strefie dolnośląskiej (ponad 60%).

Odnosząc wartości AOT40 z 2022 r. do średnich z okresu 2010-2021 można zauważyć spadek stężeń O_3 na obszarach większości stref (9 z 15 poddanych analizie, największy – przekraczający 46% w strefie warmińsko-mazurskiej). Wzrost stwierdzono w 5 strefach (największy, wynoszący blisko 59% - w strefie podkarpackiej), a brak zmiany w 1 strefie – mazowieckiej (Rys. 12-14 i Tab. 12-12).

Przekroczenie poziomu celu długoterminowego w 2022 roku zanotowano niemal na wszystkich stanowiskach – 26 z 28 analizowanych (Tab. 12-12).



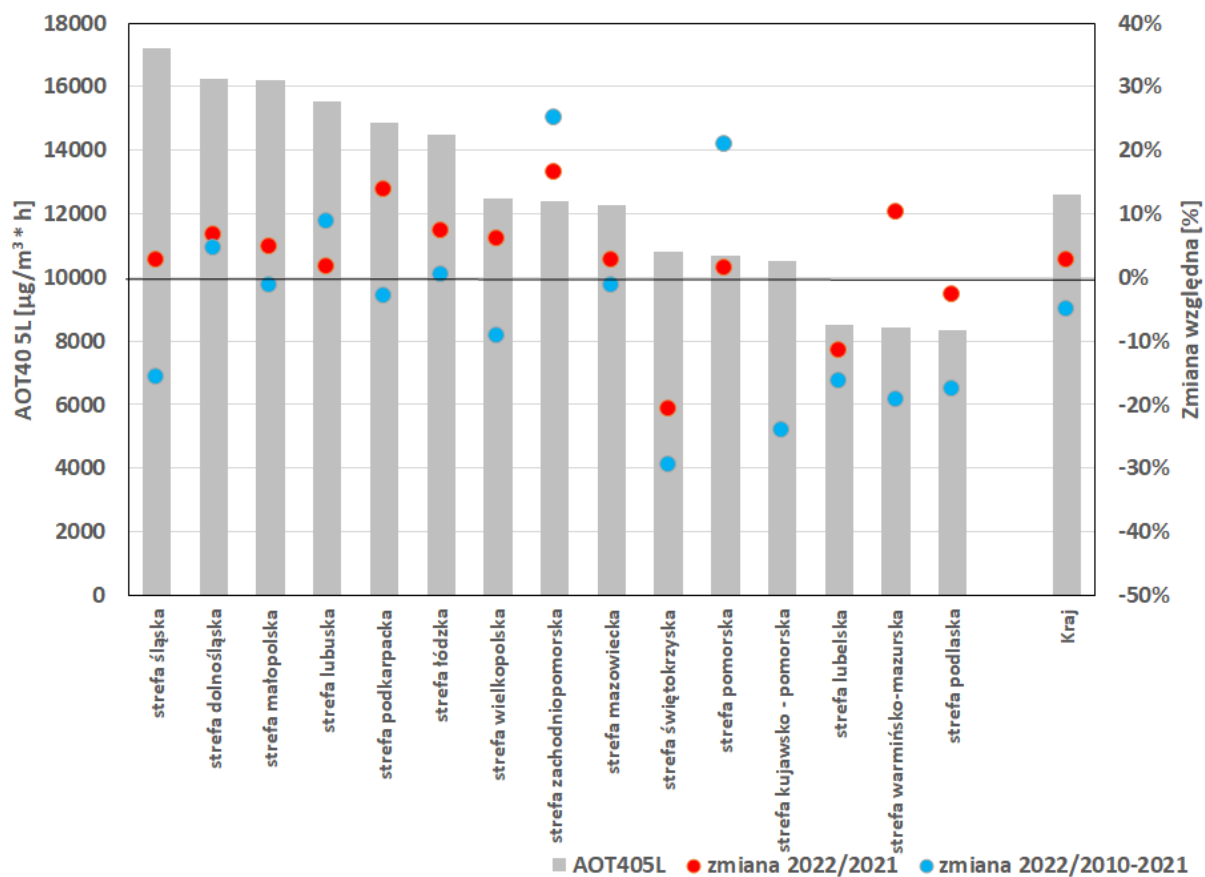
Rys. 12-14. Parametr AOT40 dla ozonu O_3 w 2022 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2021

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 2022 roku $12593 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$. Różnice pomiędzy wartościami AOT40 z 5 lat pomiędzy strefami 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 śląskiej, zaś najniższe (niewiele powyżej $8000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$) w strefach lubelskiej, podlaskiej i warmińsko-mazurskiej (Rys. 12-15, Tab. 12-13). W przypadku 11 stref z 14 analizowanych zanotowano wzrost wartości AOT40, największy, ponad 16%, strefie zachodniopomorskiej. Na obszarze 3 stref (świętokrzyskiej, lubelskiej i podlaskiej) wartości tego parametru były niższe od notowanych rok wcześniej (przy najwyższym spadku o ponad 20% w strefie świętokrzyskiej) (Rys. 12-15, Tab. 12-13).

Analizując uśrednione z 5 lat wartości parametru AOT40 w 2022 roku z uzyskaną średnią z okresu 2010-2021 można zauważyć spadek stężeń O_3 w 2022 roku na obszarach 10 z 15 rozważanych stref. Najbardziej widoczne spadki (przekraczające 20%) dotyczyły stref świętokrzyskiej i kujawsko-pomorskiej. Obserwowane wzrosty dotyczyły 4 stref – najwyższy, obserwowany na poziomie ponad 25% - w strefie zachodniopomorskiej. W strefie łódzkiej zmiana wyniosła zaledwie 0,5% (Rys. 12-15 i Tab. 12-13).

Przekroczenie uśrednionego z 5 lat parametru AOT40 wystąpiło na jednej stacji w Polsce – w województwie dolnośląskim (Tab. 12-13).



Rys. 12-15. Uśredniony z 5 lat parametr AOT40 dla ozonu O_3 w 2022 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2021

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

Tab. 12-12. Parametry jakości powietrza dla ozonu O_3 w 2022 r. (AOT40)

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

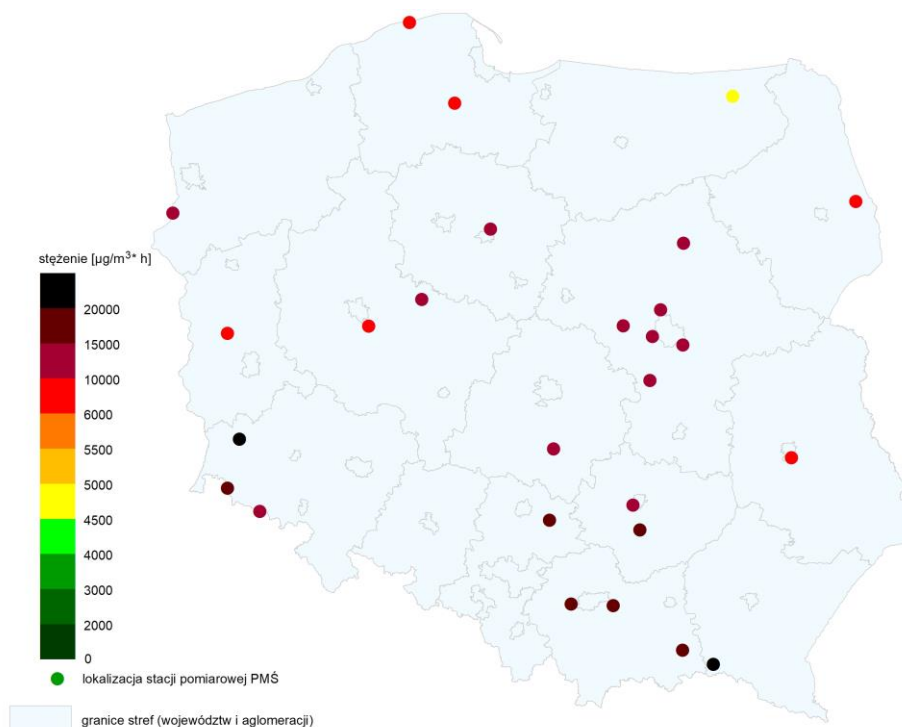
Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$]			Zmiana względna AOT40 [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z AOT40 > 6 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	Min.	Śred.	Maks.	2022/2021	2022 / 2010-2021
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	3	3	10859	17363	22939	63,5%	15,4%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	1	1	10914	10914	10914		-19,3%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	2	1	4431	6996	9561	-33,8%	-27,9%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	1	1	9308	9308	9308	-33,4%	-39,7%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1	1	12375	12375	12375	-8,0%	-13,2%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	3	3	17043	18192	19216	20,1%	16,7%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6	6	10699	11723	13057	-13,6%	-0,4%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	1	1	20669	20669	20669	84,0%	58,3%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1	1	6449	6449	6449	-23,0%	-29,8%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	2	2	6829	6901	6973	-66,8%	-30,1%
śląskie	PL2405	strefa śląska	1	1	18123	18123	18123	6,7%	-2,3%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	2	2	10152	14533	18914	8,7%	10,1%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	1	0	4802	4802	4802	-31,5%	-46,5%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	2	2	8652	11617	14582	-3,8%	-7,1%
Kraj			28	26	4431	12297	22939	2,6%	-5,0%

Tab. 12-13. Parametry jakości powietrza dla ozonu O₃ w 2022 r. (AOT40 z 5 lat)

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.	2022/2021	2022 / 2010-2021
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	3	1	11977	16257	19116	6,6%	4,7%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	1	0	10498	10498	10498		-24,0%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	2	0	5755	8493	11231	-11,6%	-16,4%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	1	0	15523	15523	15523	1,7%	8,7%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1	0	14485	14485	14485	7,3%	0,5%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	3	0	15535	16186	16939	4,7%	-1,2%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6	0	10210	12273	15695	2,7%	-1,3%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	1	0	14881	14881	14881	13,7%	-2,9%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1	0	8319	8319	8319	-2,8%	-17,5%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	2	0	10011	10663	11314	1,5%	20,9%
śląskie	PL2405	strefa śląska	1	0	17207	17207	17207	2,7%	-15,6%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	2	0	8832	10803	12773	-20,7%	-29,5%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	1	0	8425	8425	8425	10,2%	-19,2%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	2	0	10651	12499	14346	6,1%	-9,3%
Kraj			28	1	5755	12593	19116	2,7%	-5,2%

Rozkład przestrzenny AOT40 dla ozonu na poszczególnych stacjach w roku 2022 wskazuje na niewielkie zróżnicowanie wartości na stacjach PMŚ. Najniższe wartości obserwowane były generalnie na północy i wschodzie kraju. W pozostałych częściach kraju obserwowano wyższe wartości AOT40 (Rys. 12-16).

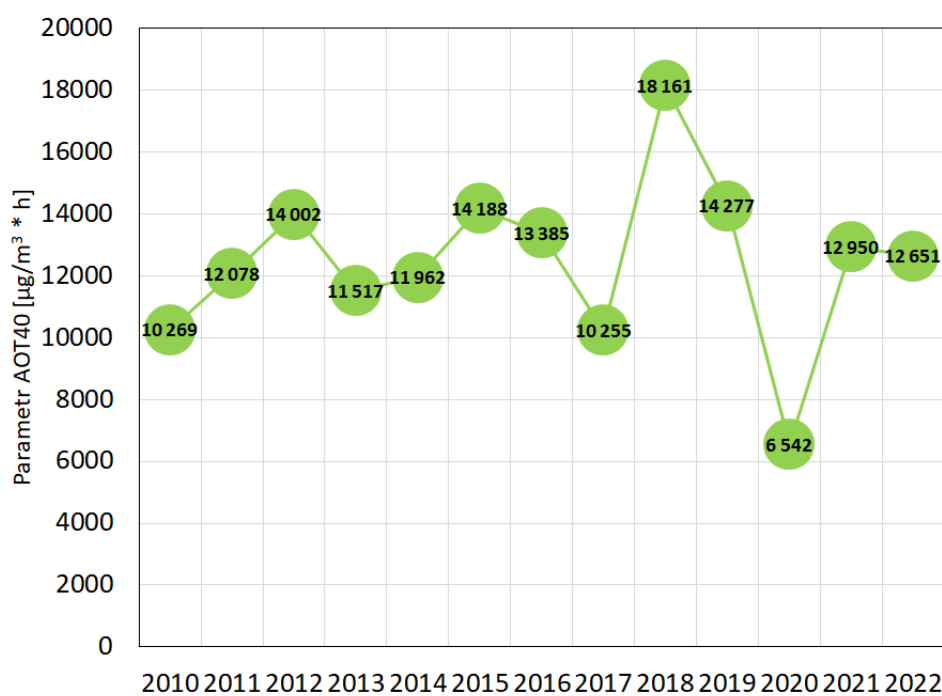


Rys. 12-16. Parametr AOT40 dla ozonu O_3 na stacjach pomiarowych w 2022 r.

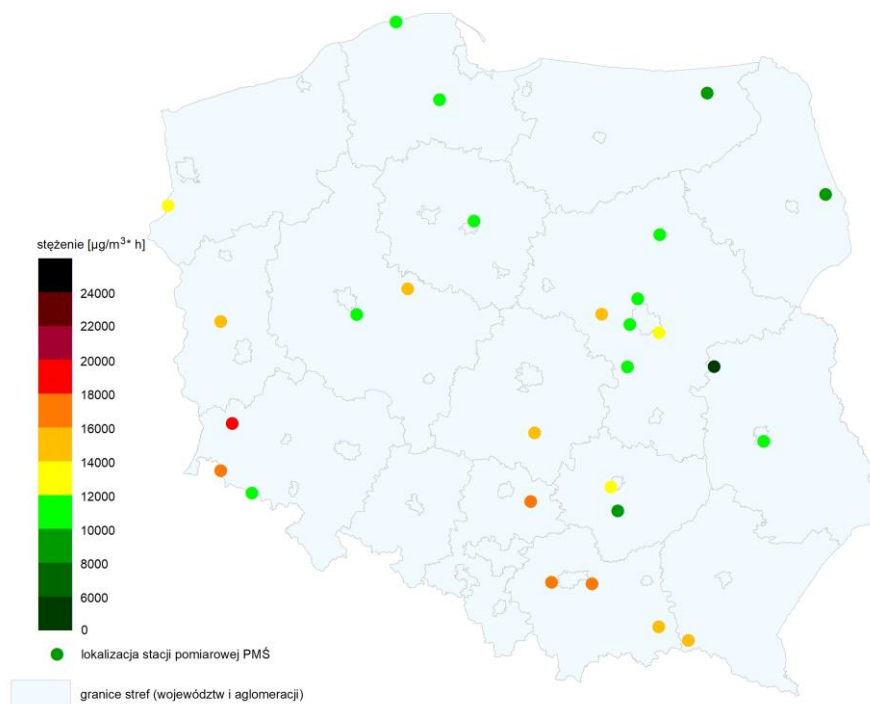
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Analiza zmian AOT40 w okresie 2010-2021 wskazała zauważalną tendencję rosnącą (zaburzoną nieco w latach 2013 i 2014) aż do roku 2017, gdy nastąpił duży spadek. W latach 2018-2019 miał miejsce znaczny wzrost parametru AOT40 (do wartości maksymalnych w wieloleciu), a w 2020 roku odnotowano jego spadek do wartości minimalnej (blisko 3 razy mniejszej od maksymalnej z roku 2018). W latach 2021 i 2022 wartości AOT40 utrzymały się na średnim poziomie (Rys. 12-15). 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, zaś od roku 2017 już na ponad 20 (od 21 do 28 w zależności od roku), co może mieć wpływ na uzyskane zmiany wyników w czasie.

Rozkład przestrzenny uśrednionego AOT40 dla ozonu z 5 lat na poszczególnych stacjach w roku 2022 wskazuje na podobne zależności, jak w przypadku parametru AOT z 2022 roku – wyższe wartości na południu i południowym zachodzie, a niższe na północy i wschodzie (Rys. 12-18).



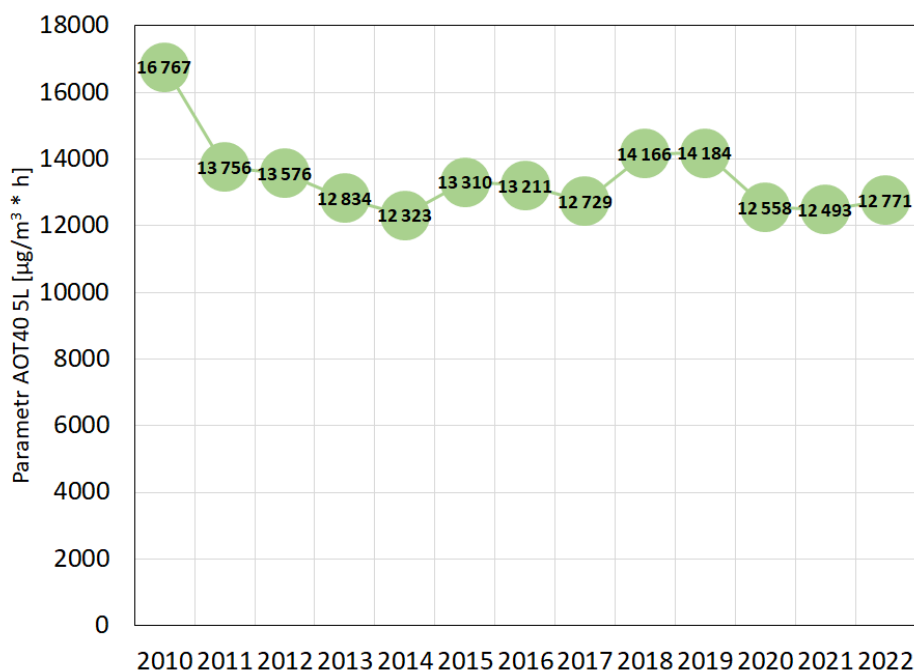
Rys. 12-17. Zmiany parametru AOT40 dla ozonu O_3 w Polsce w okresie 2010-2022
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 12-18. 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 AOT40 w okresie 2010-2022 wykazują spadek wartości tego parametru do 2014 roku, a następnie wzrost do 2019 roku. W ciągu ostatnich 3 lat (2020-2022) wartości parametru AOT40 praktycznie pozostały na niezmiennym poziomie.

Amplituda średniej wartości AOT40 z 5 lat w okresie 2010-2022 była znacznie niższa od obserwowanej w przypadku rocznego AOT40 i wyniosła 4444 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ (Rys. 12-19).



Rys. 12-19. Zmiany uśrednionego z 5 lat parametru AOT40 dla ozonu O_3 w Polsce w okresie 2010-2022

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 2022 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2022. Ocenę wykonano w odniesieniu do określonych prawem 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 stężenia	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.

Analizę zanieczyszczenia powietrza NO₂ dla roku 2022 wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 137 stanowisk pomiarowych, w tym 16 stanowisk komunikacyjnych, 87 tła miejskiego, 12 podmiejskich i 22 pozamiejskich (Rys. 13-1).



Rys. 13-1. Stacje pomiarowe dwutlenku azotu NO₂ w 2022 r. uwzględnione w ocenie

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

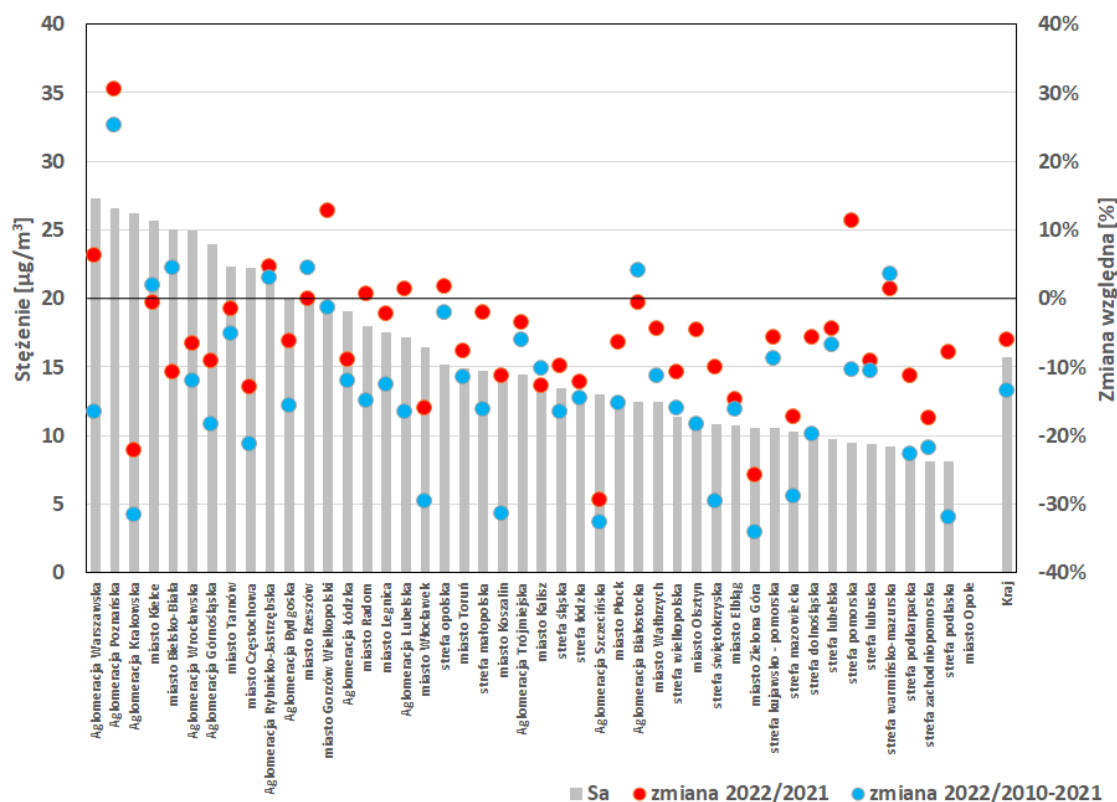
13.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W poniższym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla dwutlenku azotu (NO_2) w roku 2022 w zakresie stężeń odniesionych do poziomów dopuszczalnych określonych dla krótko (1-godz.) i długookresowego (rok) narażenia. Analizę wykonano dla kraju oraz poszczególnych stref 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 2022 roku wyniosło $15,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Największe wartości Sa , przekraczające $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, odnotowano w Aglomeracjach Warszawskiej, Poznańskiej i Krakowskiej oraz w mieście Kielce, zaś najmniejsze (poniżej $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) w strefie podlaskiej i zachodniopomorskiej (Rys. 13-2, Tab. 13-2). W 35 strefach na 45 analizowanych (w strefie miasto Opole nie prowadzono pomiarów NO_2 w 2022 roku) zanotowano spadek stężeń Sa w stosunku do wartości z poprzedniego roku, największy w Aglomeracji Szczecińskiej (blisko 30%). W 1 strefie stężenie Sa praktycznie się nie zmieniło z roku na rok (strefa miasto Rzeszów), zaś w pozostałych 9 stężenia wzrosły; najbardziej widoczne wzrosty (powyżej 10%) dotyczyły Aglomeracji Poznańskiej (wzrost o 30%), miasta Gorzów Wielkopolski i strefy pomorskiej.

Odnosząc wartości stężeń średnich rocznych z 2022 roku do średnich z okresu 2010-2021 zauważalny jest spadek stężeń NO_2 na obszarze 38 z 45 analizowanych stref, w szczególności widoczny dla miasta Zielona Góra, Aglomeracji Szczecińskiej, strefy podlaskiej, Aglomeracji Krakowskiej i Koszalina (spadek powyżej 30%). Wzrost stężeń w stosunku do okresu 2010-2021 wystąpił dla 7 stref, największy dla Aglomeracji Poznańskiej (o 25%, podczas gdy w pozostałych 6 strefach nie przekroczył 5%) (Rys. 13-2 i Tab. 13-2).

Przekroczenie standardu jakości powietrza tj. poziomu dopuszczalnego dla stężeń średnich rocznych, zanotowano na 3 stanowiskach zlokalizowanych w pobliżu dróg, tj. na stanowiskach komunikacyjnych w Aglomeracjach Wrocławskiej, Warszawskiej i Górnośląskiej (Tab. 13-2).



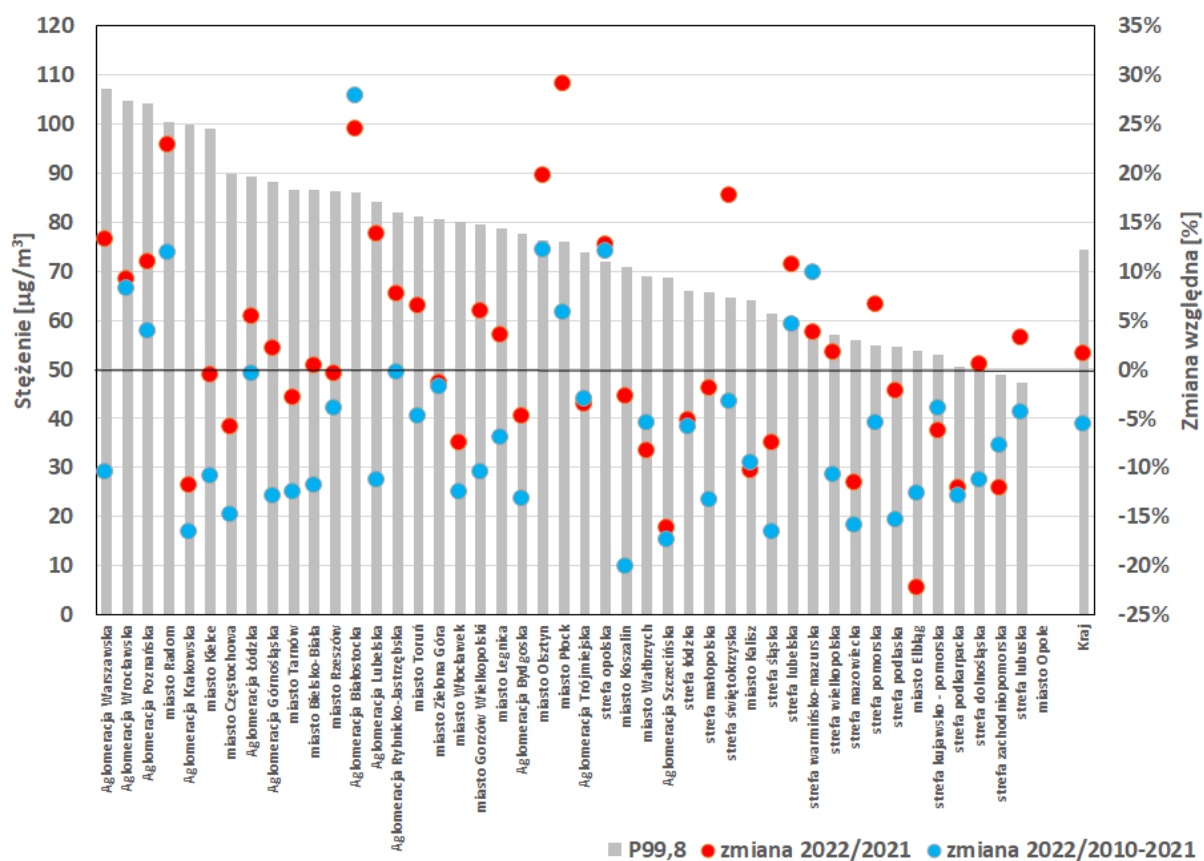
Rys. 13-2. Stężenie średnie roczne NO₂ w 2022 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2021

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

Uśredniona wartość percentyla 99,8 ze stężeń 1-godz. NO₂ na obszarze kraju z wartości uzyskanych w poszczególnych strefach wyniosła w 2022 roku 74,3 µg/m³. Różnice pomiędzy strefami były znaczne. Największe wartości średnie percentyla 99,8, przekraczające 100 µg/m³, odnotowano w Aglomeracjach Warszawskiej, Wrocławskiej, Poznańskiej i w mieście Radom, zaś najniższe (poniżej 50 µg/m³) w strefach lubuskiej i zachodniopomorskiej (Rys. 13-2, Tab. 13-3). W przypadku 21 stref na 45 analizowanych (w strefie miasto Opole nie prowadzono pomiarów NO₂ w 2022 roku) zanotowano spadek wartości percentyla 99,8, największy (przekraczający 15%) w Elblągu oraz w Aglomeracji Szczecińskiej. Na obszarze 3 stref (miasto Rzeszów, Bielsko-Biała i strefa dolnośląska) stężenia tego parametru praktycznie się nie zmieniły. W przypadku pozostałych 21 stref, stężenia percentyla 99,8 wzrosły, najwięcej (ponad 20%) w Radomiu, Aglomeracji Białostockiej i Płocku.

Analiza zmian wartości percentyla 99,8 w 2022 roku w stosunku do średniej uzyskanej z okresu 2010-2021 wskazuje na generalne spadki w 2022 roku. Taka sytuacja dotyczy 34 z 45 rozważanych stref. Najbardziej widoczne spadki (przekraczające 15%) dotyczyły m.in. miasta Koszalin, Aglomeracji Szczecińskiej oraz strefy śląskiej. Obserwowane wzrosty dotyczyły 9 stref, najwyższy (ponad 25%) wystąpił w Aglomeracji Białostockiej. W przypadku 2 stref, obserwowane w 2022 roku stężenia percentyla 99,8 były niemal na identycznym poziomie, jak średnia z wielolecia (Rys. 13-2 i Tab. 13-3).

Przekroczenie standardu jakości powietrza, tj. poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń 1-godz. NO₂ w roku 2022 nie wystąpiło na żadnym stanowisku (Tab. 13-3).



Rys. 13-3. Percentyl 99,8 ze stężeń 1-godz. dwutlenku azotu NO_2 w 2022 r. na tle zmian z roku na rok w stosunku do wielolecia 2010-2021

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

Tab. 13-2. Parametry jakości powietrza dla dwutlenku azotu NO₂ w 2022 r. (stężenie średnie roczne Sa)

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

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [µg/m ³]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa >40 µg/m ³	Min.	Śred.	Maks.	2022/2021	2022 / 2010-2021
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	3	1	12,4	24,9	43,8	-6,6%	-12,1%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		17,6	17,6	17,6	-2,4%	-12,6%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		12,5	12,5	12,5	-4,4%	-11,3%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	6		4,2	9,8	13,6	-5,8%	-19,9%
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	2		16,9	20,1	23,3	-6,3%	-15,6%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	2		13,1	14,9	16,7	-7,7%	-11,6%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	2		11,0	16,4	21,8	-16,1%	-29,5%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	7		4,3	10,5	15,1	-5,7%	-8,9%
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1		17,2	17,2	17,2	1,4%	-16,6%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	4		3,7	9,7	15,4	-4,4%	-6,8%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		19,4	19,4	19,4	12,6%	-1,5%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		10,6	10,6	10,6	-25,9%	-34,2%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	5		4,7	9,4	13,7	-9,1%	-10,6%
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	4		13,5	19,1	26,6	-9,1%	-12,1%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	6		8,1	13,2	16,8	-12,2%	-14,7%
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	3		21,3	26,3	28,9	-22,2%	-31,6%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	2		18,0	22,3	26,7	-1,6%	-5,2%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	7		4,9	14,7	21,6	-2,1%	-16,2%
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	3	1	20,2	27,3	41,2	6,1%	-16,6%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		12,6	12,6	12,6	-6,4%	-15,3%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		18,0	18,0	18,0	0,6%	-15,0%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6		4,1	10,3	18,1	-17,3%	-28,8%
opolskie	PL1601	miasto Opole							
opolskie	PL1602	strefa opolska	3		13,9	15,2	16,6	1,8%	-2,2%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	2		13,3	20,0	26,8	-0,1%	4,4%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	5		4,0	9,0	11,9	-11,3%	-22,8%
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1		12,5	12,5	12,5	-0,7%	4,0%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	4		2,7	8,1	11,4	-8,0%	-32,0%
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	6		9,2	14,5	17,3	-3,6%	-6,0%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	5		3,8	9,5	13,4	11,2%	-10,4%
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	6	1	18,3	24,0	46,2	-9,1%	-18,3%
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2		20,5	21,9	23,2	4,5%	2,9%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		25,0	25,0	25,0	-10,9%	4,4%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	2		13,7	22,2	30,7	-13,1%	-21,3%

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.	2022/2021	2022 / 2010-2021
śląskie	PL2405	strefa śląska	6		7,3	13,5	17,3	-10,0%	-16,5%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	2		22,0	25,7	29,3	-0,8%	1,9%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	2		7,1	10,9	14,6	-10,2%	-29,7%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		11,3	11,3	11,3	-4,7%	-18,5%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		10,7	10,7	10,7	-14,8%	-16,3%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	5		3,9	9,2	11,5	1,3%	3,5%
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	1		26,5	26,5	26,5	30,4%	25,2%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		13,8	13,8	13,8	-12,7%	-10,2%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	6		6,7	11,4	13,4	-10,8%	-16,0%
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	1		13,0	13,0	13,0	-29,4%	-32,6%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	2		10,9	14,6	18,3	-11,4%	-31,4%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	3		6,0	8,1	11,6	-17,5%	-21,8%
Kraj			137	3	2,7	15,7	46,2	-6,1%	-13,5%

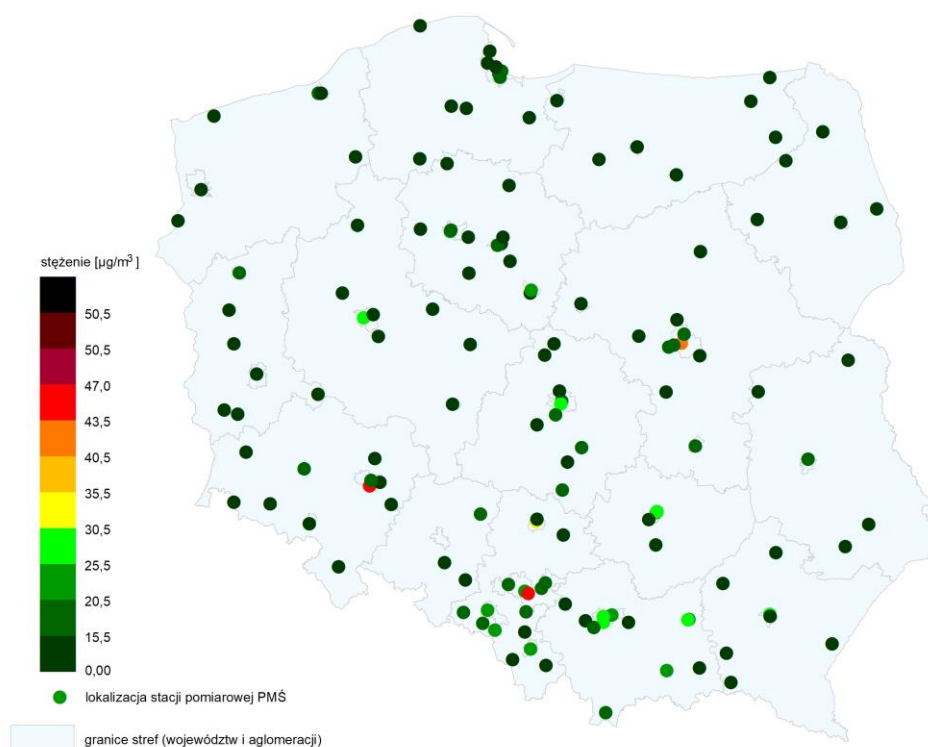
Tab. 13-3. Parametry jakości powietrza dla dwutlenku azotu NO₂ w 2022 r. (stężenie 1 godzinne, percentyl 99,8)

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 [%]	
				Min.	Śred.	Maks.	2022/2021	2022 / 2010-2021
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	3	72,0	104,7	140,0	9,1%	8,2%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1	78,7	78,7	78,7	3,4%	-7,0%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1	69,0	69,0	69,0	-8,3%	-5,5%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	6	23,0	50,3	73,5	0,5%	-11,3%
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	2	72,9	77,6	82,3	-4,9%	-13,2%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	2	75,1	81,2	87,2	6,5%	-4,8%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	2	79,9	80,0	80,0	-7,6%	-12,5%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	7	19,5	52,9	71,3	-6,4%	-4,0%
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1	84,1	84,1	84,1	13,8%	-11,4%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	3	24,7	60,6	88,1	10,6%	4,5%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1	79,6	79,6	79,6	5,9%	-10,4%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1	80,6	80,6	80,6	-1,4%	-1,8%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	5	9,4	47,3	66,9	3,2%	-4,4%
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	4	66,7	89,2	114,8	5,4%	-0,5%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	6	31,9	65,9	91,4	-5,2%	-5,9%
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	3	89,5	99,8	105,8	-11,8%	-16,5%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	2	82,7	86,5	90,4	-2,9%	-12,6%

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-] uwzględnionych w ocenie	Stężenie P99,8 [µg/m³]			Zmiana względna P99,8 [%]	
				Min.	Śred.	Maks.	2022/ 2021	2022 / 2010-2021
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	7	24,9	65,8	90,5	-1,9%	-13,3%
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	3	96,6	107,1	125,5	13,2%	-10,5%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1	76,0	76,0	76,0	29,1%	5,8%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1	100,4	100,4	100,4	22,8%	11,8%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6	25,1	56,0	101,0	-11,6%	-15,9%
opolskie	PL1601	miasto Opole						
opolskie	PL1602	strefa opolska	3	60,7	72,0	77,8	12,7%	12,0%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	2	81,3	86,4	91,4	-0,4%	-4,1%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	5	19,7	50,5	68,7	-12,2%	-12,9%
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1	86,0	86,0	86,0	24,5%	27,8%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	4	14,8	54,7	75,1	-2,3%	-15,3%
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	6	50,3	73,8	87,1	-3,6%	-3,0%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	4	25,1	54,9	78,1	6,5%	-5,6%
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	6	69,3	88,3	122,0	2,1%	-13,0%
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2	74,7	82,0	89,3	7,6%	-0,3%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1	86,5	86,5	86,5	0,4%	-11,8%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	2	67,9	89,8	111,7	-5,9%	-14,9%
śląskie	PL2405	strefa śląska	6	35,5	61,3	73,4	-7,5%	-16,7%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	2	94,3	99,1	103,9	-0,6%	-10,9%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	2	48,0	64,5	81,0	17,7%	-3,3%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1	76,3	76,3	76,3	19,7%	12,2%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1	53,7	53,7	53,7	-22,3%	-12,6%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	5	18,8	58,1	77,4	3,7%	9,8%
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	1	104,1	104,1	104,1	10,9%	3,9%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1	64,2	64,2	64,2	-10,4%	-9,5%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	6	29,3	57,2	73,0	1,7%	-10,8%
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	1	68,6	68,6	68,6	-16,2%	-17,5%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	2	59,1	70,9	82,8	-2,7%	-20,1%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	3	30,3	49,0	70,8	-12,2%	-7,8%
Kraj			135	9,4	74,3	140,0	1,6%	-5,7%

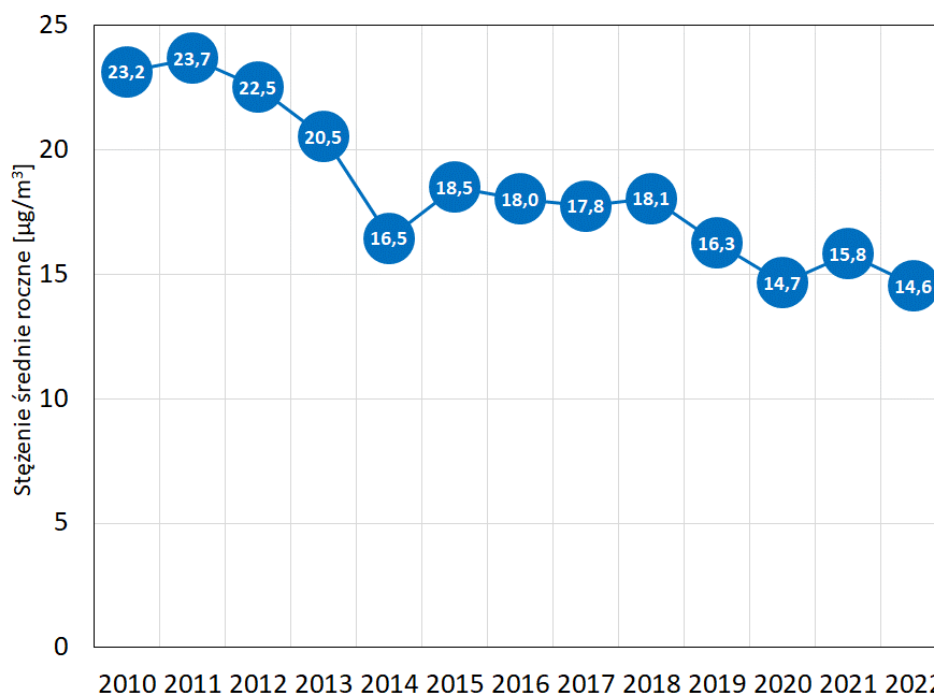
Rozkład przestrzenny stężeń średnich rocznych NO₂ na poszczególnych stacjach pomiarowych w roku 2022 wskazuje na generalnie niskie wartości. Najwyższe stężenia obserwowane były na stacjach komunikacyjnych zlokalizowanych w dużych miastach (Rys. 13-2 i 13-4).



Rys. 13-4. Stężenie średnie roczne dwutlenku azotu NO₂ na stacjach pomiarowych w 2022 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Analiza zmian stężeń średnich rocznych NO₂ w okresie 2010-2022 wskazuje na zauważalną tendencję spadkową w latach 2010-2014, niewielki wzrost w roku 2015, następnie nieznaczną tendencję spadkową w latach 2018- 2020 i niewielkie zmiany w ostatnich latach (Rys. 13-5). Amplituda stężeń średnich rocznych w rozważanym okresie 2010-2022 wyniosła 9,1 µg/m³. Należy zaznaczyć, że w latach 2010-2013 pomiary NO₂ były prowadzone na od 31 do 32 stacji w kraju, przy znacznym wzroście od roku 2014 do chwili obecnej (ze 122 w roku 2015, poprzez 149 w 2019 do 137 w 2022 roku), co może mieć wpływ na uzyskane wyniki zmian w czasie.

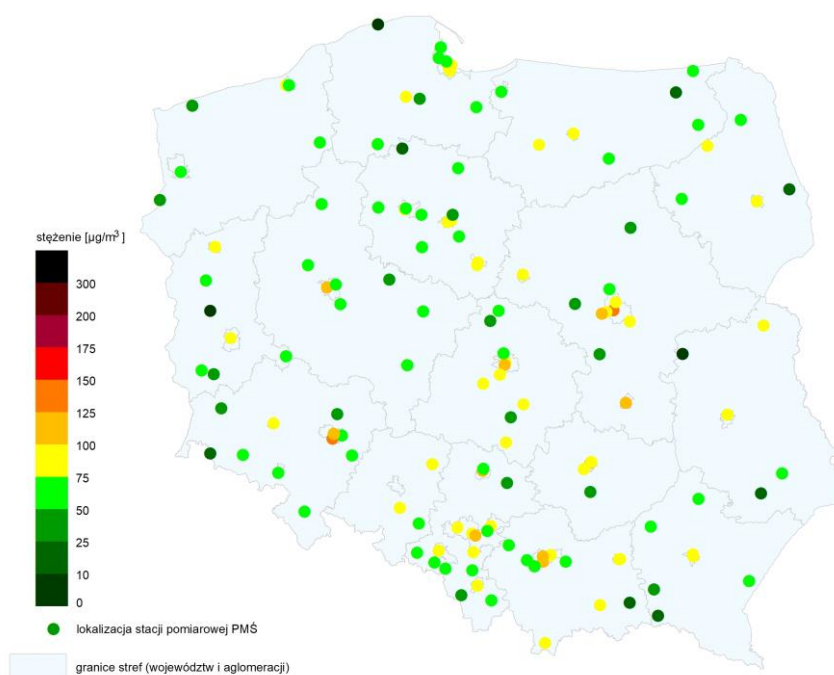
Najwyższe stężenia średnie roczne NO₂ były notowane na stacjach komunikacyjnych, zaś najniższe na pozamiejskich. Stężenia średnie roczne na stacjach miejskich i podmiejskich były zbliżone, co szczególnie zauważalne jest w ostatnich latach. Podobne zależności obserwowano w całym analizowanym okresie (Tab.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



Rys. 13-5. Zmiany stężeń średnich rocznych dwutlenku azotu NO₂ w Polsce w okresie 2010-2022
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

Tab. 13-4. Zmiany stężeń średnich rocznych NO₂ w latach 2010-2022 z uwzględnieniem typów stacji
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

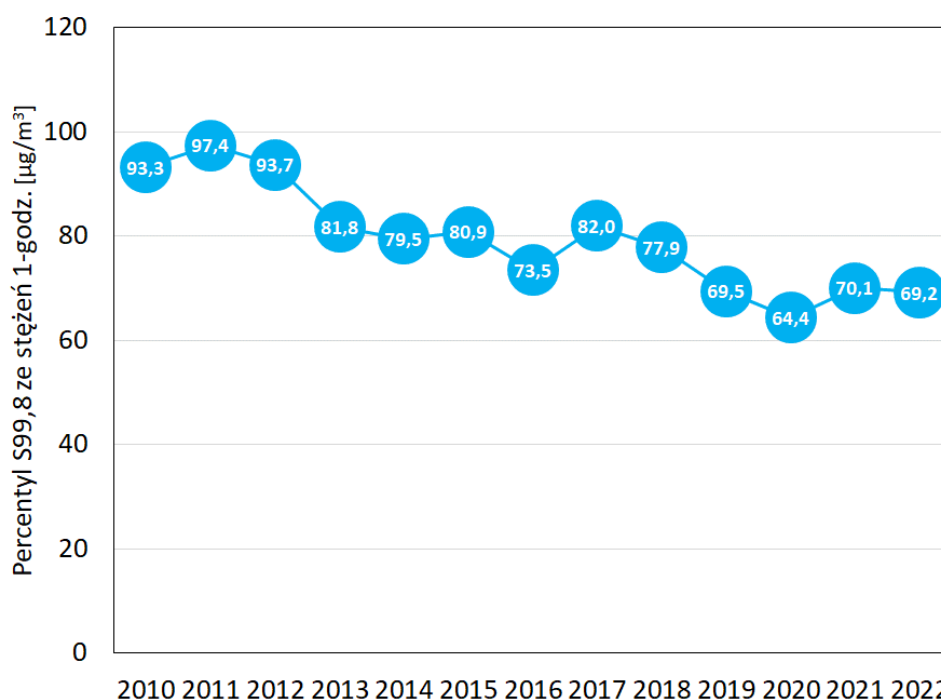
Typ stacji	Stężenie Sa [µg/m³]												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
komunikacyjna	46,4	52,8	45,4	38,0	38,7	38,1	37,4	35,4	35,6	33,4	28,5	30,7	27,7
miejska	23,5	22,7	22,4	20,1	17,8	17,9	17,4	17,4	17,8	15,7	14,5	15,5	14,6
podmiejska	19,0	16,7	16,6	13,8	13,3	13,9	14,4	14,6	15,3	13,6	12,3	14,2	12,6
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



Rys. 13-6. Percentyl 99,8 ze stężeń 1-godz. dwutlenku azotu NO₂ na stacjach pomiarowych w 2022 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

Rozkład przestrzenny percentyla 99,8 na poszczególnych stacjach w roku 2022 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. 13-3, Rys. 13-6).

Zmiany wartości percentyla 99,8 NO₂ w okresie 2010-2022 wykazywały podobne zależności jak w przypadku stężeń średnich rocznych (Rys. 13-7). Amplituda percentyla 99,8 w okresie 2010-2022 wyniosła 33,1 µg/m³ przy zmienności liczby stacji jak opisano przy ocenie stężeń średnich rocznych, z generalną tendencją spadkową. 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).



Rys. 13-7. Zmiany Percentyla S99,8 ze stężeń 1-godz. dwutlenku azotu NO₂ w Polsce w okresie 2010-2022

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

Tab. 13-5. Zmiany percentyla S99,8 ze stężeń 1-godz. dwutlenku azotu NO₂ w latach 2010-2022 z uwzględnieniem typów stacji

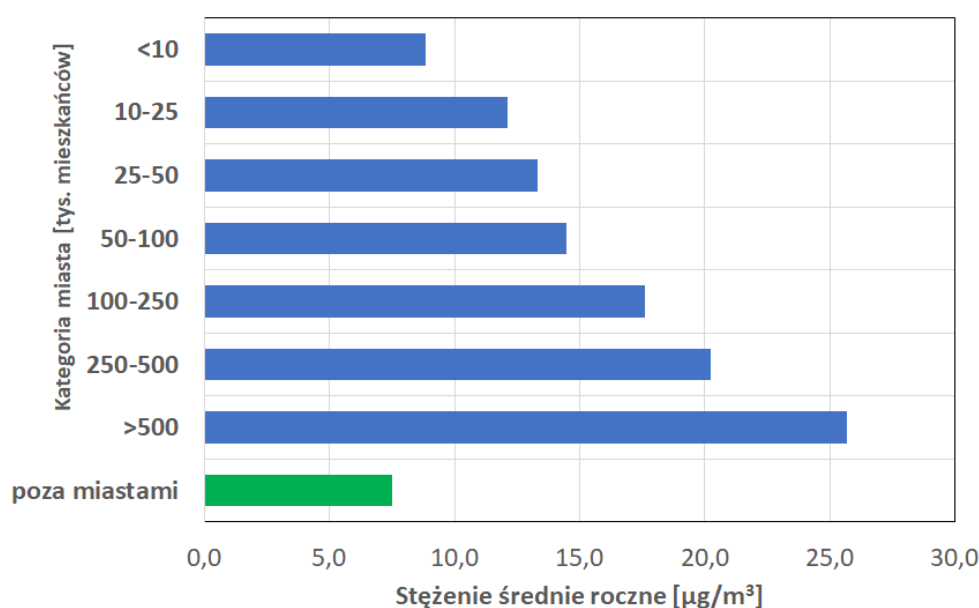
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Stężenie P99,8 [µg/m³]												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
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
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
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
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

13.2. Jakość powietrza w miastach

Przeprowadzona analiza różnic uśrednionych stężeń średnich rocznych NO₂ dla miast w poszczególnych kategoriach liczebności populacji w 2022 roku wykazała, że najwyższe wartości obserwuje się w miastach o najwyższej liczbie mieszkańców (powyżej 500 tys.), stopniowo malejące w miarę spadku liczby mieszkańców miast i osiągające najniższe wartości na obszarach poza miastami (Rys. 13-8).

Średnie stężenia roczne dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2022, jak wartości uśrednione dla 2022 roku, przy czym stężenia dla obszarów pozamiejskich i małych miast (z liczbą mieszkańców poniżej 10 tys.) są do siebie bardzo zbliżone (Tab. 13-6).



Rys. 13-8. Średnie roczne stężenia dwutlenku azotu NO₂ w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2022 r.

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

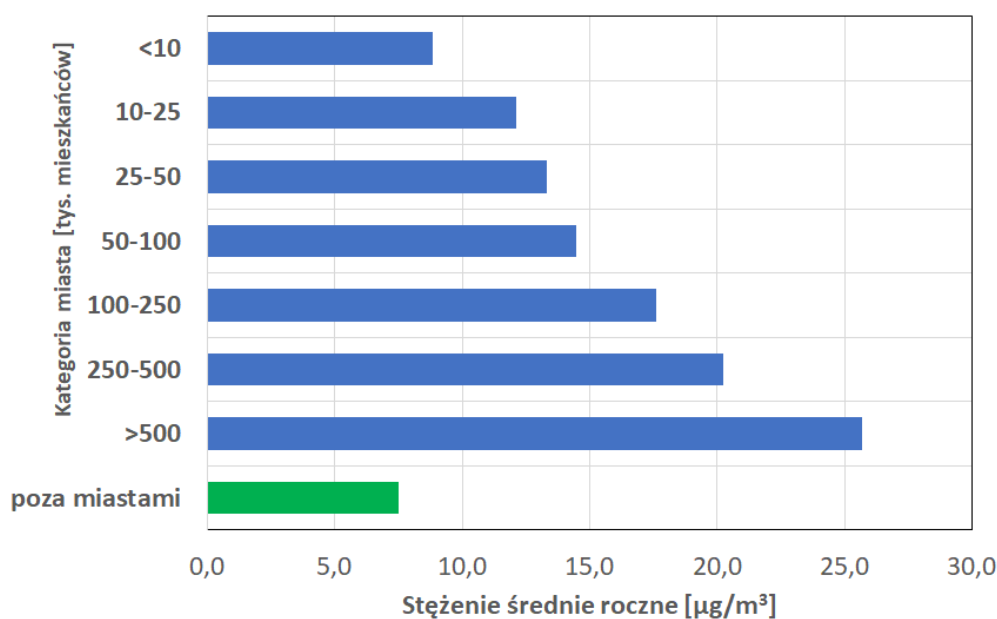
Tab. 13-6. Zmiany średnich rocznych stężeń dwutlenku azotu NO₂ w latach 2010-2022 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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
>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
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
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
50-100	16,8	17,0	20,5	16,0	16,2	16,4	16,0	16,2	16,6	14,7	13,7	14,7	14,5
25-50	24,1	20,9	20,0	19,4	15,8	15,9	15,8	15,6	15,6	14,0	13,5	14,0	13,3
10-25	21,5	21,7	16,9	14,9	16,3	14,5	14,2	15,5	15,8	13,0	11,9	13,0	12,1
<10			16,2	13,8	11,8	9,7	9,6	8,1	8,2	9,6	8,4	9,5	8,9
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

Podobne wyniki i zależności uzyskano również w przypadku 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).

Podobne zależności zaobserwowano również w przypadku zmienności stężeń w okresie 2010-2022, przy zachowaniu widocznych różnic pomiędzy obszarami pozamiejskimi i miastami w kategoriach wynikających z liczby mieszkańców (Tab. 13-6).



Rys. 13-9. Percentyl 99,8 ze stężeń 1-godz. dwutlenku azotu NO₂ w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2022 r.

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

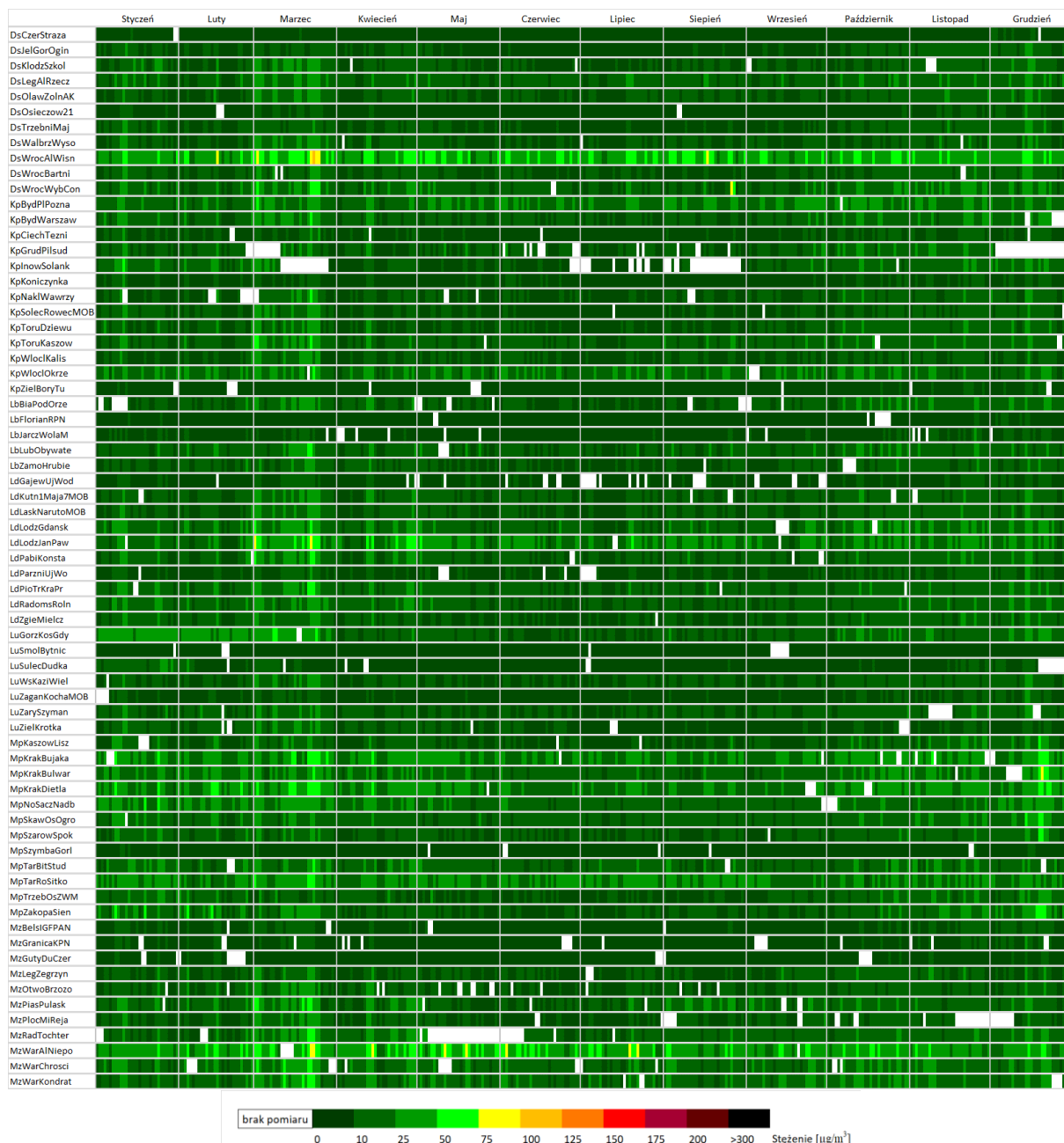
Tab. 13-7. Zmiany percentyla 99,8 z ze stężeń 1-godz. dwutlenku azotu NO₂ w latach 2010-2022 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

Kategoria miasta	Stężenie percentyla 99,8 [µg/m³]												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
>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
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
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
50-100	77,7	81,8	92,6	72,7	81,1	77,6	70,8	78,8	76,3	68,3	63,5	69,3	71,0
25-50	102,1	91,2	88,5	81,1	70,3	74,8	70,8	78,5	75,6	65,8	64,7	69,5	68,9
10-25	90,2	98,6	88,4	72,5	69,1	65,6	60,8	74,3	71,6	59,3	54,9	61,9	64,7
<10			72,3	58,3	60,3	53,7	47,2	62,3	44,3	55,4	45,5	48,3	59,3
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

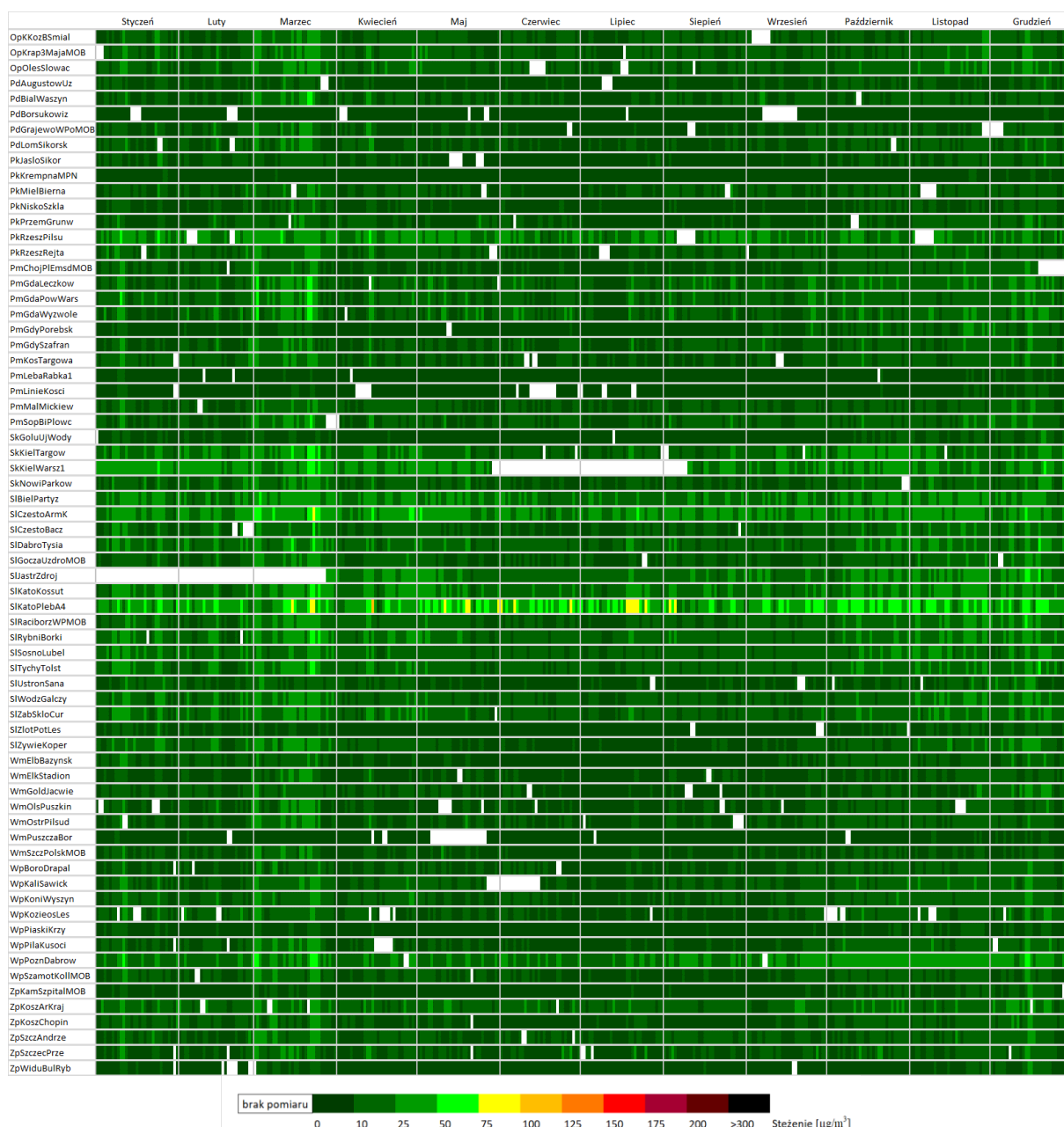
13.3. Epizody wysokich stężeń

Na rysunku 13-10 pokazano przebieg dobowych stężeń NO₂ w 2022 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. Miejsce puste (kolor biały) oznacza, że dla tego dnia brak wyników pomiaru.



Rys. 13-10. Zmiany średnich dobowych stężeń dwutlenku azotu NO₂ w 2022 r. (cz. 1)

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



Rys. 13-10. Zmiany średnich dobowych stężeń dwutlenku azotu (NO_2) w 2022 r. (cz. 2)

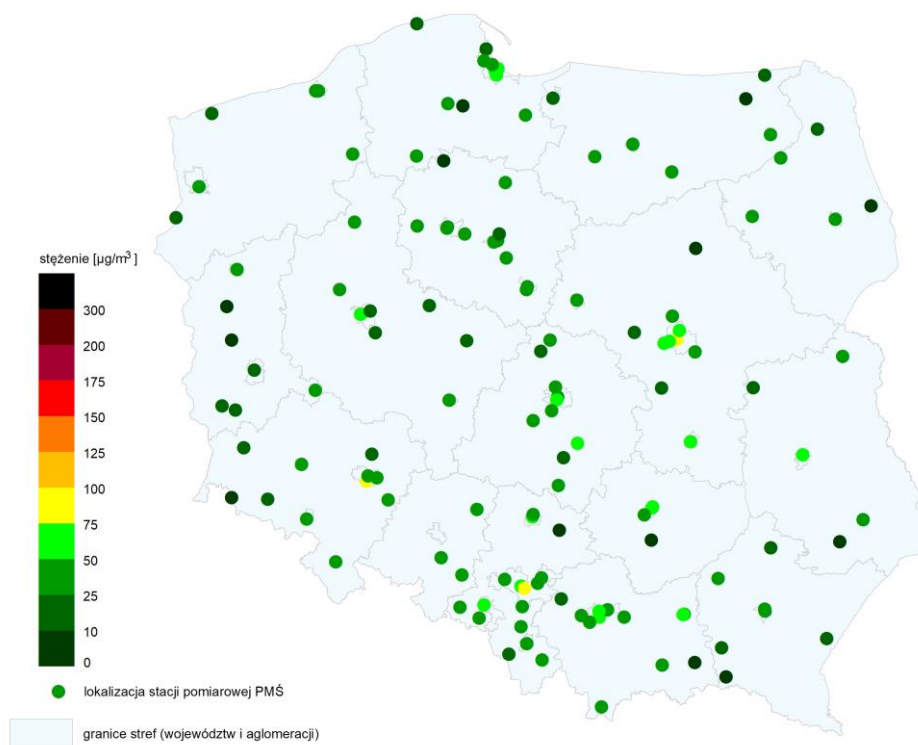
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Analiza rozkładów stężeń średnich dobowych NO_2 wykazała, że w 2022 roku wystąpił jeden epizod wysokich stężeń (Rys 13-10). Przekroczenie o 200% średniego stężenia dobowego w skali kraju zanotowano w okresie 3 dni od 21 do 23 marca 2022 roku, kiedy to na 83 stacjach przekroczona została wartość uznana za próg wynosząca $29,08 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Zróżnicowanie przestrzenne uśrednionych wartości w ciągu tych 3 dni było znaczne, o czym świadczą wartości minimalne i maksymalne (Tab. 13-8, Rys. 13-11). Epizod zauważalny był głównie w dużych miastach, szczególnie w aglomeracjach, które charakteryzują się wysokim poziomem stężeń NO_2 .

Tab. 13-8. Charakterystyka epizodu wysokich stężeń dwutlenku azotu NO₂ w 2022 roku

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

Epizod			Stężenie S24 podczas epizodu [µg/m ³]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu (29,1 µg/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2022-03-21 do 2022-03-23	3	83	1,55	33,71	100,82



Rys. 13-11. Stężenia średnie dwutlenku azotu NO₂ w okresie epizodu wysokich stężeń (21-23.03.2022)

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

Na żadnym stanowisku pomiarowym w kraju w 2022 roku (podobnie jak w latach ubiegłych) nie stwierdzono przekroczeń poziomu alarmowego NO₂.

14. Stężenia dwutlenku siarki SO₂

W niniejszym rozdziale przedstawiono podsumowanie wyników pomiarów stężeń dwutlenku siarki (SO₂) na stacjach PMS w Polsce w 2022 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2022. Ocenę wykonano w odniesieniu do określonych prawem 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.

Analizę zanieczyszczenia powietrza SO₂ dla roku 2022 wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 98 stanowisk pomiarowych, w tym 2 komunikacyjnych, 73 tła miejskiego, 5 podmiejskich i 18 pozamiejskich (Rys. 13-1).



Rys. 14-1. Stacje pomiarowe dwutlenku siarki SO₂ w 2022 r. uwzględnione w ocenie

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

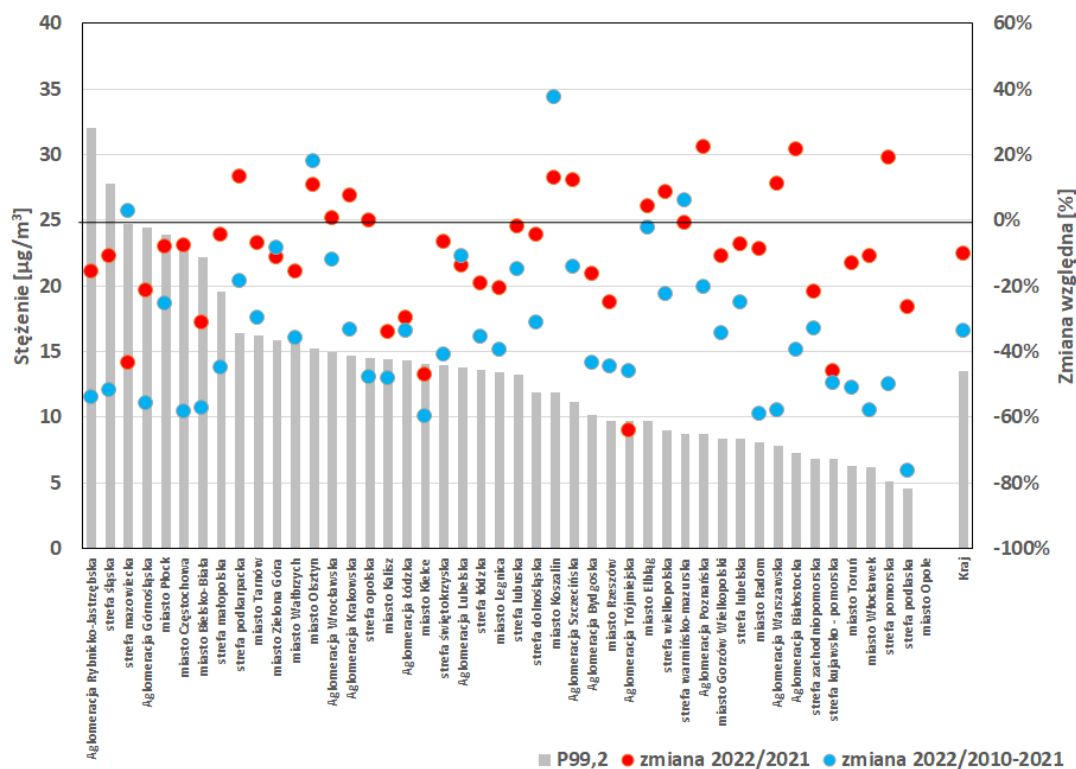
14.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla dwutlenku siarki (SO_2) w roku 2022 w zakresie stężeń odniesionych do poziomów dopuszczalnych określonych dla 1-godzinnego i dobowego narażenia. Analizę wykonano dla kraju oraz poszczególnych stref z uwzględnieniem zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2022. Przedstawione analizy zawierają również ocenę zmian oraz relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji i w miastach o różnej liczbie mieszkańców.

W 2022 roku stężenie średnie dobowe SO_2 definiowane percentylem 99,2 uśrednione na obszarze kraju z wartości średnich dla stref wyniosło $13,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, zaś średnie roczne $4,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Największe wartości percentyla 99,2 przekraczające $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ odnotowano w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej oraz w strefie śląskiej, zaś najmniejsze (poniżej $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) w strefie podlaskiej (Rys. 14-2, Tab. 14-2). W 34 strefach na 45 analizowanych (w strefie miasto Opole nie prowadzono pomiarów SO_2 w 2022 roku) zanotowano spadek stężeń percentyla 99,2 w stosunku do roku 2021, największy w Aglomeracji Trójmiejskiej (ponad 60%) oraz Kielcach, strefie kujawsko-pomorskiej i mazowieckiej (ponad 40%). W pozostałych 11 strefach z wyjątkiem Aglomeracji Wrocławskiej i strefy opolskiej, gdzie stężenia zmieniły się o mniej niż 0,5%), wartość percentyla 99,2 z roku na rok wzrosła, najbardziej zauważalnie (powyżej 20%) w Aglomeracji Poznańskiej i Aglomeracji Białostockiej.

Odnosząc wartości stężeń percentyla 99,2 z 2022 roku do średnich z okresu 2010-2021 zauważalny jest spadek stężeń na obszarach 41 z 45 analizowanych stref. Na uwagę zasługuje w szczególności spadek wynoszący ponad 75% dla strefy podlaskiej oraz ponad 55% dla Aglomeracji Górnośląskiej, miasta Bielsko-Biała, Aglomeracji Warszawskiej oraz miast Włocławek, Częstochowa, Radom i Kielce. Wzrost stężeń w 2022 roku w stosunku do średnich z okresu 2010-2021 wystąpił dla 4 stref, największy ponad 37% dla strefy miasto Koszalin (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 dwukrotnie (2 dni) w strefie mazowieckiej, a zatem nie została przekroczona dopuszczalna częstość przekroczeń poziomu dopuszczalnego (Tab. 14-2).



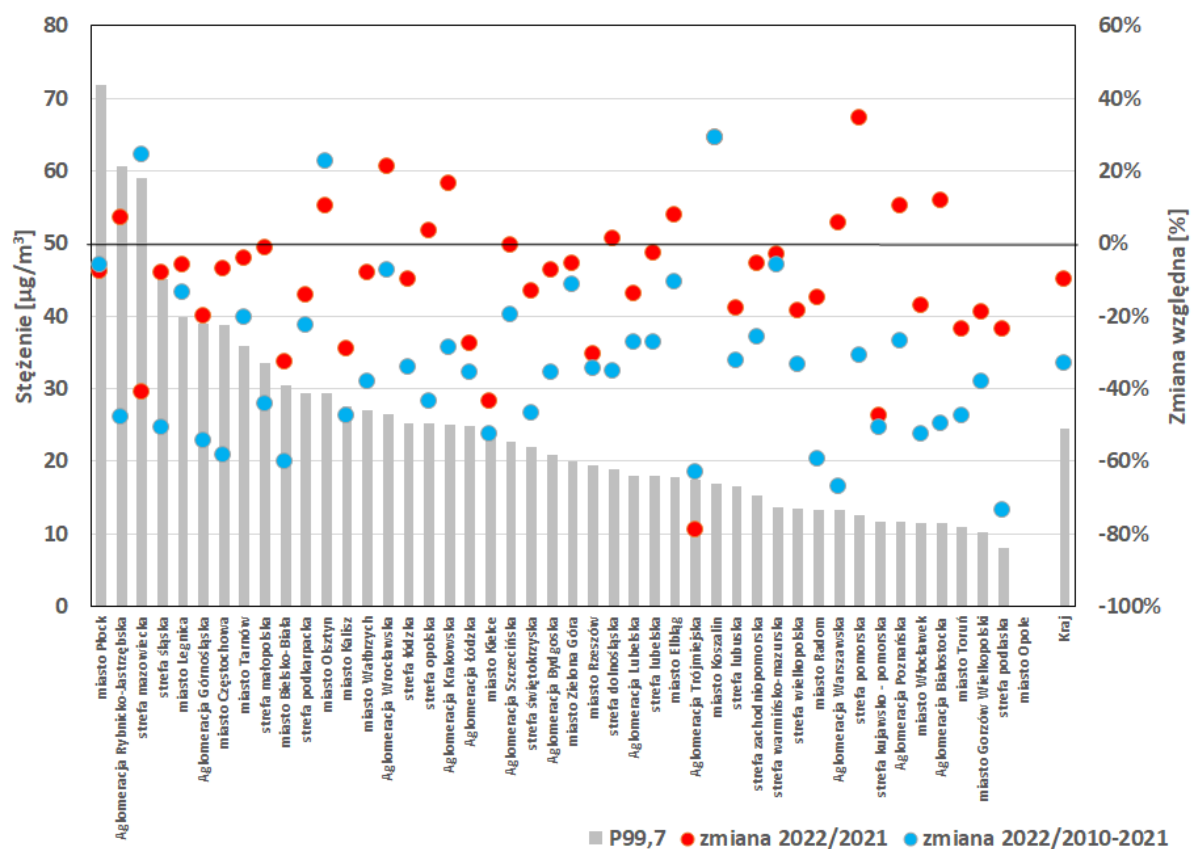
Rys. 14-2. Percentyl 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. SO_2 w 2022 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2021

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

W 2022 roku uśredniona wartość percentyla 99,7 ze stężeń 1-godz. dwutlenku siarki na obszarze kraju z wartości uzyskanych w poszczególnych strefach wyniosła $24,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Różnice pomiędzy strefami były znaczne. Największe wartości średnie percentyla 99,7 przekraczające $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, odnotowano w mieście Płock, zaś najniższe (poniżej $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) w strefie podlaskiej (Rys. 14-2, Tab. 14-3). W przypadku 33 stref na 45 analizowanych (w strefie miasto Opole w 2022 roku nie prowadzono pomiarów SO_2) zanotowano spadek wartości percentyla 99,7, największy (blisko 80%) w Aglomeracji Trójmiejskiej. Na obszarze 12 stref stężenia tego parametru wzrosły, najwięcej (około 30%) w strefie pomorskiej i w mieście Koszalin.

Analiza zmian wartości percentyla 99,7, w 2022 roku, w stosunku do średniej uzyskanej z okresu 2010-2021 wskazuje na dominujące spadki w 2022 roku. Taka sytuacja dotyczy 42 z 45 rozważanych stref. Najbardziej widoczne spadki (przekraczające 60%) dotyczyły miasta Bielsko-Biała, Aglomeracji Trójmiejskiej, Aglomeracji Warszawskiej oraz strefy podlaskiej. Obserwowane wzrosty dotyczyły zaledwie 3 stref: miasta Koszalin, strefy mazowieckiej oraz miasta Olsztyn i wyniosły ponad 20%. (Rys. 14-2 i Tab. 14-3).

W roku 2022 nie zanotowano przekroczenia standardu jakości powietrza określonego dla stężeń 1-godz. SO_2 . Obserwowana liczba przekroczeń poziomu dopuszczalnego w strefie mazowieckiej wyniosła 14 godzin i nie przekroczyła dopuszczalnej częstości przekroczeń (Tab. 14-3).



Rys. 14-3. Percentyl 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. dwutlenku siarki SO_2 w 2022 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2021

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

Tab. 14-2. Parametry jakości powietrza dla dwutlenku siarki SO₂ w 2022 r. (stężenie średnie dobowe, percentyl 99,2)

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.	2022/ 2021	2022 / 2010-2021	
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	5,3	1		14,9	14,9	14,9	0,4%	-12,1%	
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	5,5	1		13,5	13,5	13,5	-21,0%	-39,5%	
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	7,1	1		15,7	15,7	15,7	-15,7%	-36,1%	
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	5,4	2		10,7	11,9	13,1	-4,6%	-31,4%	
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	2,4	1		10,2	10,2	10,2	-16,4%	-43,6%	
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1,5	2		6,2	6,3	6,3	-13,3%	-51,1%	
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1,1	1		6,2	6,2	6,2	-11,1%	-57,9%	
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	1,8	4		5,1	6,8	10,7	-46,1%	-49,8%	
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	5,6	1		13,7	13,7	13,7	-14,0%	-11,3%	
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	3,1	4		4,2	8,4	14,7	-7,3%	-25,0%	
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	4,8	1		8,4	8,4	8,4	-11,2%	-34,5%	
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	7,2	1		15,9	15,9	15,9	-11,4%	-8,6%	
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	5,9	4		6,5	13,3	21,1	-1,9%	-15,2%	
łódzkie	PL1001	Aglomeracja łódzka	4,6	3		11,3	14,3	16,6	-29,9%	-33,7%	
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	4,3	4		7,9	13,6	20,8	-19,5%	-35,6%	
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	5,3	2		13,5	14,7	15,9	7,5%	-33,3%	
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	7,0	1		16,2	16,2	16,2	-7,1%	-29,8%	
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	5,8	6		6,9	19,5	28,5	-4,5%	-45,2%	
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	1,8	1		7,8	7,8	7,8	11,1%	-57,9%	
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	4,8	2		21,0	23,9	26,8	-8,1%	-25,6%	
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1,9	1		8,1	8,1	8,1	-9,1%	-59,2%	
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	3,2	4		4,4	24,7	72,4	-43,5%	2,5%	2
opolskie	PL1601	miasto Opole									
opolskie	PL1602	strefa opolska	4,5	1		14,5	14,5	14,5	-0,1%	-47,9%	
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	2,4	1		9,7	9,7	9,7	-25,2%	-44,5%	
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	3,9	4		8,0	16,4	29,8	12,9%	-18,7%	
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1,9	1		7,3	7,3	7,3	21,4%	-39,8%	
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1,0	2		1,4	4,6	7,8	-26,7%	-76,4%	
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	2,7	6		4,7	9,7	13,8	-64,1%	-46,3%	
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	1,9	3		4,0	5,1	5,8	18,7%	-50,0%	
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	7,0	6		20,6	24,5	30,7	-21,4%	-56,0%	
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	8,5	2		25,4	32,0	38,6	-15,6%	-54,2%	
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	5,9	1		22,2	22,2	22,2	-31,1%	-57,4%	

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.	2022/2021	2022 / 2010-2021	
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	6,1	1		23,4	23,4	23,4	-7,7%	-58,3%	
śląskie	PL2405	strefa śląska	7,2	6		13,2	27,8	53,2	-11,1%	-52,0%	
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	4,9	1		14,0	14,0	14,0	-47,1%	-59,7%	
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	4,9	3		10,1	14,0	16,2	-6,6%	-41,2%	
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	6,5	1		15,2	15,2	15,2	10,4%	17,7%	
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	4,7	1		9,7	9,7	9,7	4,0%	-2,4%	
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	4,9	4		2,8	8,7	12,8	-0,9%	6,0%	
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	4,2	1		8,7	8,7	8,7	22,2%	-20,5%	
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	5,5	1		14,4	14,4	14,4	-34,2%	-48,3%	
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	3,2	2		7,3	9,0	10,7	8,4%	-22,5%	
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	5,2	1		11,1	11,1	11,1	12,2%	-14,2%	
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	4,0	1		11,9	11,9	11,9	12,7%	37,2%	
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	2,3	2		6,0	6,9	7,7	-22,0%	-33,1%	
Kraj			4,4	100	0	1,4	13,5	72,4	-10,4%	-33,7%	2

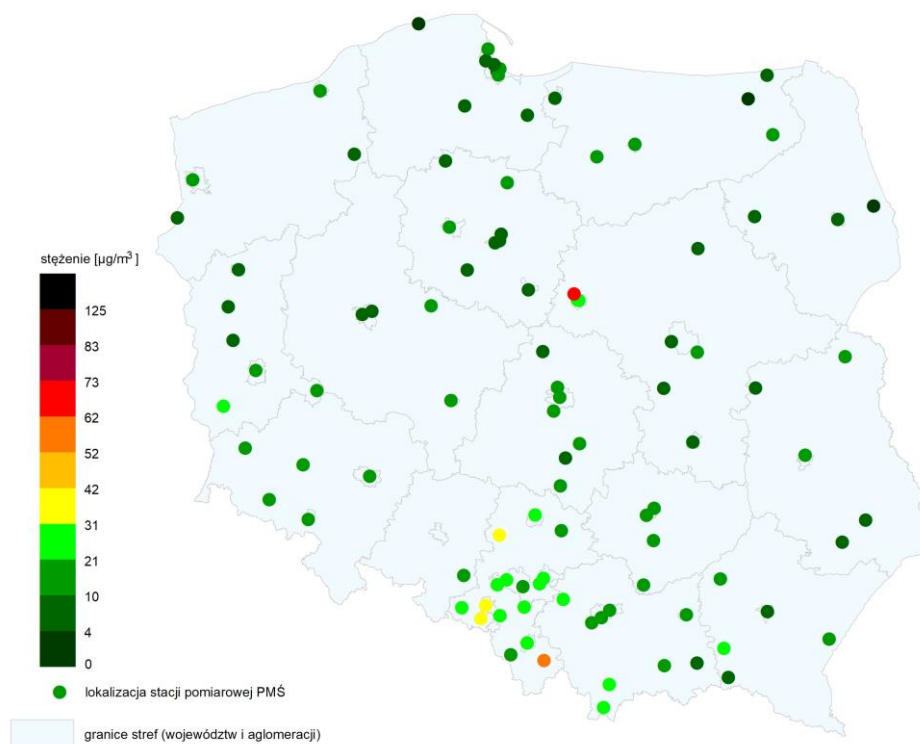
Tab. 14-3. Parametry jakości powietrza dla dwutlenku siarki SO₂ w 2022 r. (stężenie 1-godzinne, percentyl 99,7)

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.	2022/2021	2022 / 2010-2021	
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	1	26,5	26,5	26,5	21,2%	-7,5%	
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1	39,8	39,8	39,8	-6,0%	-13,8%	
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1	27,0	27,0	27,0	-8,3%	-38,1%	
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	2	13,9	19,0	24,0	1,3%	-35,3%	
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	1	20,9	20,9	20,9	-7,3%	-35,7%	
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	2	10,2	10,9	11,5	-23,9%	-47,8%	
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1	11,5	11,5	11,5	-17,3%	-52,7%	
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	4	8,0	11,7	16,3	-47,8%	-51,0%	
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1	18,0	18,0	18,0	-13,9%	-27,4%	
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	3	9,3	18,0	24,6	-3,0%	-27,3%	
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1	10,2	10,2	10,2	-19,2%	-38,2%	
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1	20,0	20,0	20,0	-5,7%	-11,3%	
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4	8,7	16,5	26,1	-17,9%	-32,4%	
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	3	18,7	24,8	29,6	-27,9%	-35,5%	

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji Uwzględnionych w ocenie [-]	P 99,7 [µg/m³]			Zmiana względna P99,7 [%]		Liczba godzin z S1h >350 µg/m³ [-]
				Min.	Śred.	Maks.	2022/2021	2022 /2010-2021	
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	4	10,4	25,2	43,2	-10,0%	-34,1%	
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	2	23,7	25,1	26,5	16,2%	-29,0%	
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1	35,9	35,9	35,9	-4,2%	-20,6%	
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	6	11,7	33,4	52,2	-1,2%	-44,4%	
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	1	13,3	13,3	13,3	5,7%	-67,3%	
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	2	58,4	71,8	85,2	-8,0%	-5,9%	
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1	13,3	13,3	13,3	-15,1%	-59,6%	
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	4	7,6	59,1	184,9	-41,0%	24,4%	14
opolskie	PL1601	miasto Opole							
opolskie	PL1602	strefa opolska	1	25,2	25,2	25,2	3,5%	-43,6%	
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1	19,4	19,4	19,4	-30,7%	-34,7%	
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	4	12,6	29,4	51,2	-14,5%	-22,6%	
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1	11,5	11,5	11,5	11,7%	-49,8%	
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	2	3,2	8,0	12,8	-23,8%	-73,5%	
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	6	8,0	17,4	27,1	-79,1%	-63,2%	
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	2	9,3	12,6	15,8	34,3%	-31,1%	
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	6	28,2	38,9	50,9	-20,1%	-54,6%	
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2	39,0	60,7	82,3	6,8%	-47,8%	
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1	30,5	30,5	30,5	-32,7%	-60,2%	
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1	38,7	38,7	38,7	-7,0%	-58,4%	
śląskie	PL2405	strefa śląska	6	22,6	45,1	81,4	-8,0%	-51,0%	
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1	24,1	24,1	24,1	-43,7%	-52,6%	
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	3	15,3	22,0	27,1	-13,2%	-47,0%	
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1	29,3	29,3	29,3	10,1%	22,4%	
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1	17,7	17,7	17,7	7,8%	-10,7%	
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	4	4,5	13,7	21,1	-3,2%	-6,1%	
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	1	11,6	11,6	11,6	10,1%	-27,1%	
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1	27,5	27,5	27,5	-29,2%	-47,7%	
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	2	9,8	13,5	17,2	-18,9%	-33,4%	
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	1	22,7	22,7	22,7	-0,6%	-19,7%	
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1	16,9	16,9	16,9	29,2%	29,0%	
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	2	11,6	15,2	18,9	-5,8%	-25,9%	
Kraj			98	3,2	24,5	184,9	-10,0%	-33,3%	14

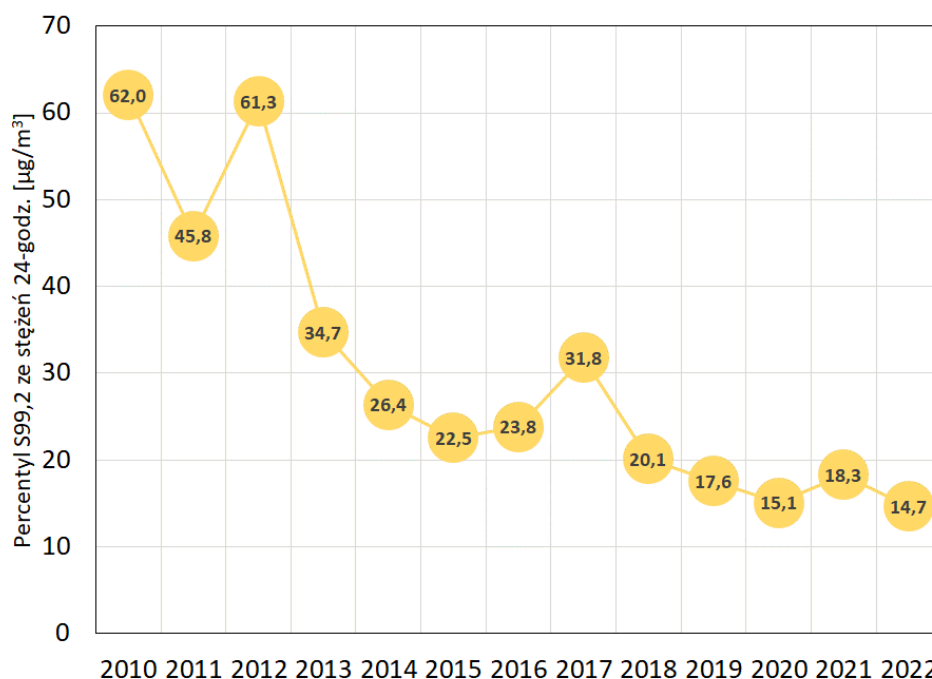
Rozkład przestrzenny percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. SO_2 na poszczególnych stacjach pomiarowych w roku 2022 wskazuje na najwyższe stężenia na stacjach zlokalizowanych w południowej części kraju – w województwie śląskim oraz na jednej stacji w centrum – w województwie mazowieckim (Rys. 14-2 i 14-4).



Rys. 14-4. Percentyl 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. dwutlenku siarki SO_2 na stacjach pomiarowych w 2022 r.

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

Analiza zmian percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. SO_2 w okresie 2010-2022 wskazuje na zauważalną tendencję spadkową od roku 2012, z niewielkim wzrostem w roku 2017 (Rys. 14-5). Amplituda stężeń percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. w rozważanym okresie 2010-2022 wyniosła aż $47,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Należy zaznaczyć, że w latach 2010-2013 pomiary SO_2 były prowadzone na 31-37 stacjach w kraju w zależności od roku, w roku 2013 na 53 stacjach, w roku 2014 na 122 stacjach. Do roku 2018 liczba stacji wzrosła do 130 stacji. W kolejnych latach liczba stacji wykonujących pomiary SO_2 spadła do 101 w latach 2020-2021 i 100 w roku 2022. Liczba stacji może mieć wpływ na uzyskane wyniki zmian w czasie do roku 2014.



Rys. 14-5. Zmiany Percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. dwutlenku siarki SO_2 w Polsce w okresie 2010-2022

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

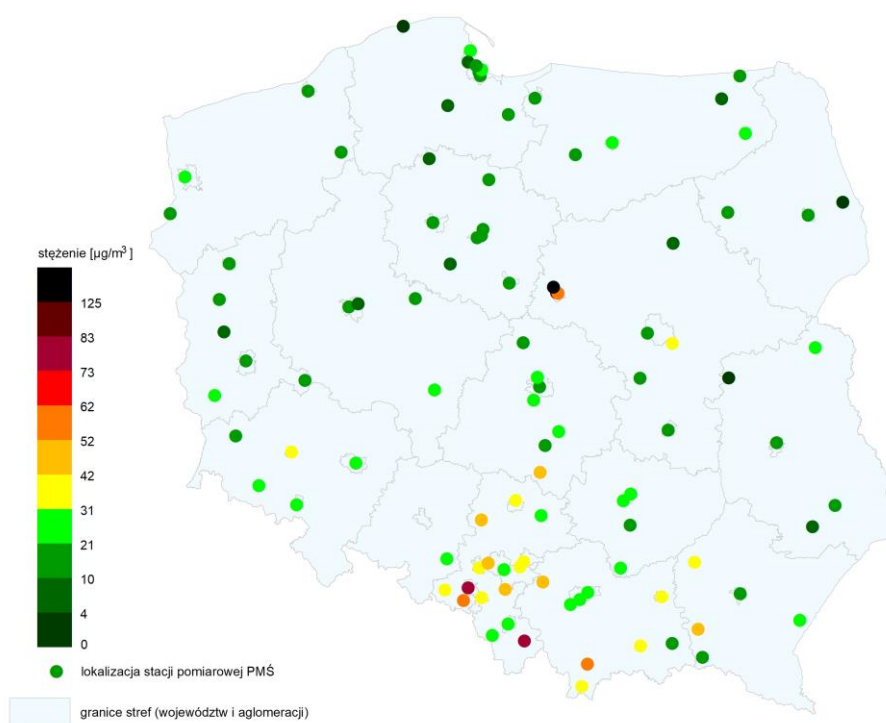
Do roku 2018, najwyższe stężenia percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. SO_2 notowane były na stacjach miejskich i komunikacyjnych, zaś najniższe na pozamiejskich. Od roku 2018 zauważalna jest tendencja wzrostowa (zatrzymana w 2022 roku) stężeń na stacjach podmiejskich, które w okresie 2019-2022 są znacznie wyższe niż na pozostałych obszarach (Tab. 14-4).

Tab. 14-4. Zmiany percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. dwutlenku siarki SO_2 w latach 2010-2022 z uwzględnieniem typów stacji

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

Typ stacji	Stężenie percentyla 99,2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
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
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
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
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

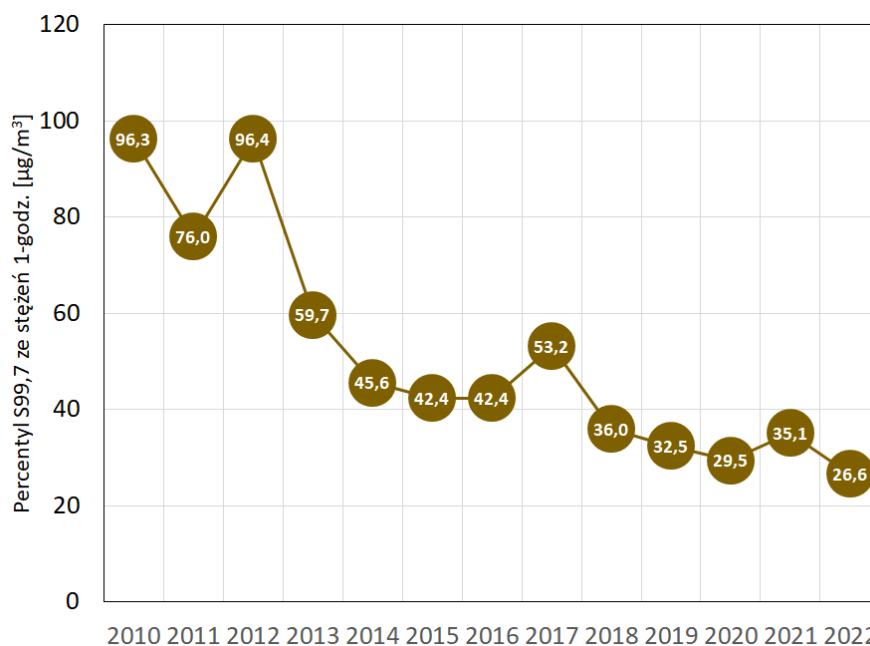
W roku 2022 rozkład przestrzenny percentyla 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. SO_2 na poszczególnych stacjach wskazuje na większe zróżnicowanie stężeń niż w przypadku percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz., z wyraźnym zaznaczeniem obszarów południowej Polski oraz dużych miast i stacji zlokalizowanych 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 2022 r.

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

Zmiany wartości percentyla 99,7 w okresie 2010-2022 wykazywały identyczne zależności, jak w przypadku percentyla 99,2 (Rys. 14-7). Amplituda percentyla 99,7 w okresie 2010-2022 była wyższa i wyniosła $69,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 (Tab. 14-5).



Rys. 14-7. Zmiany percentyla 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. SO_2 w Polsce w okresie 2010-2022

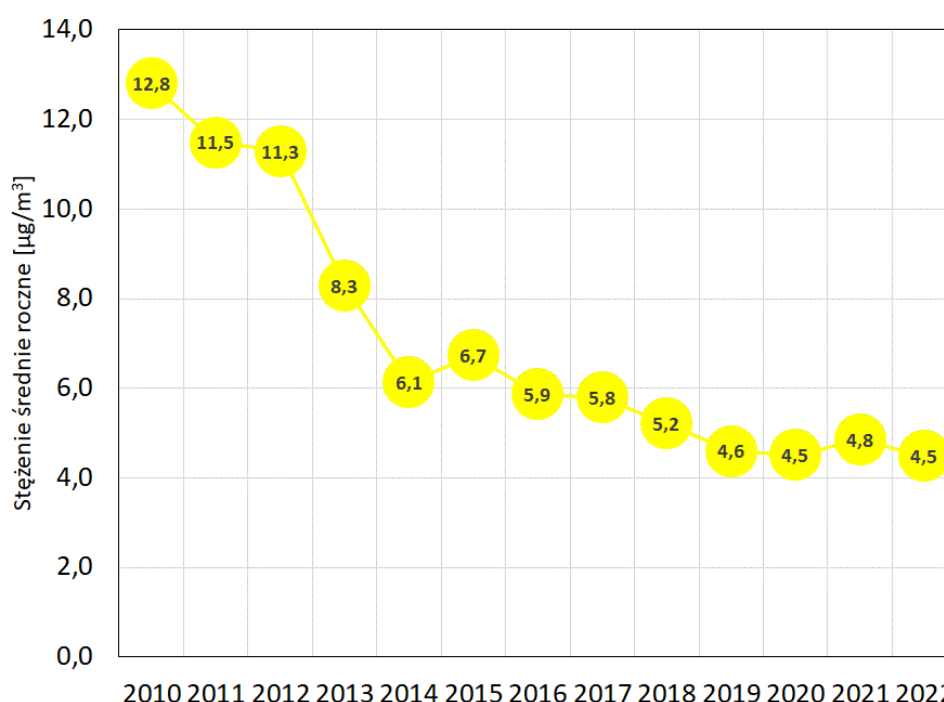
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 14-5. Zmiany percentyla 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. dwutlenku siarki SO₂ w latach 2010-2022 z uwzględnieniem typów stacji

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

Typ stacji	Stężenie P99,7 [µg/m ³]												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
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
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
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
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

Wyraźny spadek stężeń dwutlenku siarki SO₂ obserwuje się w przypadku nienormowanego parametru jakim jest stężenie średnie roczne, szczególnie zauważalny do roku 2014 (Rys. 14- 8).



Rys. 14-8. Zmiany stężenia średniego rocznego dwutlenku siarki SO₂ w Polsce w okresie 2010-2022

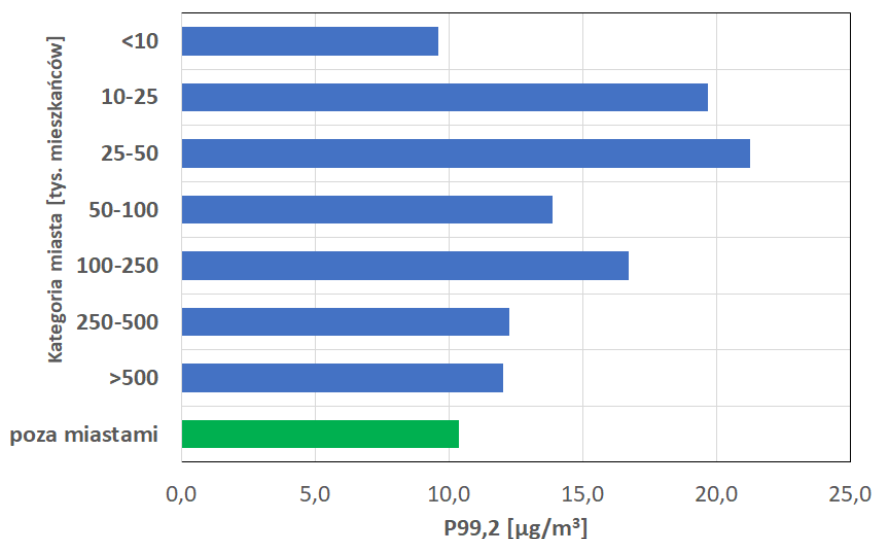
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

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 2022 roku wykazała, że najwyższe wartości obserwuje się w miastach o liczbie mieszkańców w granicach 25-50 tys. oraz 10-25 tys. Nieco niższe stężenia dotyczą miast w kategorii 100-250 tys. oraz dużych aglomeracji z liczbą ludności powyżej 0,5 mln. Zdecydowanie najniższe stężenia obserwowane były dla obszarów pozamiejskich i małych miast (poniżej 10 tys. mieszkańców) (Rys. 14-9).

Średnie stężenia percentyla 99,2 ze stężeń 24-godz. dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2022, jak w przypadku stężeń uśrednionych dla 2022 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 2022 r.

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

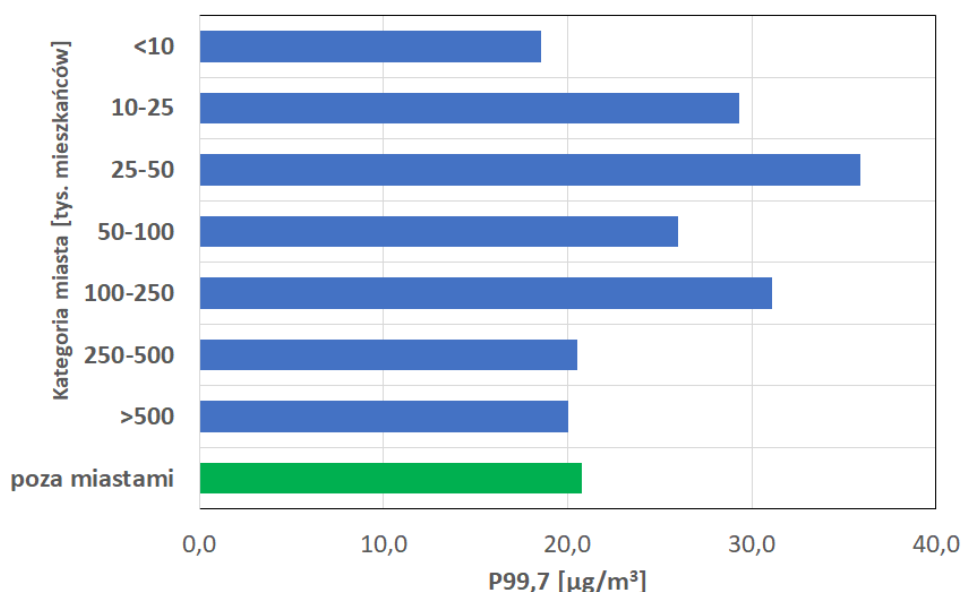
Tab. 14-6. Zmiany percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. dwutlenku siarki SO₂ w latach 2010-2022 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

Kategoria miasta	Stężenie percentyla 99,2 [µg/m³]												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
>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
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
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
50-100	33,0	29,6	48,6	25,2	22,7	18,7	21,3	31,0	20,0	15,5	14,0	17,5	13,9
25-50	111,1	73,1	99,0	64,4	32,7	25,6	35,9	39,1	27,9	23,5	19,5	22,6	21,3
10-25	32,6	23,6	55,1	36,8	27,8	30,7	23,2	32,2	22,9	17,4	20,0	19,9	19,7
<10			38,0	26,7	34,8	34,1	23,4	19,3	16,9	12,5	10,7	12,6	9,6
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

Podobne wyniki i zależności uzyskano dla 2022 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 dla małych miast poniżej 10 tys. mieszkańców. Zmienność stężeń percentyla 99,7 w średnich miastach była nieznaczna, a podobne stężenia obserwowano poza miastami oraz w miastach liczących 250-500 tys. mieszkańców oraz 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 2022 r.

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

Tab. 14-7. Zmiany percentyla 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. dwutlenku siarki (SO₂) w latach 2010-2022 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

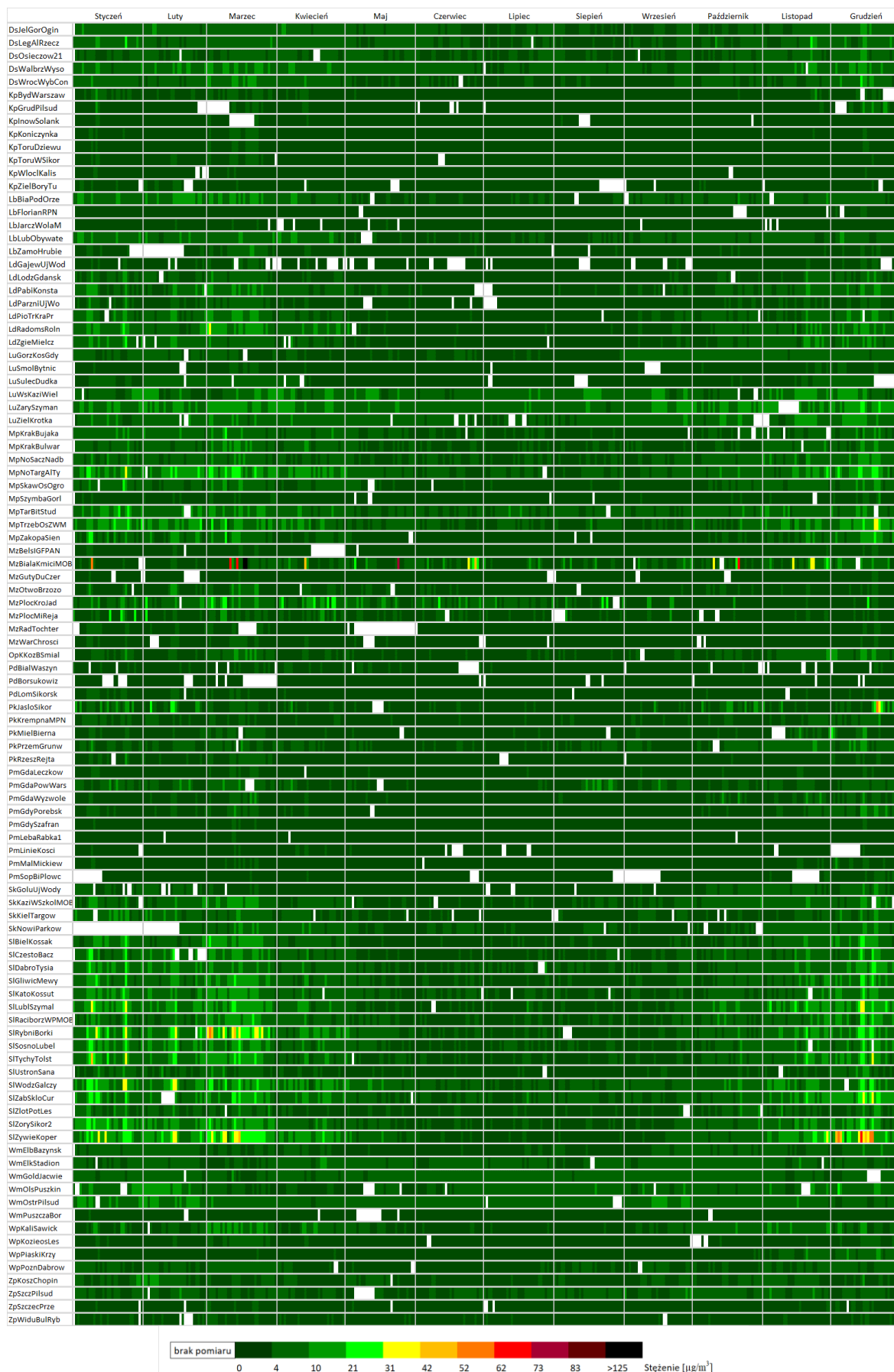
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Kategoria miasta	Stężenie percentyla 99,7 [µg/m³]												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
>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
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
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
50-100	47,7	47,8	71,8	45,3	37,9	36,0	38,6	50,4	36,2	28,2	26,8	31,4	26,0
25-50	170,2	118,7	141,5	103,2	55,8	45,5	60,7	63,0	45,8	40,2	34,9	38,0	35,9
10-25	46,8	34,5	80,1	56,0	48,3	53,7	37,1	50,3	36,8	28,0	31,6	33,0	29,3
<10			67,2	48,2	75,5	79,7	48,1	45,2	34,0	25,3	23,4	26,3	18,6
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

14.3. Epizody wysokich stężeń

Na rysunku 14-11 pokazano przebieg dobowych stężeń SO₂ w 2022 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. Miejsce puste (kolor biały) oznaczają, że dla tego dnia brak wyników pomiaru.

Przeprowadzona analiza rozkładów stężeń średnich dobowych SO₂ wykazała, że w 2022 roku wystąpił jeden epizod wysokich stężeń (Rys 14-11 i 14-12).



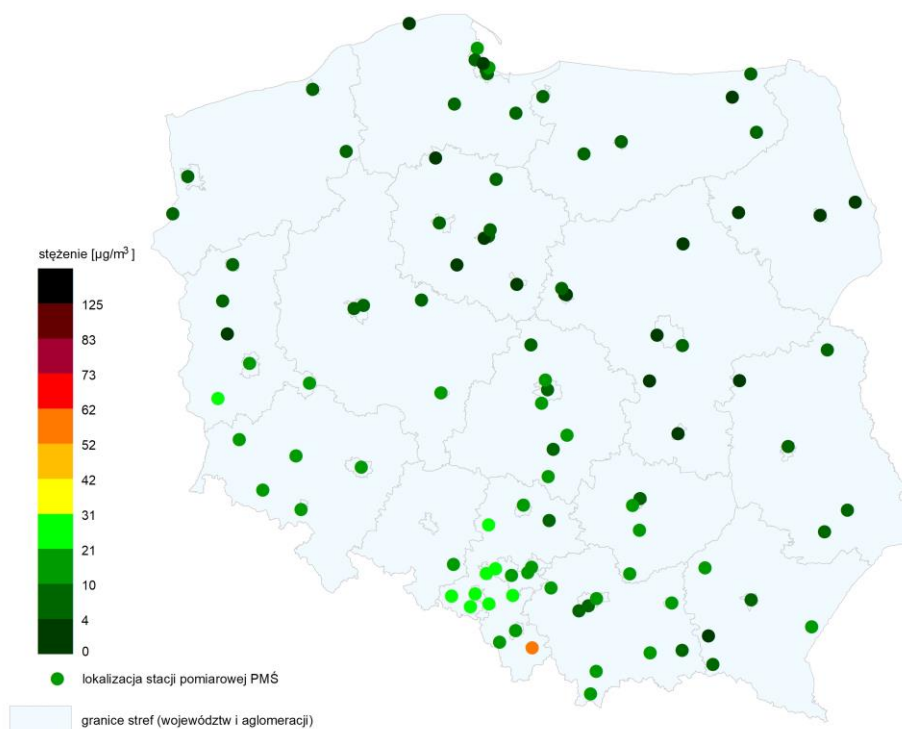
Rys. 14-11. Zmiany średnich dobowych stężeń dwutlenku siarki SO₂ w 2022 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Przekroczenie o 200% średniego stężenia dobowego w skali kraju ($4,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$) zanotowano w okresie 3 dni od 14 do 16 grudnia 2022 roku, kiedy to na 47 stacjach przekroczona została wartość uznana za próg wynosząca $9,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Zróżnicowanie przestrzenne uśrednionych wartości w ciągu tych 3 dni było znaczne, o czym świadczą wartości minimalne i maksymalne (Tab. 14-8, Rys. 14-12). Epizod zaznaczony był głównie w południowej części Polski, szczególnie w województwie śląskim.

Tab. 14-8. Charakterystyka epizodu wysokich stężeń dwutlenku siarki SO_2 w 2022 roku

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

Epizod			Stężenie SO_2 podczas epizodu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu ($9,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2022-12-14 do 2022-12-16	3	47	0,0	11,7	141,2



Rys. 14-12. Stężenia średnie dwutlenku siarki SO_2 w okresie epizodu wysokich stężeń (14-16.12.2022)

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

15. Stężenia tlenku węgla CO

W niniejszym rozdziale przedstawiono podsumowanie wyników pomiarów stężeń tlenku węgla CO na stacjach PMŚ w Polsce w 2022 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2021. Ocenę wykonano w odniesieniu do określonych prawem 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

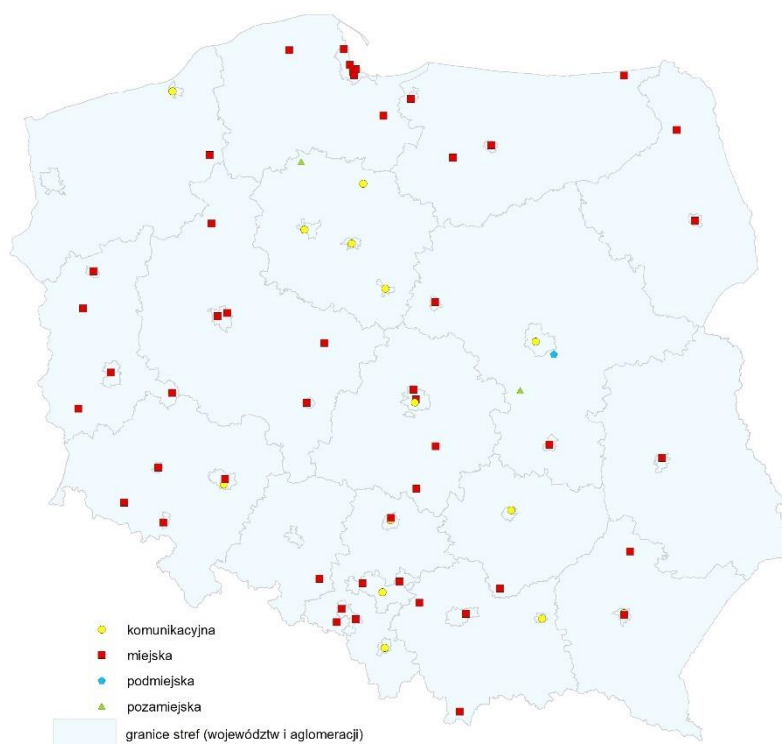
Objaśnienia

^{*)} 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.

Analizę zanieczyszczenia powietrza tlenkiem węgla dla roku 2022 wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 65 stanowisk pomiarowych, w tym 14 komunikacyjnych, 48 tła miejskiego, 1 podmiejskiej oraz 2 pozamiejskich (Rys. 15-1).



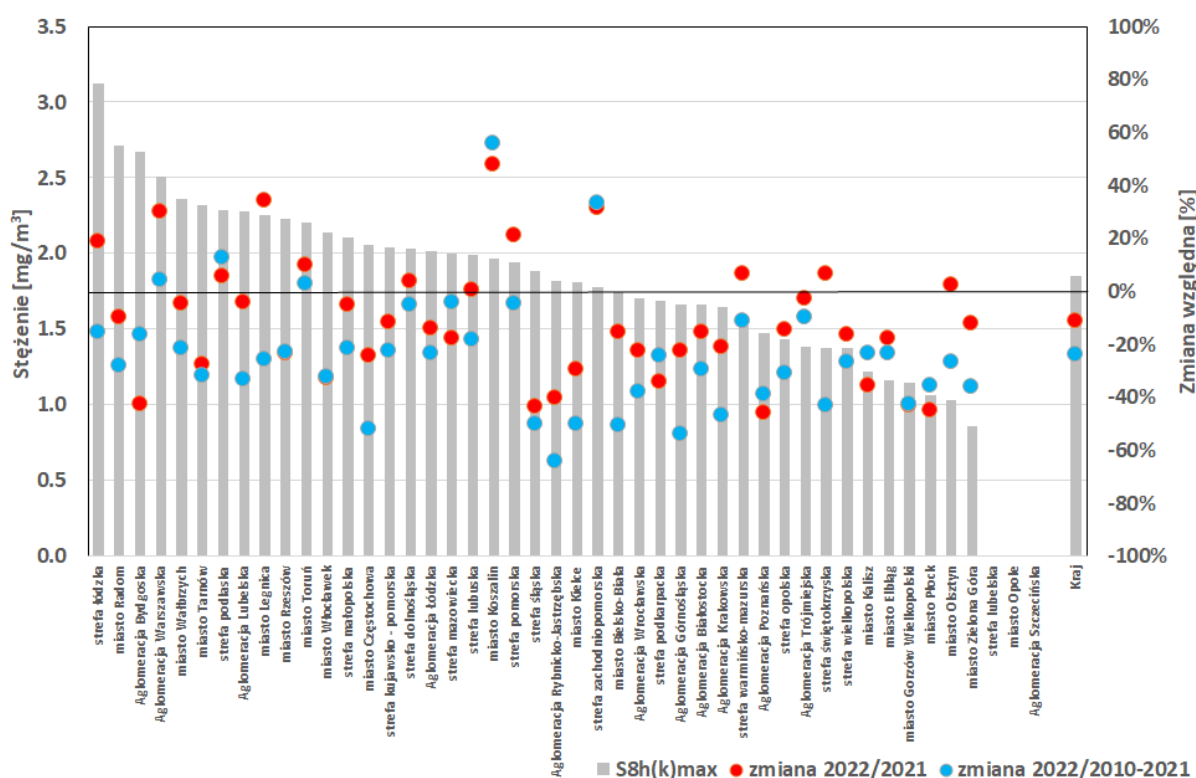
Rys. 15-1. Stacje pomiarowe tlenku węgla CO w 2022 r. uwzględnione w ocenie

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 2022 roku w zakresie stężeń odniesionych do poziomu dopuszczalnego. Analizę wykonano dla kraju oraz poszczególnych stref z uwzględnieniem zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2022. Uwzględniono również wyniki analizy trendów oraz relacje pomiędzy stężeniami obserwowanymi na różnych typach stacji.

W 2022 roku maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich kroczących CO uśrednione na obszarze kraju wyniosło 1,85 mg/m³. Największe wartości średnie S8h(k)max przekraczające 3 mg/m³ w odnotowano w strefie łódzkiej, zaś najmniejszą, poniżej 1,0 mg/m³ w Zielonej Górze (Rys. 15-2, Tab. 15-2). W przypadku 13 stref na 43 analizowanych (w strefie lubelskiej, miasto Opole oraz Aglomeracji Szczecińskiej w 2022 roku nie prowadzono pomiarów CO) zanotowano wzrost stężenia S8h(k)max w latach 2021-2022, największy (ponad 30%) w miastach Koszalin i Legnica oraz w strefie zachodniopomorskiej. W przypadku pozostałych 20 stref, stężenia maksymalne dobowe 8-godz. spośród średnich kroczących spadły. Najbardziej widoczny spadek, ponad 45% zaobserwowano dla Aglomeracji Poznańskiej i miasta Płock (Rys. 15-2 i Tab. 15-2).



Rys. 15-2. Maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich kroczących tlenku węgla CO w 2022 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wieloletnia 2010-2021

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

Tab. 15-2. Parametry jakości powietrza dla tlenku węgla CO w 2022 r. (maksymalne stężenie średnie dobowe ze średnich krocących S8h(k)max)

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

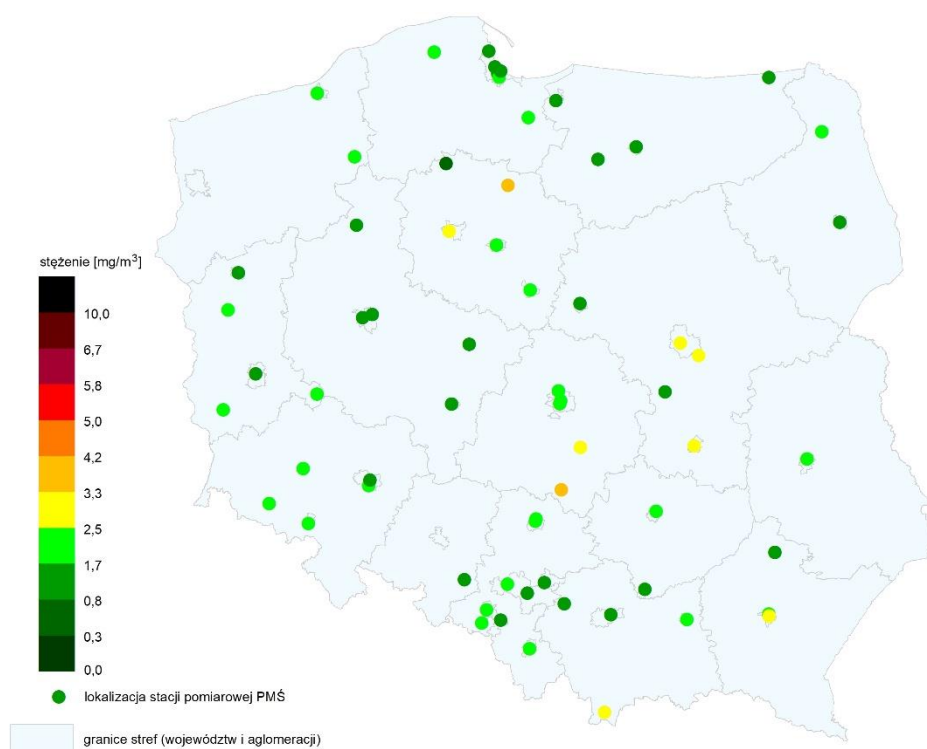
Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie S8h(k)max [mg/m³]			Zmiana względna S8h(k)max [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z S8h(k)max > 10 mg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2022/2021	2022/2010-2021
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	2		1,36	1,70	2,04	-22,5%	-37,9%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		2,26	2,26	2,26	34,2%	-25,9%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		2,36	2,36	2,36	-4,8%	-21,7%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	1		2,03	2,03	2,03	3,8%	-5,0%
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	1		2,67	2,67	2,67	-42,6%	-16,6%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		2,21	2,21	2,21	9,9%	2,6%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		2,14	2,14	2,14	-33,1%	-32,7%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	2		0,63	2,04	3,45	-11,9%	-22,8%
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1		2,28	2,28	2,28	-4,2%	-33,2%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska							
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		1,15	1,15	1,15	-43,2%	-43,0%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		0,86	0,86	0,86	-12,2%	-36,2%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	3		1,79	1,99	2,22	0,5%	-18,3%
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	3		1,85	2,01	2,24	-14,0%	-23,3%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	2		2,69	3,12	3,54	18,5%	-15,8%
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	1		1,65	1,65	1,65	-21,1%	-47,1%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		2,32	2,32	2,32	-27,8%	-31,8%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	2		1,38	2,11	2,83	-5,2%	-21,9%
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	1		2,51	2,51	2,51	30,1%	4,2%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		1,07	1,07	1,07	-45,1%	-35,6%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		2,71	2,71	2,71	-9,7%	-28,4%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	2		0,91	2,00	3,09	-18,1%	-4,5%
opolskie	PL1601	miasto Opole							
opolskie	PL1602	strefa opolska	1		1,43	1,43	1,43	-14,6%	-30,9%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	2		1,96	2,23	2,51	-23,6%	-23,0%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	1		1,69	1,69	1,69	-34,5%	-24,4%
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1		1,66	1,66	1,66	-15,5%	-29,8%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1		2,29	2,29	2,29	5,4%	12,7%
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	5		0,99	1,38	1,76	-3,0%	-10,1%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	2		1,76	1,94	2,12	21,0%	-4,7%
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	3		1,27	1,66	2,35	-22,8%	-54,1%
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2		1,68	1,82	1,95	-40,2%	-64,4%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		1,75	1,75	1,75	-15,7%	-50,5%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	2		1,94	2,06	2,18	-24,3%	-52,3%

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.	2022/2021	2022/2010-2021
śląskie	PL2405	strefa śląska	1		1,88	1,88	1,88	-43,7%	-50,5%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1		1,81	1,81	1,81	-29,6%	-50,2%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1		1,37	1,37	1,37	6,7%	-43,3%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		1,03	1,03	1,03	2,2%	-26,9%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		1,16	1,16	1,16	-18,0%	-23,4%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	2		1,45	1,52	1,60	6,3%	-11,1%
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	1		1,47	1,47	1,47	-45,9%	-39,1%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		1,22	1,22	1,22	-35,6%	-23,8%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	3		1,24	1,37	1,57	-16,5%	-27,0%
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska							
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		1,97	1,97	1,97	47,9%	55,5%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		1,78	1,78	1,78	31,4%	33,1%
Kraj			65	0	0.63	1.85	3.54	-11,2%	-24,0%

Odnosząc wartości średnie dla stref S8h(k)max z 2022 roku do średnich z okresu 2010-2021 można zauważyć spadek stężeń CO na obszarach 38 z 43 stref poddanych analizie. Największe spadki (ponad 50%) dotyczą Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej i Górnośląskiej, miast Częstochowa, Bielsko-Biała i Kielce oraz strefy śląskiej. W przypadku pozostałych 5 stref, największy wzrost w roku 2022 w stosunku do średniej z wielolecia zanotowano dla miasta Koszalin (ponad 50%) - 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).

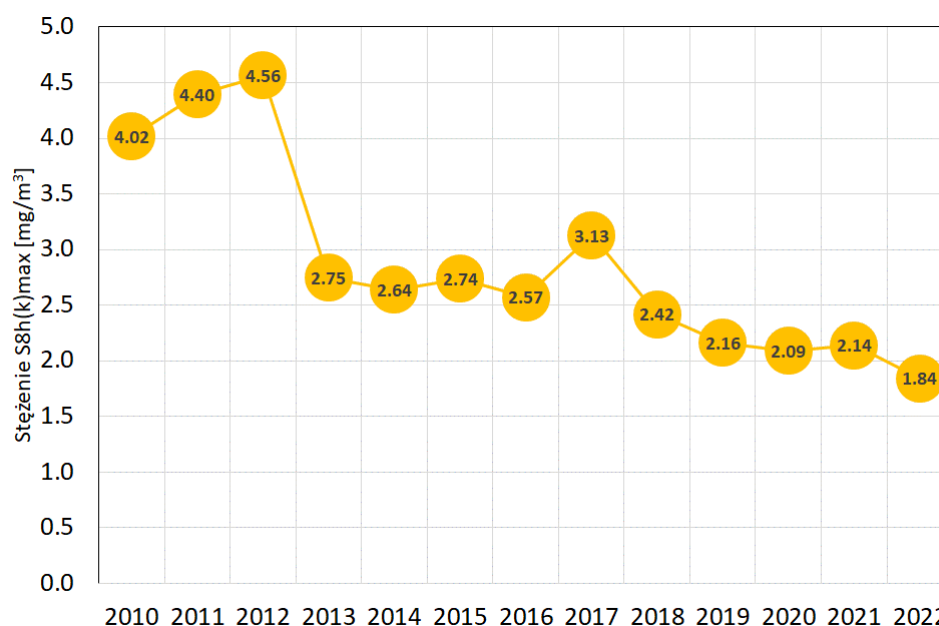
Rozkład przestrzenny maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich krocących CO na poszczególnych stacjach w roku 2022 wskazuje na niskie i umiarkowane stężenia na całym obszarze kraju z wyraźnym zaznaczeniem stacji komunikacyjnych i miejskich oraz jednej stacji podmiejskiej w województwie mazowieckim (Rys. 15-2 i 15-3).



Rys. 15-3. Maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich krocących tlenku węgla CO na stacjach pomiarowych w 2022 r.

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

Analiza zmian stężeń maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich krocących CO w okresie 2010-2022 wykazała wzrost stężeń w okresie 2010-2012, następnie gwałtowny spadek w roku 2013 oraz tendencję spadkową w pozostałym okresie z wyjątkiem 2017 roku, kiedy nastąpił wzrost stężeń (Rys. 15-4). Amplituda maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich krocących w okresie 2010-2022 wyniosła 2,7 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 2010-2022

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

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 również na wysokie stężenia (najwyższe stężenia w latach 2020-2022) 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).

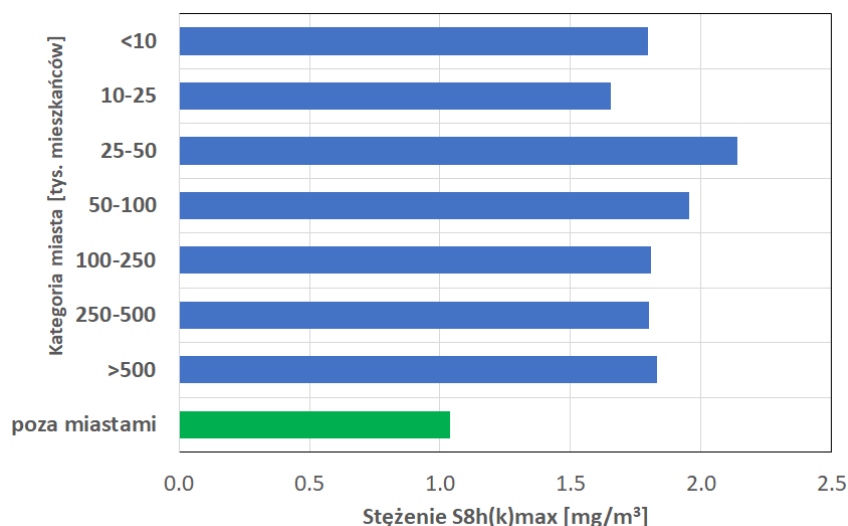
Tab. 15-3. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących tlenku węgla CO w latach 2010-2022 z uwzględnieniem typów stacji

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

Typ stacji	Stężenie 8h(k)max [mg/m³]												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
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
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
podmiejska						2,15	3,57	2,88	3,51	1,61	2,79	3,71	3,09
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

15.2. Jakość powietrza w miastach

Analiza różnic uśrednionych maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących CO dla miast w poszczególnych kategoriach liczby ludności w 2022 roku wykazała, że najwyższe wartości obserwowano w miastach o liczbie mieszkańców 25-50 tys. i 50-100 tys. Nieco mniejsze stężenia dotyczyły miast najmniejszych (do 10 tys. mieszkańców) oraz największych (powyżej 0,5 mln mieszkańców). Należy podkreślić, że różnice pomiędzy miastami z liczbą ludności powyżej 100 tys. są nieznaczne. Zdecydowanie 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 2022 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 okresie 2010-2022 przy zauważalnym od 2017 roku wzroście stężeń na obszarach małych miast (poniżej 10 tys. mieszkańców). Należy podkreślić, że w 2022 roku dla każdej kategorii miast i obszarów pozamiejskich, średnie stężenia S8h(k)max spadły względem roku wcześniejszego (Tab. 15-4).

Tab. 15-4. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących tlenku węgla CO w latach 2010-2022 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

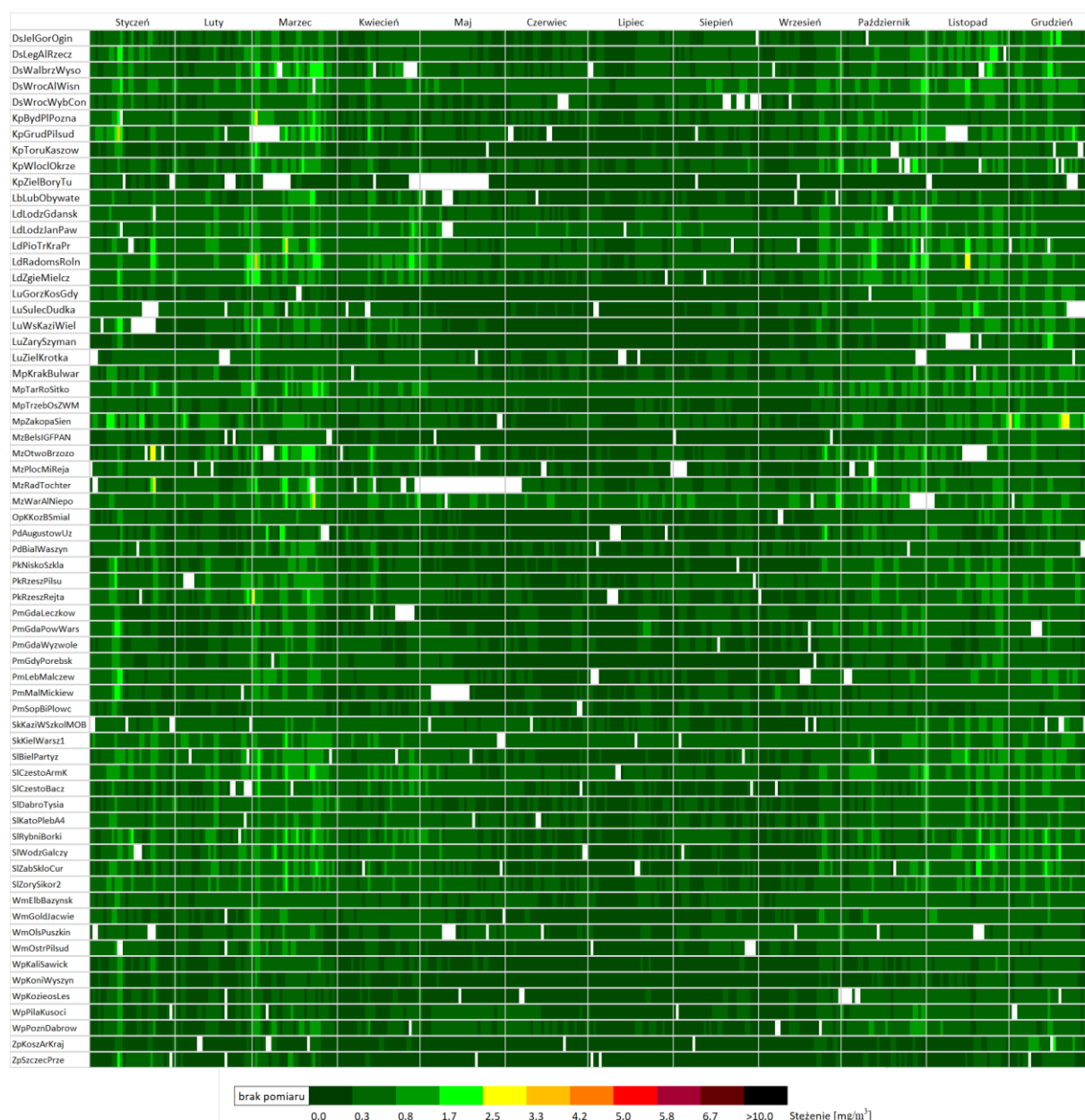
Kategoria miasta	Stężenie SS8h(k)max [mg/m³]												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
>500	2,30	2,83	4,03	2,31	3,31	2,99	2,37	3,08	2,30	2,47	1,96	2,24	1,83
250-500	3,48	4,17	4,00	3,21	2,66	2,66	2,55	2,41	2,42	1,69	1,54	2,08	1,80
100-250	4,67	5,32	5,15	2,98	2,71	2,96	2,70	3,67	2,73	2,34	2,48	2,28	1,81
50-100			3,06	3,07	2,56	2,69	2,71	3,46	2,38	2,25	2,43	2,25	1,96
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
10-25					2,48	2,62	2,80	2,61	2,24	1,89	2,08	1,87	1,66
<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

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) oznaczają, 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) – 0,98 mg/m³ (próg epizodu) nie została przekroczona dłużej niż 3 dni. Tym samym można stwierdzić, że epizod wysokich stężeń CO (maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich koczających) w 2022 roku nie wystąpił.



Rys. 15-6. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich koczających tlenku węgla CO w 2022 r.

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 2022 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2021. Ocenę wykonano w odniesieniu do określonych prawem kryteriów ustanowionych w celu ochrony zdrowia, podanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2021 r. poz. 845).

Tab. 16-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza C₆H₆

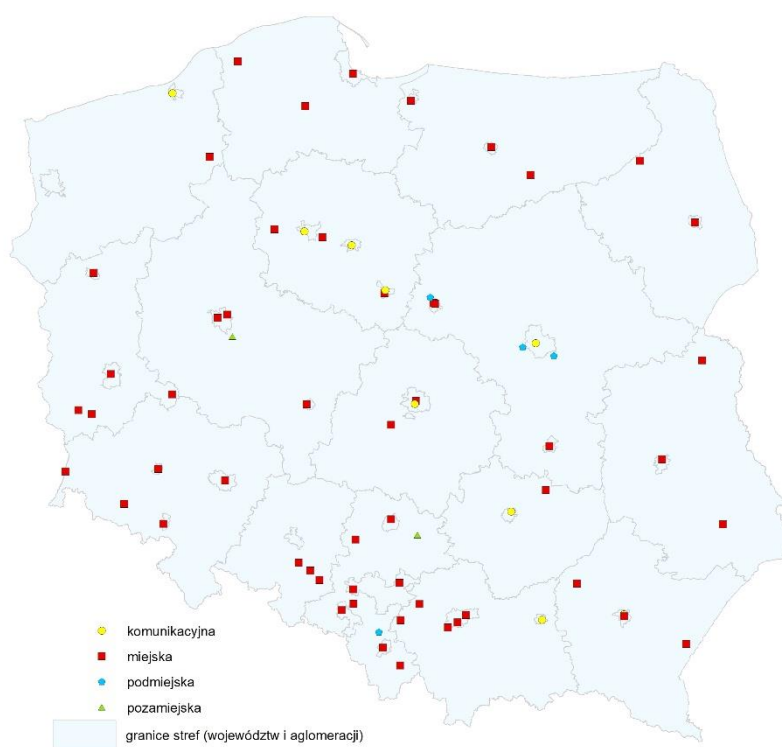
Kryterium	Okres uśredniania stężeń	Stężenie kryterialne [µg/m ³]	Wartość uwzględniona w ocenie [µg/m ³]**)	Parametr odpowiadający wartości normowanej
poziom dopuszczalny*)	rok kalendarzowy	6	6,5	Sa

Objaśnienia

*) standard jakości powietrza

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

Analizę zanieczyszczenia powietrza benzenu C₆H₆ w 2022 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 68 stanowisk pomiarowych, w tym 9 komunikacyjnych, 53 tła miejskiego, 4 podmiejskich i 2 pozamiejskich (Rys. 16-1).



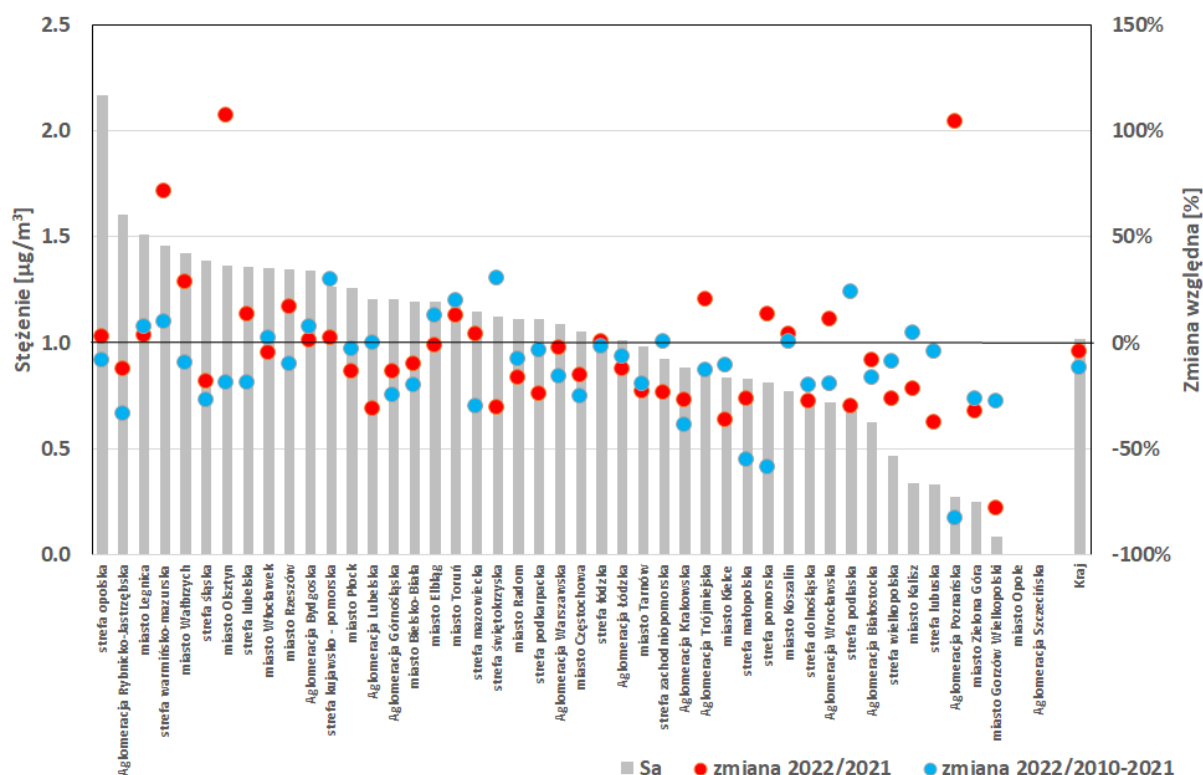
Rys. 16-1. Stacje pomiarowe benzenu C₆H₆ w 2022 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

16.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W poniższym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla benzenu C_6H_6 w roku 2022 w zakresie stężeń odniesionych do rocznego poziomu dopuszczalnego. Analizę wykonano dla kraju oraz poszczególnych stref z uwzględnieniem zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2022. 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 2022 r., wyniosło $1,02 \mu g/m^3$. Największe stężenie średnie roczne benzenu przekraczające $2 \mu g/m^3$ odnotowano w strefie opolskiej, zaś najmniejszą (poniżej $0,2 \mu g/m^3$) w mieście Gorzów Wielkopolski (Rys. 16-2, Tab. 16-2). Przekroczenie standardu jakości powietrza, tj. poziomu dopuszczalnego dla stężeń średnich rocznych benzenu nie wystąpiło na żadnej stacji w 2022 roku (Tab. 16-2).

W 17 strefach na 44 analizowanych (w strefie miasto Opole oraz Aglomeracji Szczecińskiej nie prowadzono pomiarów C_6H_6 w 2022 roku) zanotowano wzrost stężeń średnich rocznych z roku na rok, największy (ponad 100%) dotyczył miasta Olsztyn oraz Aglomeracji Poznańskiej. Istotny wzrost zanotowano również w strefie warmińsko-mazurskiej (ponad 70%). W pozostałych 27 strefach stężenia spadły, najbardziej zauważalnie na poziomie 78% w mieście Gorzów Wielkopolski. Istotne spadki stężeń średnich rocznych C_6H_6 w 2022 roku w stosunku do roku poprzedniego (rzędu 30%) odnotowano dla strefy lubuskiej, miast Kielce i Zielona Góra oraz Aglomeracji Lubelskiej (Tab. 16-2).



Rys. 16-2. Stężenie średnie roczne C_6H_6 w 2022 r. na tle zmian z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia 2010-2021

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

Tab. 16-2. Parametry jakości powietrza dla benzenu C₆H₆ w 2022 r. (Stężenie średnie roczne Sa)

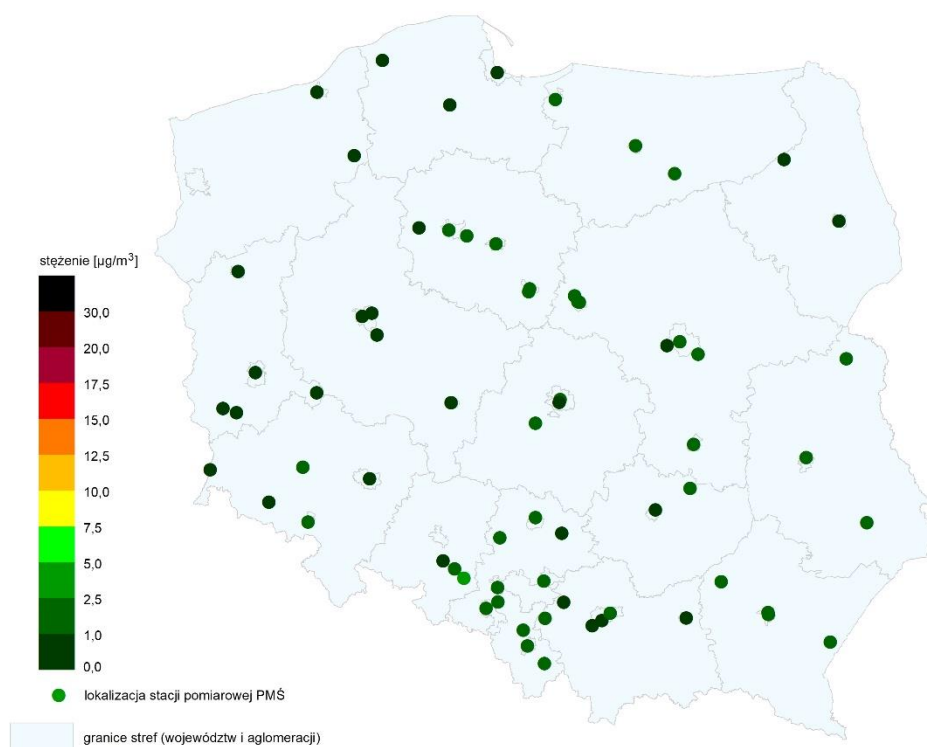
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

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.	2022/2021	2022/2010-2021
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	1		0,7	0,7	0,7	11,1%	-19,9%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		1,5	1,5	1,5	3,3%	7,1%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		1,4	1,4	1,4	28,3%	-10,0%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	2		0,7	0,7	0,8	-27,9%	-20,4%
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	1		1,3	1,3	1,3	0,9%	7,5%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		1,2	1,2	1,2	12,3%	19,7%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	2		1,0	1,4	1,7	-4,8%	2,1%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	2		0,8	1,3	1,7	1,8%	29,8%
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1		1,2	1,2	1,2	-31,3%	-0,5%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	2		1,0	1,4	1,7	13,1%	-19,3%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		0,1	0,1	0,1	-78,0%	-28,1%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		0,2	0,2	0,2	-32,3%	-26,5%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	3		0,2	0,3	0,4	-38,1%	-4,7%
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	2		0,9	1,0	1,1	-12,6%	-7,0%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1		1,0	1,0	1,0	0,1%	-1,8%
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	2		0,7	0,9	1,1	-27,1%	-39,0%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		1,0	1,0	1,0	-23,3%	-19,5%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	3		0,3	0,8	1,4	-26,8%	-55,2%
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	1		1,1	1,1	1,1	-2,9%	-16,1%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	2		1,1	1,3	1,4	-13,5%	-3,5%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		1,1	1,1	1,1	-17,0%	-8,0%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	3		1,0	1,1	1,3	3,8%	-30,1%
opolskie	PL1601	miasto Opole							
opolskie	PL1602	strefa opolska	3		0,7	2,2	3,5	2,7%	-8,7%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	2		1,1	1,3	1,6	17,0%	-10,2%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	2		1,0	1,1	1,2	-24,1%	-3,6%
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1		0,6	0,6	0,6	-8,7%	-16,6%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1		0,7	0,7	0,7	-30,3%	23,8%
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	1		0,8	0,8	0,8	20,4%	-12,9%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	2		0,8	0,8	0,9	12,9%	-59,2%
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	2		1,2	1,2	1,2	-13,7%	-24,7%
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		1,6	1,6	1,6	-12,8%	-33,7%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		1,2	1,2	1,2	-10,5%	-20,5%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1		1,1	1,1	1,1	-15,3%	-25,4%

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.	2022/2021	2022/2010-2021
śląskie	PL2405	strefa śląska	5		0,9	1,4	1,9	-18,2%	-27,2%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1		0,8	0,8	0,8	-36,5%	-10,9%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1		1,1	1,1	1,1	-30,8%	30,3%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		1,4	1,4	1,4	106,8%	-19,0%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		1,2	1,2	1,2	-1,7%	12,4%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	1		1,5	1,5	1,5	71,4%	9,5%
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	1		0,3	0,3	0,3	103,9%	-83,2%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		0,3	0,3	0,3	-21,9%	4,2%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	2		0,4	0,5	0,5	-26,5%	-9,3%
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska							
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		0,8	0,8	0,8	4,0%	0,0%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		0,9	0,9	0,9	-23,7%	0,0%
Kraj			68	0	0.09	1.02	3,54	-4,5%	-12,0%

Odnosząc wartości stężeń średnich rocznych benzenu z 2022 roku do średnich z wielolecia 2010-2021 zauważalny jest spadek stężeń na obszarach 32 z 44 analizowanych stref (w strefie miasto Opole oraz Aglomeracji Szczecińskiej nie prowadzono pomiarów C_6H_6 w 2022 roku), największe w Aglomeracji Poznańskiej (ponad 83%) oraz strefach pomorskiej (ponad 59%) i małopolskiej (nieco ponad 55%). Wzrost stężeń w roku 2022 w stosunku do okresu 2010-2021 wystąpił dla 10 stref, największy (ponad 30%) dla strefy świętokrzyskiej. W przypadku miasta Koszalin oraz strefy zachodniopomorskiej stężenia średnie roczne benzenu było identyczne jak średnia z wielolecia (Rys. 16-2 i Tab. 16-2).

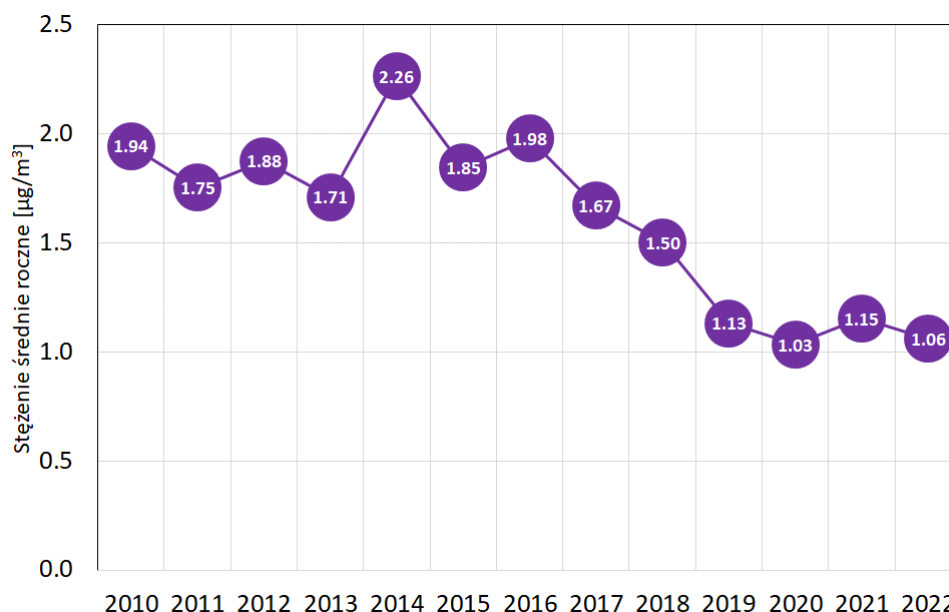
Rozkład przestrzenny stężeń średnich rocznych C_6H_6 na poszczególnych stacjach pomiarowych w roku 2022 nie wykazuje znaczących różnic w kraju (Rys. 16-3).



Rys. 16-3. Stężenia średnie roczne na stacjach pomiarowych benzenu C_6H_6 w 2022 r.

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

Analiza zmian stężeń średnich rocznych C_6H_6 w okresie 2010-2022 wskazuje na zauważalną tendencję spadkową w okresie 2014-2020. W okresie 2019-2022 w praktyce można mówić o ustabilizowaniu się stężeń. Najwyższe stężenie obserwowano w 2014 roku, zaś najniższe w roku 2020 (Rys. 16-4). Amplituda stężeń średnich rocznych w rozważanym okresie 2010-2022 wynosi $1,2 \mu g/m^3$. 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 2021-2022 liczba stacji wzrosła do 69. Liczba stacji może mieć wpływ na uzyskane wyniki, w szczególności w okresie 2010-2012.



Rys. 16-4. Zmiany stężeń średnich rocznych benzenu C_6H_6 w Polsce w okresie 2010-2022
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

W 2022 roku różnice pomiędzy stężeniami średnimi rocznymi benzenu na stacjach komunikacyjnych i podmiejskich w praktyce nie występowały i stężenia te były wyższe niż na stacjach miejskich. Najniższe stężenia obserwowano na obszarach pozamiejskich. Stężenia średnie roczne na stacjach komunikacyjnych i miejskich w latach wcześniejszych były zbliżone, przy nieco wyższych wartościach na stacjach miejskich, szczególnie było to widoczne do roku 2017 (Tab. 16-4).

Tab. 16-3. Zmiany stężeń średnich rocznych benzenu C_6H_6 w latach 2010-2022 z uwzględnieniem typów stacji

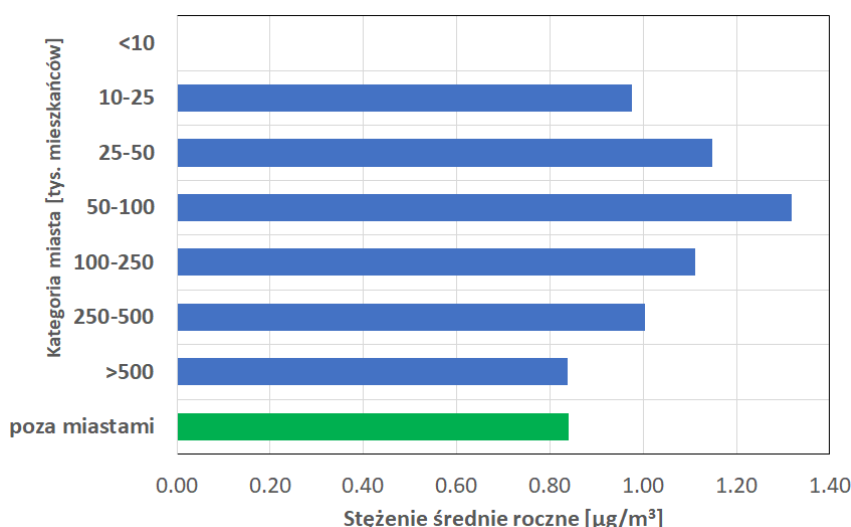
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Typ stacji	Stężenie S_a [µg/m³]												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
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
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
podmiejska					1,36	0,79	1,45	1,01		1,00	1,12	1,18	1,16
pozamiejska				1,12	1,69	1,35	1,17	1,10	1,03	0,89	0,74	0,87	0,69

16.2. Jakość powietrza w miastach

Przeprowadzona analiza w zakresie uśrednionych stężeń średnich rocznych C_6H_6 uzyskanych dla miast w poszczególnych kategoriach liczebności populacji w 2022 roku wykazała, że najwyższe wartości obserwuje się w miastach o liczbie mieszkańców w granicach 50-100 tys. oraz następnie 25-50 tys. Najniższe stężenia obserwuje się dla miast powyżej 0,5 mln ludności które są porównywalne z tymi obserwowanymi na obszarach pozamiejskich. W małych miastach (poniżej 10 tys. mieszkańców) pomiary benzenu w 2022 roku nie były prowadzone (Rys. 16-5).

Średnie stężenia roczne dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały dużą zmienność w okresie 2010-2022 w porównaniu do 2022 roku, przy czym od 2018 roku stężenia dla wszystkich typów obszarów zbliżyły się do siebie znacząco (Tab. 15-6).



Rys. 16-5. Średnie roczne stężenia benzenu C₆H₆ w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2022 r.

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

Tab. 16-4. Zmiany stężeń średnich rocznych benzenu C₆H₆ w latach 2010-2022 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

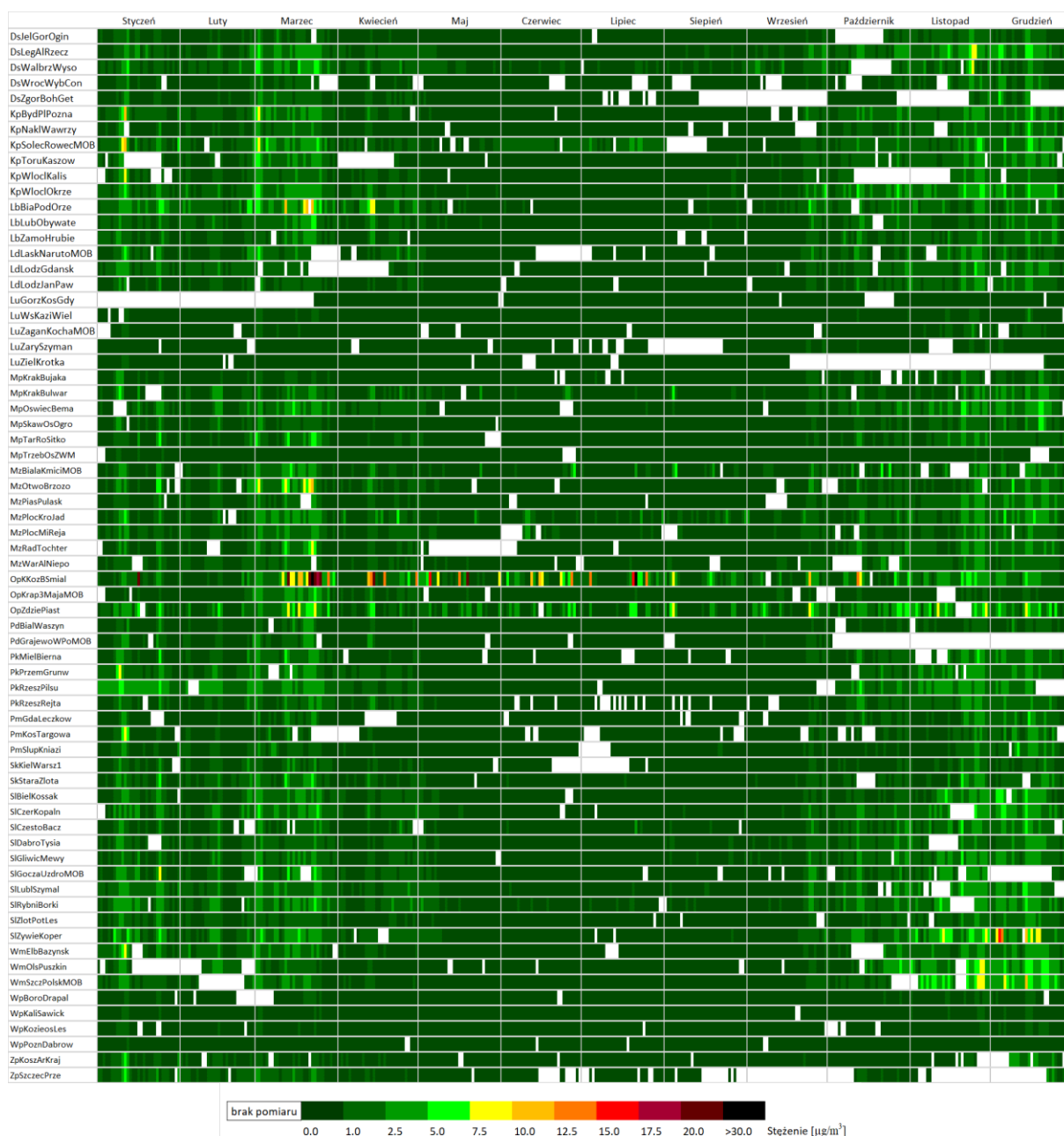
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Kategoria miasta	Stężenie Sa [µg/m³]													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
>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	
250-500				1,62	1,56	1,23	1,50	1,25	1,19	0,84	1,05	1,02	1,00	
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	
50-100			1,94	2,61	2,04	2,08	2,32	1,56	1,43	1,20	1,29	1,35	1,32	
25-50				2,03	2,60	2,33	2,28	2,03	1,86	1,64	1,15	1,32	1,15	
10-25				1,19	2,47	2,07	3,31	1,99	1,80	1,03	0,90	1,13	0,98	
<10					3,41	4,93			0,93		1,37			
Obszar poza miastami				1,12	2,45	1,77	2,01	1,94	1,57	0,88	0,89	1,00	0,84	

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.

Średnie dobowe stężenia C₆H₆ 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 2022 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, identyfikującego okresy epizodów pokazała, że oszacowany na poziomie $2,16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ próg epizodu (wyznaczony przy uwzględnieniu założeń identyfikacji epizodów opisanych w rozdziale 2) był przekraczany przez co najmniej 3 dni aż w 6 okresach. Trzy pierwsze z nich wystąpiły zimą w pierwszym kwartale roku, a kolejne w czwartym kwartale (Tab. 16-5).

Tab. 16-5. Charakterystyka epizodów wysokich stężeń benzenu C_6H_6 w 2022 roku

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

Epizod			Stężenie S24 podczas epizodu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu ($2,16 \mu\text{g}/\text{m}^3$) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2022-01-09 do 2022-01-12	4	45	0,38	2,79	12,30
2	od 2022-03-01 do 2022-03-03	3	46	0,29	2,95	8,69
3	od 2022-03-19 do 2022-03-25	7	39	0,22	2,90	60,94
4	od 2022-11-20 do 2022-11-29	10	42	0,05	2,58	9,53
5	od 2022-12-03 do 2022-12-06	4	29	0,07	2,40	15,31
6	od 2022-12-14 do 2022-12-21	8	42	0,07	2,66	10,88

Pierwszy epizod miał miejsce w połowie stycznia, trwał 4 dni i charakteryzował się najwyższymi dobowymi stężeniami minimalnymi. Próg epizodu był przekroczony na 45 stacjach. Wyraźnie zaznaczył się w województwach pomorskim i kujawsko-pomorskim oraz śląskim (Rys. 16-7).

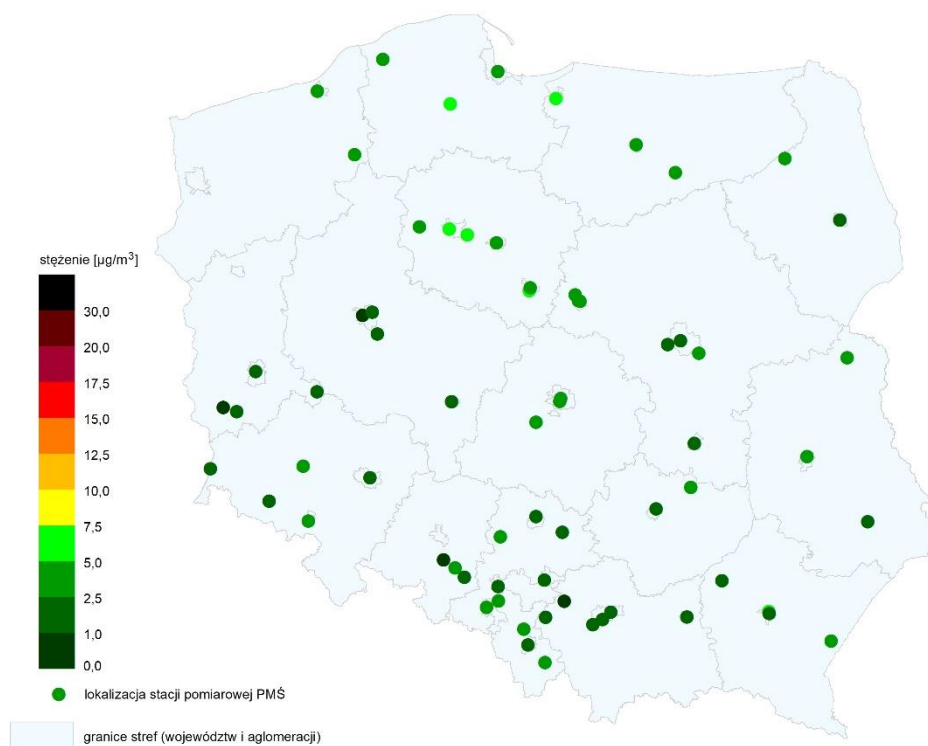
Drugi epizod miał miejsce na początku marca i trwał tylko 3 dni, pomimo tego, iż wartości maksymalne były najniższe wśród epizodów, charakteryzował się najwyższym stężeniem średnim w trakcie jego trwania. Próg epizodu był przekroczony na 46 stacjach. Wyraźnie zaznaczył się w województwach kujawsko-pomorskim, mazowieckim i śląskim (Rys. 16-8).

Trzeci epizod miał miejsce pod koniec marca, trwał 7 dni i w trakcie jego trwania wystąpiło stężenie maksymalne na jednej ze stacji w województwie opolskim. Próg epizodu był przekroczony na 39 stacjach. Wyraźnie zaznaczył się w województwach śląskim, mazowieckim i lubelskim (Rys. 16-9).

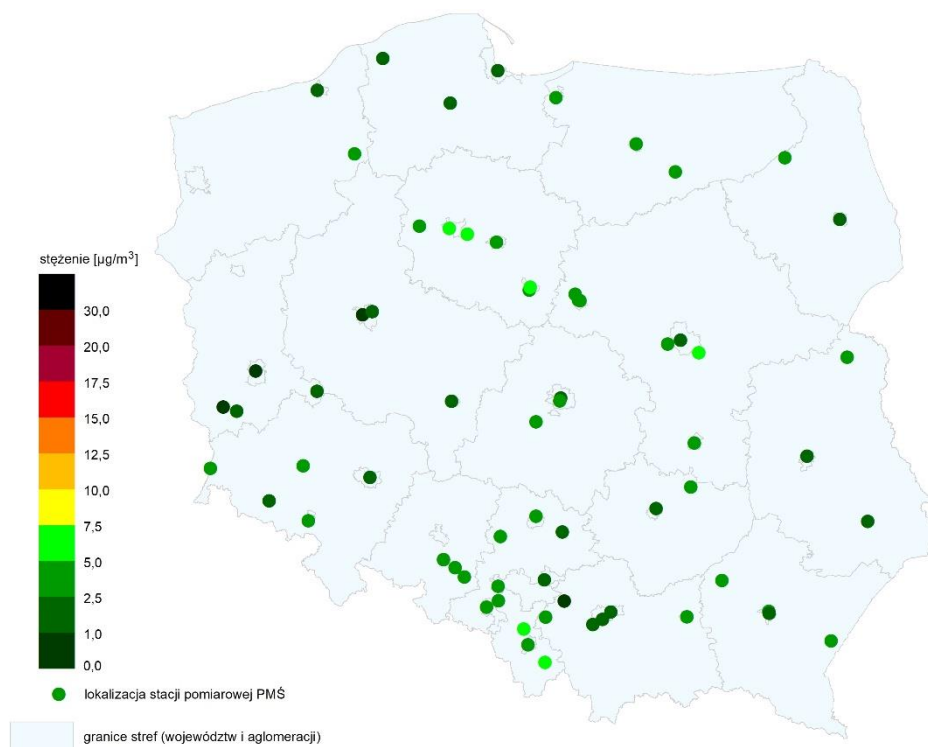
Kolejny, czwarty epizod miał miejsce pod koniec listopada i trwał najdłużej (10 dni). Charakteryzował się najniższymi stężeniami minimalnymi w trakcie jego trwania oraz relatywnie niskimi stężeniami maksymalnymi. Próg epizodu był przekroczony na 42 stacjach. Wysokie stężenia znacznie powyżej progu wystąpiły w województwie opolskim i warmińsko-mazurskim (Rys. 16-10).

Ostatnie dwa epizody wystąpiły w grudniu. Oba charakteryzowały się niskimi dobowymi stężeniami i dość wysokimi maksymalnymi. Piąty epizod miał miejsce na początku grudnia i trwał 4 dni. Objął swoim zasięgiem najmniejszą liczbę stacji. Wysokie stężenia ponad wyznaczony próg epizodu wystąpiły w województwie śląskim i opolskim oraz warmińsko-mazurskim (Rys. 16-11).

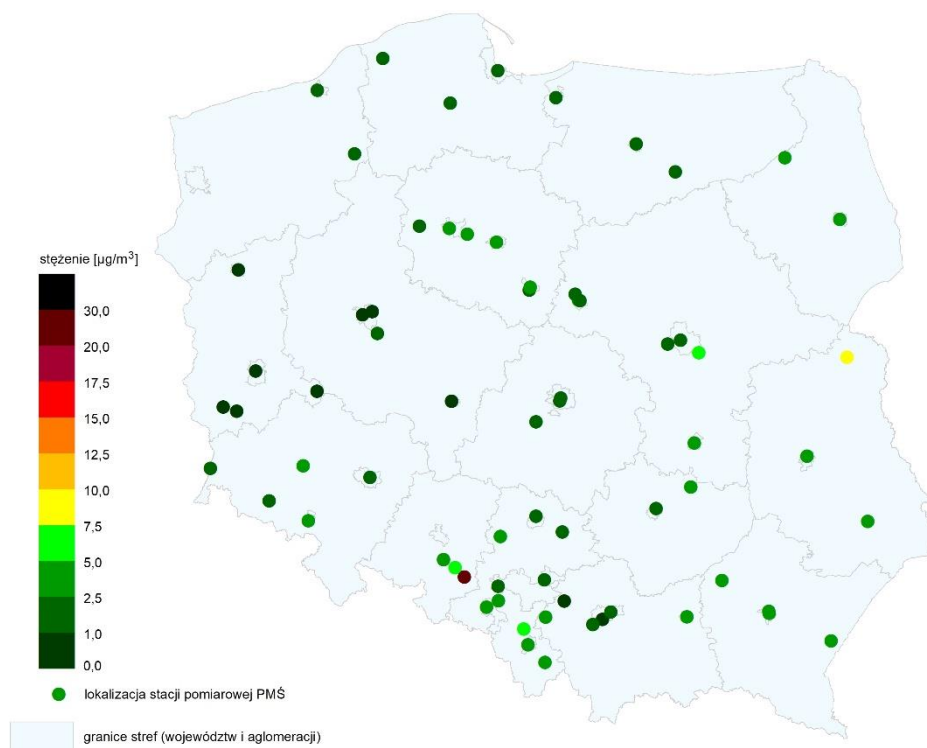
Szósty epizod wystąpił pod koniec grudnia i trwał dwa razy dłużej, niż ten z początku miesiąca. Objął swoim zasięgiem 42 stacje, a wysokie stężenia obserwowano niemal w całym kraju (Rys. 16-12).



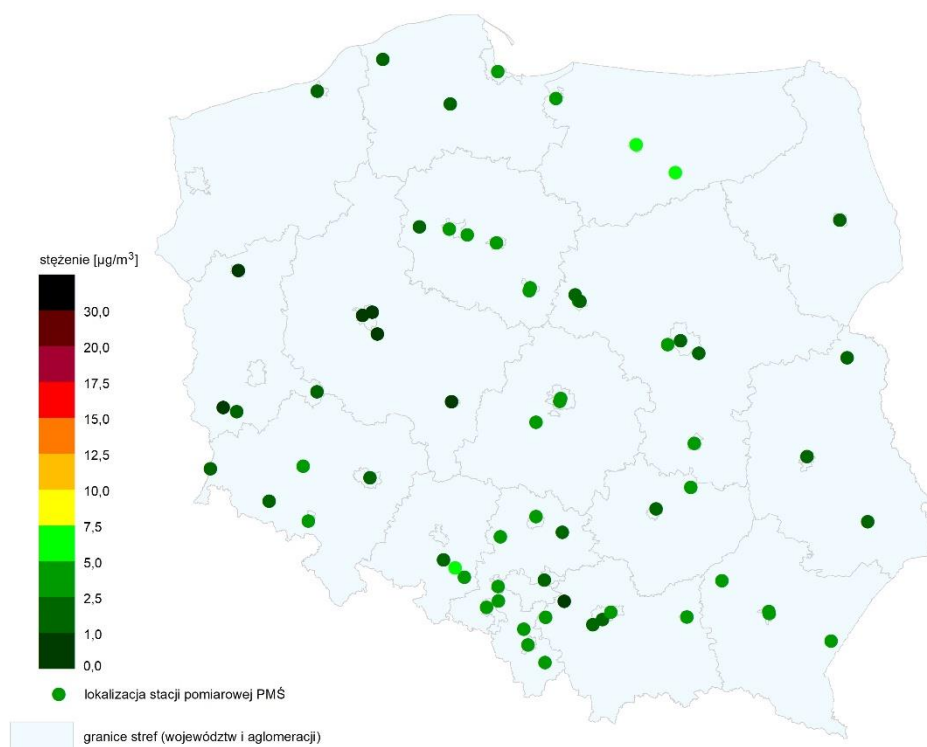
Rys. 16-7. Stężenia średnie benzenu C_6H_6 w okresie epizodu wysokich stężeń (09-12.01.2022)
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



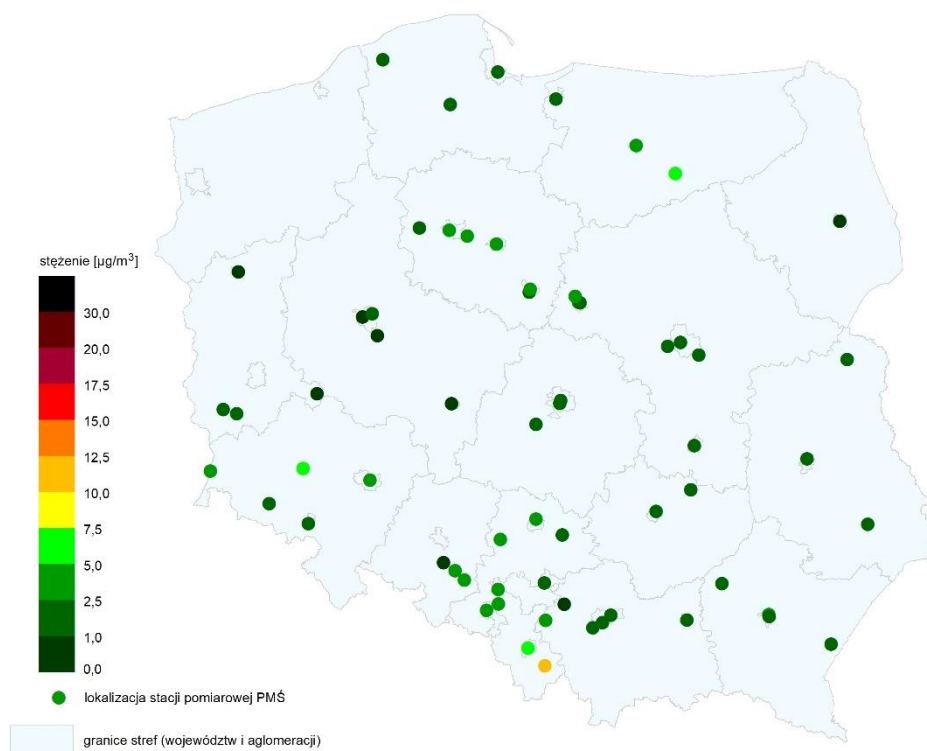
Rys. 16-8. Stężenia średnie benzenu C_6H_6 w okresie epizodu wysokich stężeń (01-03.03.2022)
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 16-9. Stężenia średnie benzenu C_6H_6 w okresie epizodu wysokich stężeń (19-25.03.2022)
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

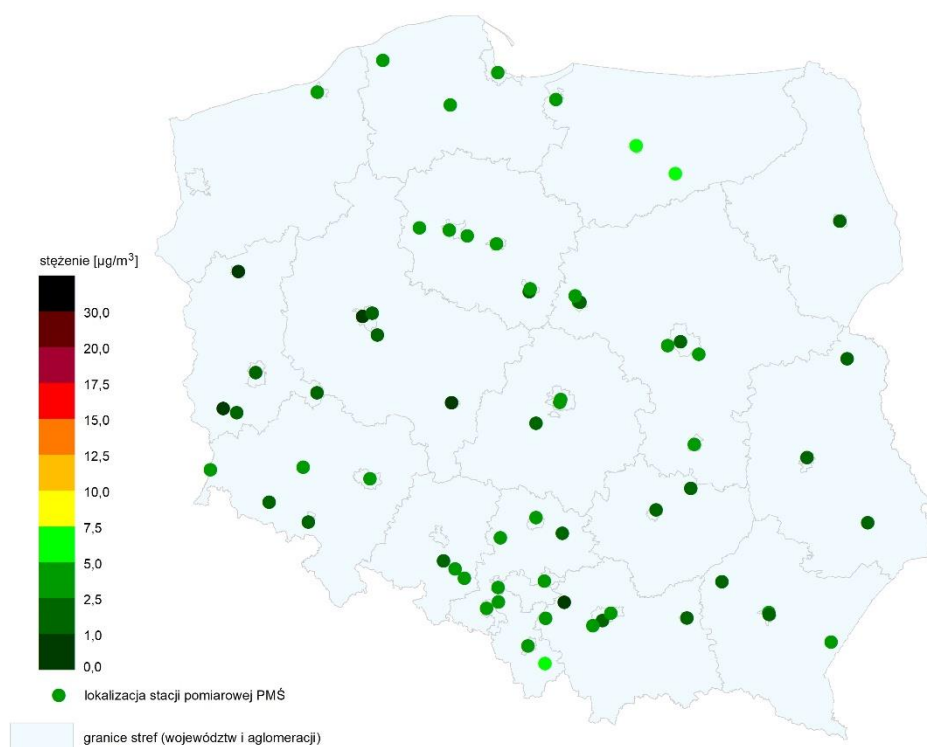


Rys. 16-10. Stężenia średnie benzenu C_6H_6 w okresie epizodu wysokich stężeń (20-29.11.2022)
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 16-11. Stężenia średnie benzenu C_6H_6 w okresie epizodu wysokich stężeń (03-06.12.2022)

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



Rys. 16-12. Stężenia średnie benzenu C_6H_6 w okresie epizodu wysokich stężeń (14-21.12.2022)

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

17. Podsumowanie

W ostatniej dekadzie przeważały lata z warunkami termicznymi klasyfikowanymi od lekko ciepłych po ekstremalnie ciepłe (2019 i 2020). 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 2022 został uznany za bardzo ciepły we wszystkich regionach, poza Karpatami, gdzie był ciepły. Średnia temperatura powietrza w 2022 roku w Polsce była o 0,4°C wyższa od średniej z lat 2010-2021 i o 0,8°C wyższa od obserwowanej rok wcześniej. We wszystkich porach roku, poza jesienią, temperatura była wyższa niż rok wcześniej, a największą różnicę odnotowano zimą. Taka sytuacja miała istotny wpływ na poprawę jakości powietrza w 2022 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 2022 został sklasyfikowany jako suchy, a w wielu rejonach kraju szczególnie suchym miesiącem okazał się marzec, co mogło mieć wpływ na wystąpienie wysokich stężeń pyłu zawieszonego w tym okresie.

Sprzyjające warunki meteorologiczne w 2022 roku umożliwiły wzmocnienie trendów malejących stężeń zanieczyszczeń powietrza obserwowanych w ostatnich latach i umocniły pozytywny wpływ podejmowanych działań w zakresie poprawy jakości powietrza.

Widoczna poprawa jakości powietrza z roku na rok zauważalna jest dla wszystkich zanieczyszczeń z wyjątkiem arsenu, niklu, i kadmu oznaczanych w pyłe zawieszonym PM₁₀ oraz ozonu (percentyl 93,2) i dwutlenku azotu (percentyl 99,8), gdzie w wielu strefach zanotowano wzrosty. Najbardziej istotne spadki stężeń zaobserwowano w przypadku B(a)P oznaczanego pyłe zawieszonym PM₁₀ (blisko 30%) oraz pyłu zawieszonego PM_{2,5} i dobowego pyłu zawieszonego PM₁₀ (ponad 12%). Widoczne spadki z roku na rok zanotowano również w przypadku SO₂ i CO (ponad 10%). W przypadku pozostałych zanieczyszczeń, zmiany stężeń z roku na rok różniły się pomiędzy obszarami w kraju i nie przekroczyły 9%.

Wykonane analizy porównawcze stężeń uzyskanych w roku 2022 na tle średnich z okresu 2010-2021 pokazały jeszcze większe spadki, które dotyczyły wszystkich zanieczyszczeń z wyjątkiem maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących O₃, gdzie wartość z 2022 roku była identyczna jak średnia z wielolecia. Największe zmiany (ponad 40%) dotyczyły B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀. Istotne zmiany (ponad 30%) zaobserwowano w przypadku Pb i Cd oznaczanych w pyłe zawieszonym PM₁₀ oraz SO₂. Stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ i PM_{2,5} na tle wielolecia charakteryzowały się spadkiem na poziomie ok. 23%.

Trendy i tendencje malejące obserwowane w ostatnich latach dla wielu zanieczyszczeń powietrza w Polsce potwierdzają uzyskane wyniki analiz przeprowadzonych 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.

Stosowane kolory w tabelach z trendami:

 trend malejący	 tendencja malejąca	 trend rosnący	 tendencja rosnąca	 brak zmian	 brak danych
--	--	---	---	--	---

17.1. Ocena statystyczna trendów zanieczyszczeń w skali kraju

Przeprowadzone analizy statystyczne zmian stężeń w okresie 2010-2022 wskazują, że obserwuje się istotne statystycznie trendy malejące stężeń dla 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. 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 PM_{2,5}, pyłu zawieszonego PM₁₀ oraz oznaczanych w nim Cd i Pb i zanieczyszczeń gazowych tj. NO₂, SO₂ oraz CO. W przypadku benzenu, arsenu oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ oraz benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM₁₀ poziomy istotności trendów są niższe (Tab. 17-1).

Tab. 17-1. Krajowe trendy zanieczyszczeń powietrza w okresie 2010-2022.

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	-4,09	***
PM ₁₀	Sa	1 rok	-3,97	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-3,97	***
BaP(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-3,23	**
As(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-1,65	+
Cd(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-4,09	***
Ni(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-1,16	
Pb(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-4,09	***
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-0,92	
	Percentyl 93,2	8 godz.	-1,28	
	SOMO35	8 godz.	-0,18	
NO ₂	Sa	1 rok	-3,72	***
	Percentyl 99,8	1 godz.	-3,36	***
SO ₂	Sa	1 rok	-4,33	***
	Percentyl 99,2	24 godz.	-3,84	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-3,72	***
CO	S8h(k)max	8 godz.	-3,60	***
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-2,87	**
O ₃	wskaźnik AOT ₄₀	1 godz.	0,43	
	wskaźnik AOT ₄₀ z 5 lat	1 godz.	-1,53	

17.2. Ocena statystyczna trendów z uwzględnieniem typu obszaru

Przeprowadzone testy statystyczne dla obszarów położonych **blisko dróg** (wyniki ze stacji komunikacyjnych) wskazują, że w okresie 2010-2022 obserwuje się istotne statystycznie trendy malejące dla wszystkich zanieczyszczeń z wyjątkiem metali ciężkich oraz B(a)P oznaczanych w pyłe zawieszonym PM10, dla których nie można było przeprowadzić testów ze względu na zbyt małą kompletność danych.

Najwyższe istotności statystyczne trendów malejących dotyczą pyłu zawieszonego PM2,5 oraz PM10, NO₂, SO₂ (parametr 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, INFAIR

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM2,5	Sa	1 rok	-3,63	***
PM10	Sa	1 rok	-3,97	***
PM10	Percentyl 90,4	24 godz.	-3,36	***
BaP(PM10)	Sa	1 rok		
As(PM10)	Sa	1 rok		
Cd(PM10)	Sa	1 rok		*
Ni(PM10)	Sa	1 rok		+
Pb(PM10)	Sa	1 rok		*
NO ₂	Sa	1 rok	-4,09	***
	Percentyl 99,8	1 godz.	-3,84	***
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-3,72	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-3,23	**
CO	S8h(k)max	8 godz.	-3,60	***
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-2,26	*

Analiza uzyskanych wyników testów statystycznych dla obszarów **miejskich** (wyniki ze stacji tła miejskiego) wskazuje, że w okresie 2010-2022 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 PM2,5 i PM10, NO₂ (stężenie średnie roczne), SO₂, CO oraz Cd i Pb oznaczanych w pyłe zawieszonym PM10 (Tab. 17-3).

Tab. 17-3. Trendy zanieczyszczeń powietrza na obszarach miejskich

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

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM2,5	Sa	1 rok	-4,09	***
PM10	Sa	1 rok	-4,09	***
PM10	Percentyl 90,4	24 godz.	-4,09	***
BaP(PM10)	Sa	1 rok	-3,11	**
As(PM10)	Sa	1 rok	-1,89	+
Cd(PM10)	Sa	1 rok	-4,09	***
Ni(PM10)	Sa	1 rok	-0,79	
Pb(PM10)	Sa	1 rok	-4,09	***

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-0,92	
	Percentyl 93,2	8 godz.	-1,04	
NO ₂	Sa	1 rok	-3,97	***
	Percentyl 99,8	1 godz.	-2,99	**
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-3,84	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-3,84	***
CO	S8h(k)max	8 godz.	-3,60	***
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-2,62	**

Przeprowadzone testy statystyczne dla obszarów **podmiejskich** (wyniki ze stacji tła podmiejskiego) wskazują, że w okresie 2010-2022 obserwuje się istotne statystycznie trendy malejące dla pyłu zawieszonego PM_{2,5}, pyłu zawieszonego PM₁₀ oraz oznaczanego w nim B(a)P i dla NO₂ (dla stężenia średniego rocznego). Najwyższą istotność statystyczną odnotowano w przypadku pyłu zawieszonego PM₁₀ (dla stężenia średniego rocznego) i B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀. Tendencje malejące zauważalne są dla pozostałych metali (As, Ni i Pb) oznaczanych w pyłe zawieszonym PM₁₀.

W okresie 2010-2022 zanotowano tendencje rosnące dla O₃ (S8h(k)max) oraz SO₂ (percentyl 99,7). Dla Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ oraz O₃ (percentyl 93,2 z maksymalnych dobowych 8-godzinnych średnich kroczących) nie odnotowano istotnych zmian w wieloleciu, zaś dla CO i benzenu nie można było przeprowadzić testów ze względu na zbyt małą kompletność danych (Tab. 17-4).

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

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

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM _{2,5}	Sa	1 rok	-3,23	**
PM ₁₀	Sa	1 rok	-3,48	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-3,23	**
BaP(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-3,72	***
As(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-0,54	
Cd(PM ₁₀)	Sa	1 rok	0,00	
Ni(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-1,07	
Pb(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-1,40	
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	0,43	
	Percentyl 93,2	8 godz.	0,00	
NO ₂	Sa	1 rok	-2,14	*
	Percentyl 99,8	1 godz.	-1,40	
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-0,18	
	Percentyl 99,7	1 godz.	0,79	
CO	S8h(k)max	8 godz.		
C ₆ H ₆	Sa	1 rok		

Przeprowadzone testy statystyczne dla obszarów **pozamiejskich** (wyniki ze stacji tła pozamiejskiego i regionalnego) wskazują, że w okresie 2010-2022 obserwuje się istotne statystycznie trendy malejące dla wszystkich zanieczyszczeń z wyjątkiem O₃ (percentyl 93,2), dla którego obserwuje się nieistotne statystycznie tendencje malejące.

Najwyższą istotność statystyczną odnotowano w przypadku pyłu zawieszonego PM_{2,5} i PM₁₀, Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀, NO₂ i SO₂ (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	-4,33	***
PM ₁₀	Sa	1 rok	-4,09	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-3,97	***
BaP(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-2,99	**
As(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-2,99	**
Cd(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-2,75	**
Ni(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-2,50	*
Pb(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-3,36	***
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-1,65	+
	Percentyl 93,2	8 godz.	-1,53	
NO ₂	Sa	1 rok	-4,09	***
	Percentyl 99,8	1 godz.	-3,84	***
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-4,09	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-3,97	***
CO	S8h(k)max	8 godz.	-2,26	*
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-3,22	**

17.3. Ocena statystyczna trendów zanieczyszczeń w miastach

Przeprowadzone testy statystyczne dla miast z liczbą mieszkańców **powyżej 0,5 mln** wskazują, że w okresie 2010-2022 obserwuje się 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 i CO. W przypadku pozostałych zanieczyszczeń obserwuje się nieistotne statystycznie tendencje malejące, z wyjątkiem O₃ dla którego zauważalne są nieistotne statystycznie tendencje wzrostowe dla wszystkich parametrów. Najwyższą istotność statystyczną odnotowano w przypadku trendów malejących pyłu zawieszonego PM_{2,5} i PM₁₀ (stężenie średnie roczne) (Tab. 17-6).

Tab. 17-6. Trendy zanieczyszczeń powietrza na obszarach miast powyżej 0,5 mln mieszkańców

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

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM _{2,5}	Sa	1 rok	-3,48	***
PM ₁₀	Sa	1 rok	-3,60	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-3,23	**
BaP(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-1,71	+
As(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-0,75	
Cd(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-2,40	*
Ni(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-0,75	
Pb(PM ₁₀)	Sa	1 rok	-1,99	*
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	0,43	
	Percentyl 93,2	8 godz.	1,40	
	SOMO35	8 godz.	0,79	

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
NO ₂	Sa	1 rok	-2,87	**
	Percentyl 99,8	1 godz.	-2,87	**
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-2,87	**
	Percentyl 99,7	1 godz.	-3,23	**
CO	S8h(k)max	8 godz.	-1,89	+
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-1,53	

Przeprowadzone testy statystyczne dla miast w przedziale **od 250 tys. do 500 tys.** mieszkańców wskazują, że w okresie 2010-2022 obserwuje się spadki stężeń dla wszystkich zanieczyszczeń. Istotne statystycznie trendy malejące nie dotyczą tylko Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10, O₃ (S8h(k)max), NO₂ (percentyl 99,8) i SO₂ (percentyl 99,7), 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 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, INFRAIR

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM2,5	Sa	1 rok	-3,84	***
PM10	Sa	1 rok	-3,97	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-3,84	***
BaP(PM10)	Sa	1 rok	-3,11	**
As(PM10)	Sa	1 rok	-3,72	***
Cd(PM10)	Sa	1 rok	-3,72	***
Ni(PM10)	Sa	1 rok	-1,04	
Pb(PM10)	Sa	1 rok	-3,36	***
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-0,92	
	Percentyl 93,2	8 godz.	-1,89	+
	SOMO35	8 godz.	-2,14	*
NO ₂	Sa	1 rok	-2,14	*
	Percentyl 99,8	1 godz.	-0,92	
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-2,62	**
	Percentyl 99,7	1 godz.	-1,28	
CO	S8h(k)max	8 godz.	-3,72	***
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-3,04	**

Przeprowadzone testy statystyczne dla miast z liczbą mieszkańców **100-250 tys.** wskazują, że w okresie 2010-2022 obserwuje się spadki dla wszystkich zanieczyszczeń. Istotne statystycznie trendy malejące nie dotyczą tylko Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 i O₃ (wszystkie parametry), dla których obserwuje się nieistotne statystycznie tendencje malejące.

Najwyższą istotność statystyczną odnotowano w przypadku trendów malejących pyłu zawieszonego PM2,5, pyłu zawieszonego PM10 oraz oznaczanego w nim B(a)P i pozostałych metali ciężkich oraz NO₂ (stężenie średnie roczne), SO₂, CO i benzenu (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, INFAIR

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM2,5	Sa	1 rok	-3,84	***
PM10	Sa	1 rok	-3,84	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-3,84	***
BaP(PM10)	Sa	1 rok	-3,97	***
As(PM10)	Sa	1 rok	-3,84	***
Cd(PM10)	Sa	1 rok	-3,72	***
Ni(PM10)	Sa	1 rok	-0,55	
Pb(PM10)	Sa	1 rok	-3,97	***
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-0,79	
	Percentyl 93,2	8 godz.	-0,31	
	SOMO35	8 godz.	-1,40	
NO ₂	Sa	1 rok	-3,36	***
	Percentyl 99,8	1 godz.	-3,11	**
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-3,84	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-3,60	***
CO	S8h(k)max	8 godz.	-3,48	***
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-3,72	***

Przeprowadzone testy statystyczne dla miast z liczbą mieszkańców **50-100 tys.** wskazują, że w okresie 2010-2022 obserwuje się generalne spadki z wyjątkiem As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10, dla którego obserwuje się tendencję rosnącą.

Istotne statystycznie trendy malejące zauważalne są dla wszystkich zanieczyszczeń poza Ni oznaczanym w pyłe zawieszonym PM10 i O₃ (wszystkie parametry), 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, Cd i Pb oraz SO₂, (percentyl 99,2) (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, INFAIR

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM2,5	Sa	1 rok	-4,09	***
PM10	Sa	1 rok	-3,84	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-3,48	***
BaP(PM10)	Sa	1 rok	-3,48	***
As(PM10)	Sa	1 rok	0,06	
Cd(PM10)	Sa	1 rok	-3,72	***
Ni(PM10)	Sa	1 rok	-1,53	
Pb(PM10)	Sa	1 rok	-3,72	***
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-0,31	
	Percentyl 93,2	8 godz.	0,43	
	SOMO35	8 godz.	-0,43	
NO ₂	Sa	1 rok	-2,62	**
	Percentyl 99,8	1 godz.	-2,50	*
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-3,36	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-2,99	**
CO	S8h(k)max	8 godz.	-2,49	*
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-2,34	*

Przeprowadzone testy statystyczne dla miast z liczbą mieszkańców **25-50 tys.** wskazują, że w okresie 2010-2022 dla wszystkich zanieczyszczeń obserwuje się spadki. Istotnych statystycznie trendów malejących nie odnotowano tylko dla Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 i O₃ (percentyl 93,2 z max dobowych 8-godzinnych średnich kroczących), dla których obserwuje się nieistotnie statystyczną 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 NO₂ (stężenie średnie roczne) 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	-3,58	***
PM10	Sa	1 rok	-4,09	***
	Percentyl 90,4	24 godz.	-3,97	***
BaP(PM10)	Sa	1 rok	-3,36	***
As(PM10)	Sa	1 rok	-2,50	*
Cd(PM10)	Sa	1 rok	-3,48	***
Ni(PM10)	Sa	1 rok	-0,06	
Pb(PM10)	Sa	1 rok	-4,33	***
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-2,26	*
	Percentyl 93,2	8 godz.	-1,04	
	SOMO35	8 godz.	-2,01	*
NO ₂	Sa	1 rok	-4,21	***
	Percentyl 99,8	1 godz.	-3,23	**
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-3,60	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-3,60	***
CO	S8h(k)max	8 godz.	-2,99	**
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-3,04	**

Przeprowadzone testy statystyczne dla miast z liczbą mieszkańców **10-25 tys.** wskazują, że w okresie 2010-2022 obserwuje się istotne statystycznie trendy malejące dla pyłu zawieszonego PM2,5 i PM10, O₃ (percentyl 93,2 z max oraz SOMO35), NO₂, SO₂, benzenu oraz Cd i Pb oznaczanych w pyłe zawieszonym PM10. Dla pozostałych zanieczyszczeń obserwuje się nieistotne statystycznie tendencje malejące. W przypadku CO testy nie mogły być wykonane ze względu na niewystarczającą kompletność danych.

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	-3,84	***
PM10	Sa	1 rok	-2,75	**
	Percentyl 90,4	24 godz.	-2,75	**
BaP(PM10)	Sa	1 rok	-1,40	
As(PM10)	Sa	1 rok	-0,55	
Cd(PM10)	Sa	1 rok	-4,09	***

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
Ni(PM10)	Sa	1 rok	-0,67	
Pb(PM10)	Sa	1 rok	-3,60	***
O ₃	S8h(k)max	8 godz.	-1,25	
	Percentyl 93,2	8 godz.	-1,71	+
	SOMO35	8 godz.	-1,71	+
NO ₂	Sa	1 rok	-3,36	***
	Percentyl 99,8	1 godz.	-2,87	**
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-2,99	**
	Percentyl 99,7	1 godz.	-2,38	*
CO	S8h(k)max	8 godz.		**
C ₆ H ₆	Sa	1 rok	-2,15	*

Przeprowadzone testy statystyczne dla miast **poniżej 10 tys.** mieszkańców wskazują, że w tego typu miastach pomiary PMŚ są rzadziej niż dla innych typów miast prowadzone. W okresie 2010-2022 zaobserwowano istotne statystycznie trendy malejące dla pyłu zawieszonego PM10 (średnia roczna), NO₂ (średnia roczna), SO₂ i CO. Nieistotne statystycznie tendencje malejące wystąpiły dla pyłu zawieszonego PM10 (percentyl 90,4), NO₂ (percentyl 99,8) oraz O₃.

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, INF AIR

Zanieczyszczenie	Parametr	Czas uśredniania	Test Manna–Kendalla	
			Test Z	Istotność
PM2,5	Sa	1 rok		
PM10	Sa	1 rok	-2,34	*
	Percentyl 90,4	24 godz.	-1,71	+
BaP(PM10)	Sa	1 rok		*
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.	-0,31	
	Percentyl 93,2	8 godz.	-1,25	
	SOMO35	8 godz.	-0,93	
NO ₂	Sa	1 rok	-2,49	*
	Percentyl 99,8	1 godz.	-1,25	
SO ₂	Percentyl 99,2	24 godz.	-3,58	***
	Percentyl 99,7	1 godz.	-3,11	**
CO	S8h(k)max	8 godz.	-1,87	+
C ₆ H ₆	Sa	1 rok		

18. Bibliografia

Publikacje i raporty

1. GIOŚ 2023a, „Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2022”; praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez INF AIR i Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Kobus D., Skotak K., Warszawa 2023
2. GIOŚ 2023b, Wskaźniki średniego narażenia na pył zawieszony PM_{2,5} dla miast powyżej 100 tys. mieszkańców i aglomeracji oraz krajowy wskaźnik średniego narażenia w 2022 roku. GIOŚ, Warszawa 2023
3. GIOŚ 2022, „Jakość powietrza w Polsce w roku 2021 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 2022
4. GIOŚ 2022, Program Wykonawczy Państwowego Monitoringu Środowiska na rok 2022. 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.).
5. IMGW 2022, „Klimat Polski 2022”. Opracowanie własne IMGW-PIB, 2023.
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>