



GŁÓWNY INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA

Jakość powietrza w Polsce w roku 2021 w świetle wyników pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska



Praca wykonana na podstawie umowy nr GIOŚ/ZP/43/2022/DMS/NFOŚ z dnia 5 kwietnia 2022 r. zawartej pomiędzy Głównym Inspektoratem Ochrony Środowiska a Instytutem Ochrony Środowiska – Państwowym Instytutem Badawczym oraz INFAIR Dominik Kobus, finansowanej ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Warszawa, 2022

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	3
2. Przyjęte w opracowaniu założenia, kryteria i oznaczenia	4
3. Podstawy prawne monitoringu jakości powietrza w ramach PMŚ	8
4. Charakterystyka warunków meteorologicznych	11
5. Stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5}	16
5.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	17
5.2. Wskaźnik średniego narażenia	22
5.3. Jakość powietrza w miastach	24
5.4. Epizody wysokich stężeń	25
5.5. Ocena skutków zdrowotnych	30
6. Stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀	33
6.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	34
6.2. Jakość powietrza w miastach	43
6.3. Epizody wysokich stężeń	46
7. Stężenia benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀	53
7.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	54
7.2. Jakość powietrza w miastach	59
7.3. Epizody wysokich stężeń	61
8. Stężenia arsenu As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀	65
8.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	66
8.2. Jakość powietrza w miastach	70
8.3. Epizody wysokich stężeń	72
9. Stężenia niklu Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀	74
9.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	75
9.2. Jakość powietrza w miastach	80
9.3. Epizody wysokich stężeń	81
10. Stężenia kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀	83
10.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	84
10.2. Jakość powietrza w miastach	88
10.3. Epizody wysokich stężeń	90
11. Stężenia ołowiu Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀	92
11.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju	93
11.2. Jakość powietrza w miastach	98

11.3.	Epizody wysokich stężeń.....	99
12.	Stężenia ozonu O₃	101
12.1.	Ocena jakości powietrza w skali kraju	102
12.2.	Jakość powietrza w miastach.....	112
12.3.	Epizody wysokich stężeń.....	115
12.4.	Ocena jakości powietrza w skali kraju – ochrona roślin	118
13.	Stężenia dwutlenku azotu NO₂	126
13.1.	Ocena jakości powietrza w skali kraju	127
13.2.	Jakość powietrza w miastach.....	135
13.3.	Epizody wysokich stężeń.....	136
14.	Stężenia dwutlenku siarki SO₂.....	140
14.1.	Ocena jakości powietrza w skali kraju	141
14.2.	Jakość powietrza w miastach.....	149
14.3.	Epizody wysokich stężeń.....	151
15.	Stężenia tlenku węgla CO	154
15.1.	Ocena jakości powietrza w skali kraju	155
15.2.	Jakość powietrza w miastach.....	160
15.3.	Epizody wysokich stężeń.....	161
16.	Stężenia benzenu C₆H₆.....	164
16.1.	Ocena jakości powietrza w skali kraju	165
16.2.	Jakość powietrza w miastach.....	169
16.3.	Epizody wysokich stężeń.....	170
17.	Podsumowanie	175
18.	Bibliografia.....	186

1. Wprowadzenie

Raport, zawierający ocenę stanu zanieczyszczenia powietrza w Polsce w 2021 roku, opracowany został na podstawie wyników pomiarów Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ). Pomimo, że jest to kolejny tego typu raport, istotnie się on różni od poprzednich. W celu lepszego zrozumienia i kompleksowego przedstawienia omawianych w nim zagadnień, zmieniono strukturę raportu z wyraźnym podziałem na zanieczyszczenia. W opisie zagadnień przedstawiono najważniejsze fakty i zauważone zależności. Każdy rozdział ma identyczną strukturę (z drobnymi rozszerzeniami dla pyłu zawieszonego PM_{2,5}), a zagadnienia związane z jakością powietrza dla danego zanieczyszczenia omawiane są w sposób kompleksowy (patrz rozdział 2). W celu zachowania spójności z innymi opracowaniami udostępnianymi przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska w tym zakresie, ujednolicono sposób i formę (w tym graficzną) przedstawiania informacji.

Ponadto niniejsze opracowanie zostało rozszerzone w stosunku do poprzednich m.in. o analizy zmian stężeń z roku na rok, zmian w stosunku do średnich z wielolecia, czy analizy trendów dla wszystkich zanieczyszczeń. Informacje z pojedynczych stacji (stanowisk) ograniczono do map oraz rozkładów zmian dobowych określonych parametrów przedstawianych na wykresach. Inne informacje podano w bardziej zagregowany sposób, np. dla stref, czy typów stacji. Wprowadzono również nowe zagadnienia, w tym związane z analizami w miastach pogrupowanych według poszczególnych kategorii liczebności mieszkańców oraz porównano te dane ze stężeniami obserwowanymi na obszarach pozamiejskich.

Opracowanie rozszerzono o analizę epizodów wysokich stężeń dla wszystkich z omawianych zanieczyszczeń (nie tylko dla O₃ i pyłu zawieszonego PM₁₀). W celu ujednolicenia podejścia do identyfikacji występowania epizodów wysokich stężeń oraz uniknięcia kwalifikacji jako epizodu pojedynczych przypadków lokalnych, a także przedstawienia sytuacji nietypowych, zaproponowano metodę statystyczną identyfikacji okresów odbiegających od typowego rozkładu stężeń, identyczną dla każdego zanieczyszczenia i parametru (patrz rozdział 2).

Ponadto, po raz pierwszy, opracowanie rozszerzono o analizy skutków zdrowotnych. Ze względu na najwyższy poziom ryzyka dla zdrowia pyłu zawieszonego PM_{2,5}, potwierdzony badaniami epidemiologicznymi, oraz uwzględnieniem pyłu zawieszonego PM_{2,5} jako kluczowego czynnika zagrożenia ze strony środowiska w zdecydowanej większości raportów i opracowań na świecie, w raporcie ocenę zdrowotną wykonano dla tego zanieczyszczenia.

Ze względu na charakter raportu, w którym analizy ograniczono do najważniejszych faktów, podsumowanie zawiera wyniki testów statystycznych zmian stężeń w okresie 2010-2021 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 2021 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 ustalonych prawnie jako kryteria oceny tj. pył zawieszony PM_{2,5} oraz PM₁₀ wraz z oznaczanymi w nim benzo(a)pirenem i metalami ciężkimi, a następnie ozon, dwutlenek azotu i kolejne zanieczyszczenia jak dwutlenek siarki, tlenek węgla i benzen.

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

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

W tym podrozdziale zawarto ocenę uzyskiwanych wyników w ramach PMŚ:

- i) z odniesieniem do określonych prawnie wartości normowanych, aktualnie obowiązujących poziomów dopuszczalnych, poziomów docelowych i poziomu celu długoterminowego dla kryterium ochrony zdrowia (i dla kryteriów ochrony roślin w zakresie ozonu) zawartych w *Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu*³,
- ii) dla 2021 roku z uwzględnieniem zmian w stosunku do roku 2020 i w okresie 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

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 2021 oraz w okresie 2010-2021 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 (z 365/366) wyników 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. Za epizod uznaje się taką sytuację, gdy przekroczenia wyznaczonego progu utrzymują się co najmniej 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.

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 2019-2021 dla poszczególnych miast i aglomeracji oraz krajowy wskaźnik średniego narażenia dla 2021 roku⁴;
- 2) **Ocena skutków zdrowotnych**, podrozdział zawierający szacowanie skutków zdrowotnych powodowanych długookresowym narażeniem na pył zawieszony PM_{2,5}. W tym

⁴ GIOŚ 2022, „Wskaźniki średniego narażenia na pył zawieszony PM_{2,5} dla miast powyżej 100 tys. mieszkańców i aglomeracji oraz krajowy wskaźnik średniego narażenia w 2021 roku”, Warszawa, 2022

podrozdziale uwzględniono podział kraju na strefy, w których dokonuje się oceny jakości powietrza, a analizy przeprowadzono dla roku 2021. 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 stosowaną we wcześniejszych raportach EAŚ, tj. na poziomie 6,2% przy wzroście stężenia o $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (obecnie rekomendowana wartość w najnowszych Wytycznych Światowej Organizacji Zdrowia z 2021 r. wynosi 8,0%).

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 kroczących

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 kroczących

SOMO35 - wskaźnik określający zanieczyszczenie powietrza ozonem (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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a wartością $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (35 ppb), dla każdego dnia w roku, dla którego stężenie to jest większe od $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$

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 µm

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

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

As - arsen oznaczany w pyłe zawieszonym PM₁₀

Cd - kadm oznaczany w pyłe zawieszonym PM₁₀

Ni - nikiel oznaczany w pyłe zawieszonym PM₁₀

Pb - ołów oznaczany w pyłe zawieszonym PM₁₀

O₃ - ozon

NO₂ - dwutlenek azotu

SO₂ - dwutlenek siarki

CO - tlenek węgla

C₆H₆ - benzen

Stosowane kolory w tabelach dla analiz zmian w czasie:



wzrost



brak zmian (poniżej 1%)



spadek



brak danych

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 2021 roku zgodnie z zapisami zawartymi w dokumencie „Program Wykonawczy Państwowego Monitoringu Środowiska na rok 2021. 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 2021 r. poz. 1070, z późn. zm.). Został opracowany w Departamencie Monitoringu Środowiska Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska i zatwierdzony przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska.

Zgodnie z tym programem w roku 2021 realizowano:

1. zadania związane z badaniem i oceną stanu zanieczyszczenia powietrza zgodnie z wymaganiami prawa krajowego, do którego przetransponowane zostały wymagania przepisów Unii Europejskiej:
 - a. badania i roczne oceny jakości powietrza w strefach,
 - b. informowanie o ryzyku wystąpienia przekroczenia i wystąpieniu przekroczenia poziomu informowania, poziomu alarmowego, poziomu dopuszczalnego i poziomu docelowego substancji w powietrzu,
 - c. monitoring tła miejskiego pod kątem wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w pyłe zawieszonym PM₁₀,
 - d. pomiary stanu zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym PM_{2,5} dla potrzeb oceny dotrzymania krajowego celu redukcji narażenia,
 - e. 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,
 - f. określanie tła substancji w powietrzu,
 - g. monitoring prekursorów ozonu;
2. zadania związane z modelowaniem i prognozowaniem zanieczyszczenia powietrza:
 - a. wspomaganie systemu ocen jakości powietrza metodami modelowania matematycznego,
 - b. 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,
 - c. krótkoterminowe prognozy zanieczyszczenia powietrza,
 - d. określanie wpływu źródeł transgranicznych na jakość powietrza,
 - e. 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:

- a. monitoring tła zanieczyszczenia atmosfery wg programów EMEP, GAW/WMO i COMBINE/HELCOM,
- b. monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i ocena depozycji zanieczyszczeń do podłoża, w tym wzmocnienie oceny depozycji w Polsce w oparciu o doświadczenia norweskie,
- c. 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. z 2021 r. poz. 1973 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. z 2021 r. poz. 1070 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. z 2022 r. poz. 1029 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 2021 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 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 latach 2019 i 2020 r. 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:

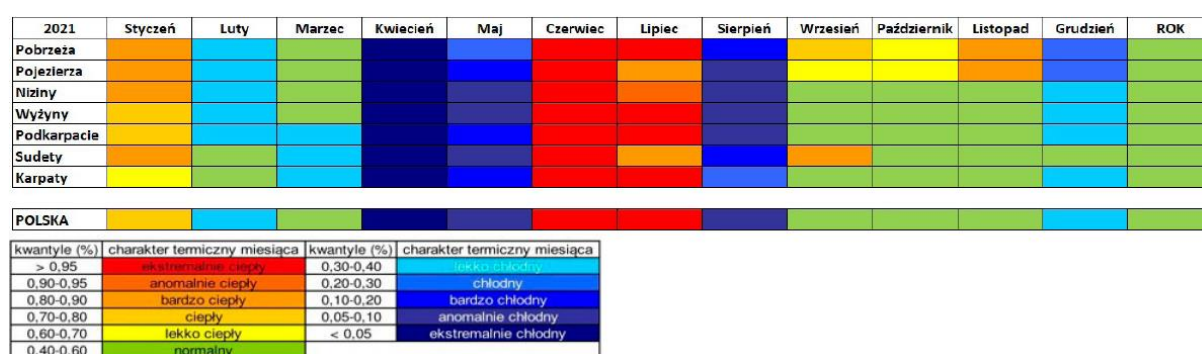
- emisja zanieczyszczeń pyłowych (pyłu zawieszonego PM₁₀ i oznaczanego w nim B(a)P, a także pyłu zawieszonego PM_{2,5}) związana z ogrzewaniem budynków (uwarunkowana temperaturą powietrza, prędkością wiatru, natężeniem promieniowania słonecznego, wilgotnością);
- emisja zanieczyszczeń gazowych związana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

- unos pyłu z zapyłonych bądź nieutwardzonych powierzchni, w tym wtórny unos pyłów osiadłych wcześniej (związany z prędkością wiatru, wilgotnością powietrza i podłoża, stanu równowagi atmosfery).

Jeżeli w sezonie chłodnym częściej niż przeciętnie występują niekorzystne warunki meteorologiczne (duże spadki temperatury powietrza, niska prędkość wiatru, długotrwałe inwersje temperatury powietrza w przyziemnej warstwie atmosfery), to w większej liczbie dni notowane są podwyższone stężenia zanieczyszczeń powietrza (nie dotyczy to ozonu), co w rezultacie prowadzi do podniesienia wartości parametrów statystycznych z rocznych serii pomiarowych, w niektórych przypadkach do wartości przekraczających poziomy dopuszczalne i docelowe.

Charakterystykę warunków meteorologicznych roku 2021 przedstawiono na podstawie danych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego, a w szczególności opracowanego w IMGW-PIB raportu „Klimat Polski 2021”.

Najcieplejszym miesiącem roku 2021 w Polsce był lipiec, który w odniesieniu do wartości wieloletnich (1991-2020) wraz z czerwcem stanowił miesiące ekstremalnie ciepłe lub anomalnie ciepłe. Najchłodniejszym miesiącem był luty, który w większości regionów został uznany za lekko chłodny, a w górach za normalny (Rys. 4-1). Ekstremalnie chłodne i anomalnie chłodne były miesiące wiosenne – kwiecień i maj oraz letni – sierpień.



Rys. 4-1. Charakterystyka termiczna roku 2021 w Polsce i poszczególnych regionach.

Poszczególne klasy wyznaczono na podstawie wartości z wielolecia 1991-2020

Źródło: IMGW-PIB.

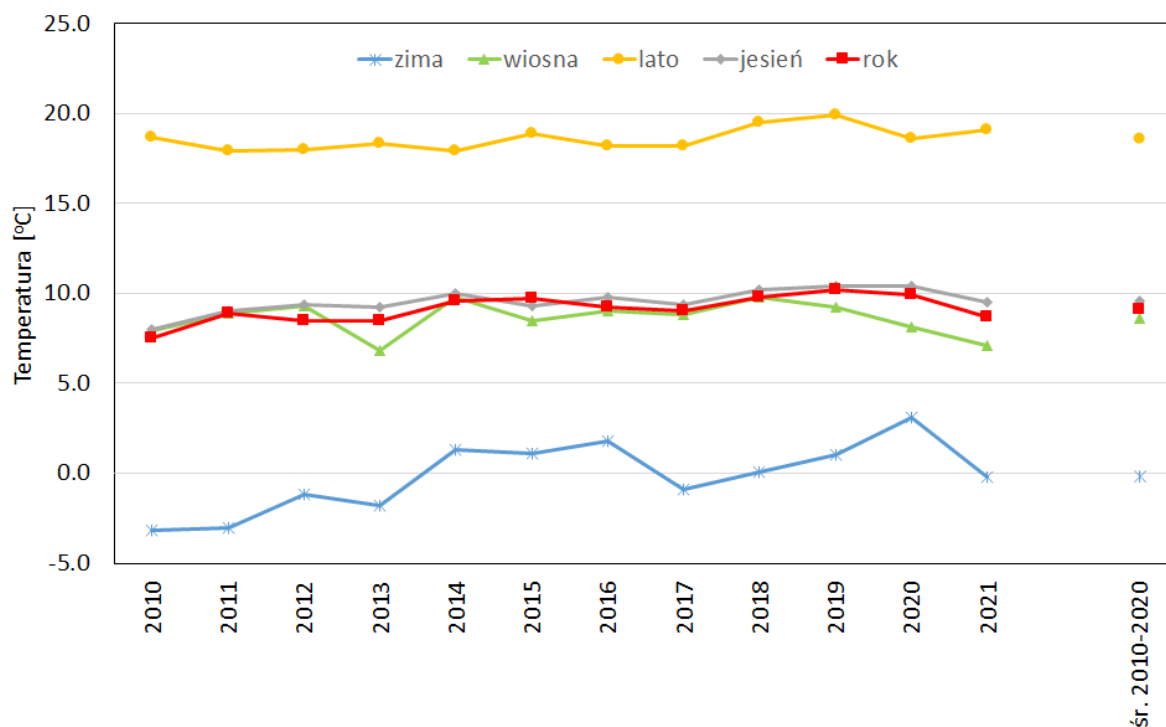
Na tle warunków termicznych wcześniejszej dekady rok 2021 był chłodniejszy od poprzednich 7 lat, a szczególnie od lat 2018-2020. Najchłodniejszy w tym czasie był rok 2010, od którego zaczynają się przeprowadzone w kolejnych rozdziałach analizy stanu zanieczyszczenia powietrza w wieloleciu. Rok 2021 we wszystkich regionach został uznany za 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							

Rys. 4-2. Charakterystyka termiczna lat 2010-2021

Źródło: IMGW-PIB

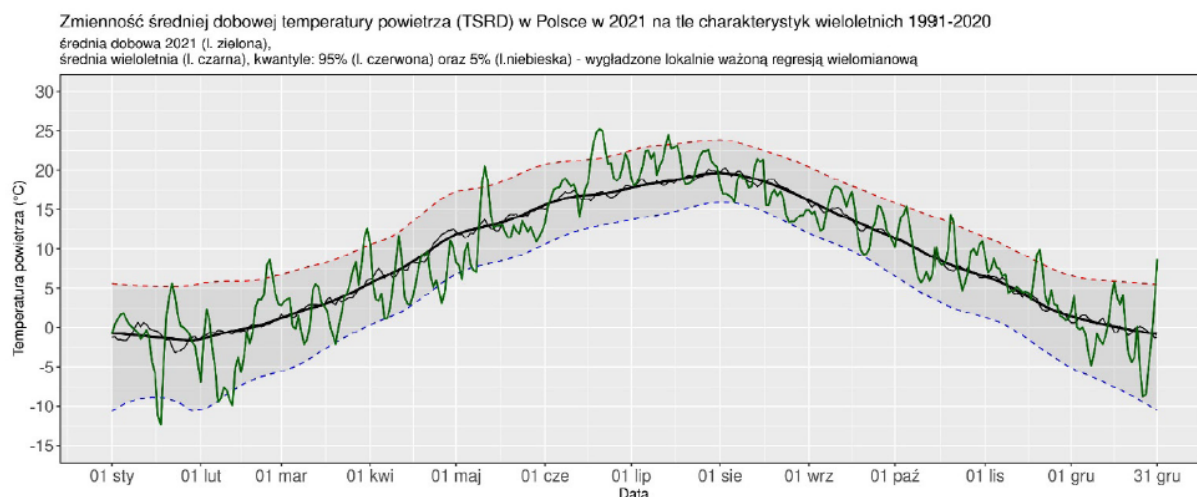
Obserwowany w ostatniej dekadzie wzrost temperatury średniej rocznej wyhamował w 2021 roku. Średnia temperatura powietrza w 2021 roku w Polsce była o 0,4°C niższa od średniej z lat 2010-2020 i o 1,2°C niższa od obserwowanej rok wcześniej. Jedynie latem temperatura była wyższa od średniej i notowanej w 2020 roku – o 0,5°C. W pozostałych porach roku odnotowano spadki – wiosną o 1,5°C w stosunku do średniej i o 1°C w stosunku do poprzedniego roku, jesienią odpowiednio o 0,1 i 0,9°C; zimą temperatura była równa średniej dla tej pory roku z lat 2010-2020, ale aż o 3,3°C niższa od poprzedniego roku (Rys. 4-3).



Rys. 4-3. Średnie temperatury powietrza w Polsce w poszczególnych porach roku w latach 2010-2021

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

Zgodnie z oceną IMGW-PIB w 2021 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% 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).



Rys. 4-4. Dobowa zmienność średniej temperatury w Polsce

Źródło: IMGW-PIB

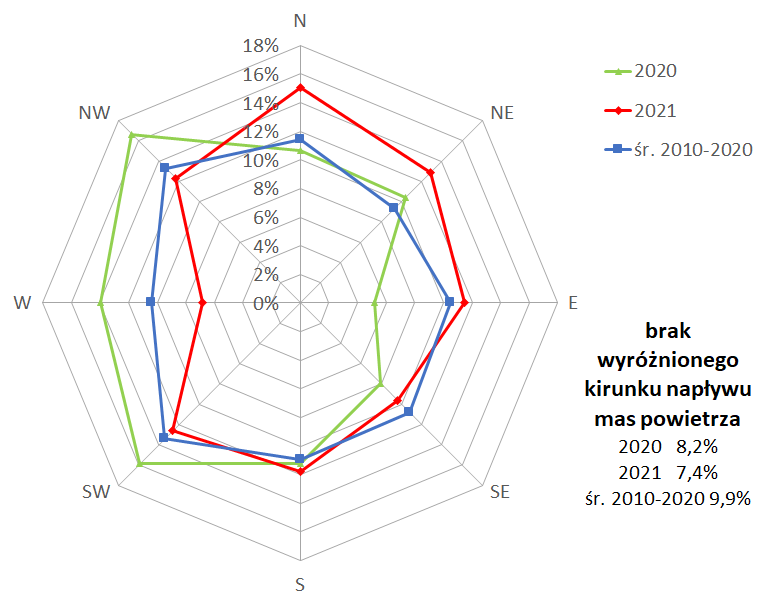
Warunki meteorologiczne w sezonie ciepłym mają decydujący wpływ na poziom stężenia ozonu. Ozon jest zanieczyszczeniem wtórnym powstającym w powietrzu atmosferycznym w wyniku reakcji fotochemicznych z udziałem tzw. prekursorów ozonu (tlenków azotu, węglowodorów i innych substancji) przy sprzyjających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

W 2021 r. warunki meteorologiczne w mniejszym stopniu i rzadziej niż w latach poprzednich sprzyjały powstawaniu ozonu.

Pod względem sumy opadów atmosferycznych rok 2021 został sklasyfikowany jako normalny, podobnie jak 2020. 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 – normalne.

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 2010-2020 masy powietrza napływały najczęściej z sektora zachodniego (szczególnie z kierunków SW i NW). W 2021 roku kierunki te straciły na znaczeniu i powietrze najczęściej napływało nad Polskę z sektora północnego – z kierunków N, NE i NW. Jest to również zmiana w stosunku do roku 2020, w którym obserwowano przewagę sektora zachodniego, chociaż największą częstość w tym roku odnotowano dla kierunku NW. W 2021 roku najrzadziej występującym kierunkiem napływu mas powietrza nad Polskę był kierunek zachodni, a w 2020 roku – wschodni (Rys. 4-5).



Rys. 4-5. Częstość występowania poszczególnych kierunków napływu mas powietrza nad Polskę w latach 2020 i 2021 na tle wartości średnich z lat 2010-2020
Źródło danych: IMGW-PIB, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

5. Stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5}

W niniejszym rozdziale zaprezentowano wyniki pomiarów stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} na stacjach w Polsce w 2021 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2021. Ocenę wykonano z odniesieniem do określonych prawnie kryteriów ustanowionych w celu ochrony zdrowia, podanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2021 r. poz. 845), 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}

a)

Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom PM _{2,5} w powietrzu [µg/m ³]	Wartość uwzględniona w ocenie [µg/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

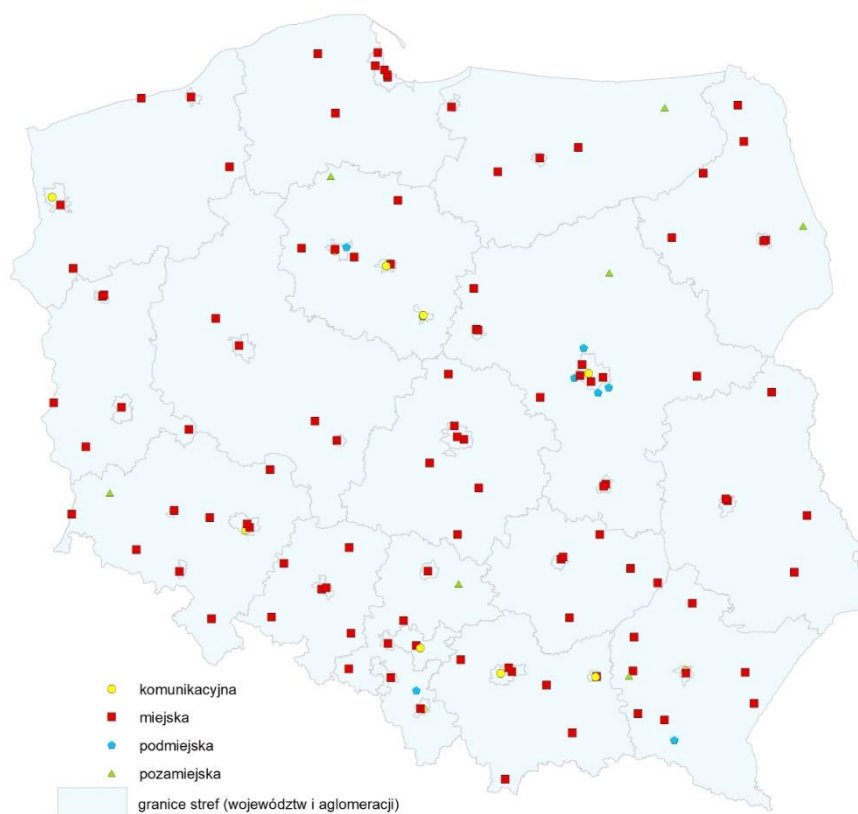
b)

Okres uśredniania stężeń	Nazwa wartości normowanej	Wartość [µg/m ³]	Wartość uwzględniona w ocenie [µg/m ³] ^{*)}	Termin osiągnięcia
trzy lata kalendarzowe ^{**)}	pułap stężenia ekspozycji	20	20,5	2015
trzy lata kalendarzowe ^{**)}	krajowy cel redukcji narażenia	18	18,5	2020

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

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

Ocenę zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym PM_{2,5} w 2021 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących ze 129 stanowisk pomiarowych, w tym 103 stacji tła miejskiego, 11 komunikacyjnych, 8 podmiejskich i 7 pozamiejskich.



Rys. 5-1. Stacje pomiarowe pyłu zawieszonego PM_{2,5} w 2021 r. uwzględnione w ocenie
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

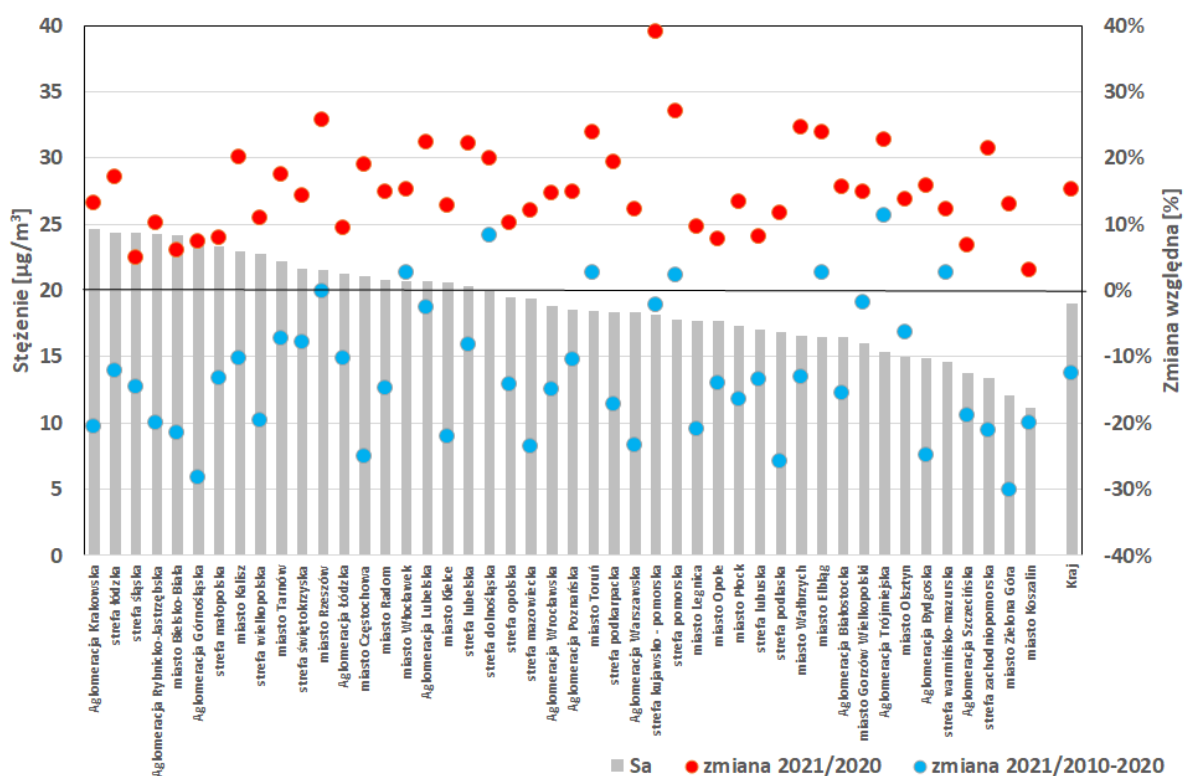
5.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W niniejszym rozdziale przedstawiono wartości średnich rocznych stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} w roku 2021 w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i w okresie 2010-2021 (w tym trendów zmian). 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 2021 r. 19,0 µg/m³. Największą wartość średnią odnotowano w Aglomeracji Krakowskiej (24,7 µg/m³), a najmniejszą w mieście Koszalin (11,2 µg/m³), a więc różnica pomiędzy nimi wyniosła 13,5 µg/m³ (Rys. 5-2 i Tab. 5-2). Dla wszystkich stref i dla wartości średniej krajowej średnie roczne stężenie pyłu zawieszonego PM_{2,5} było w roku 2021 większe niż rok wcześniej. Różnice względne sięgnęły od 2,9% w mieście Koszalin do 38,9% w strefie kujawsko-pomorskiej, przy średniej różnicy dla kraju na poziomie 15,2%.

Odnosząc wartości z 2021 r. do średnich z okresu 2010-2020 można stwierdzić spadek średnich stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} w większości stref (38 z 46), wzrost w 7 i brak zmian w 1 strefie. Spadki wyniosły od -30,2% w mieście Zielona Góra do -1,9% w mieście Gorzów Wielkopolski (to samo województwo), przy spadku dla wartości średniej w kraju na poziomie 12,5%. Natomiast wzrosty wyniosły od 2,2% w strefie pomorskiej i ok. 3% w miastach Włocławek i Toruń do 11,2% w Aglomeracji Trójmiejskiej. Brak zmian stwierdzono w mieście Rzeszów (Rys. 5-2 i Tab. 5-2).

Na blisko połowie stacji uwzględnionych w ocenie został przekroczony poziom dopuszczalny PM_{2,5} dla I i II fazy, w tym na 42% stacji przekroczony został poziom określony dla II fazy (od 2020 r.), a na kolejnych 5% także poziom określony dla I fazy (do 2015 r.) (Tab. 5-2).



Rys. 5-2. Stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM_{2,5} w 2021 r. na tle zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2020

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

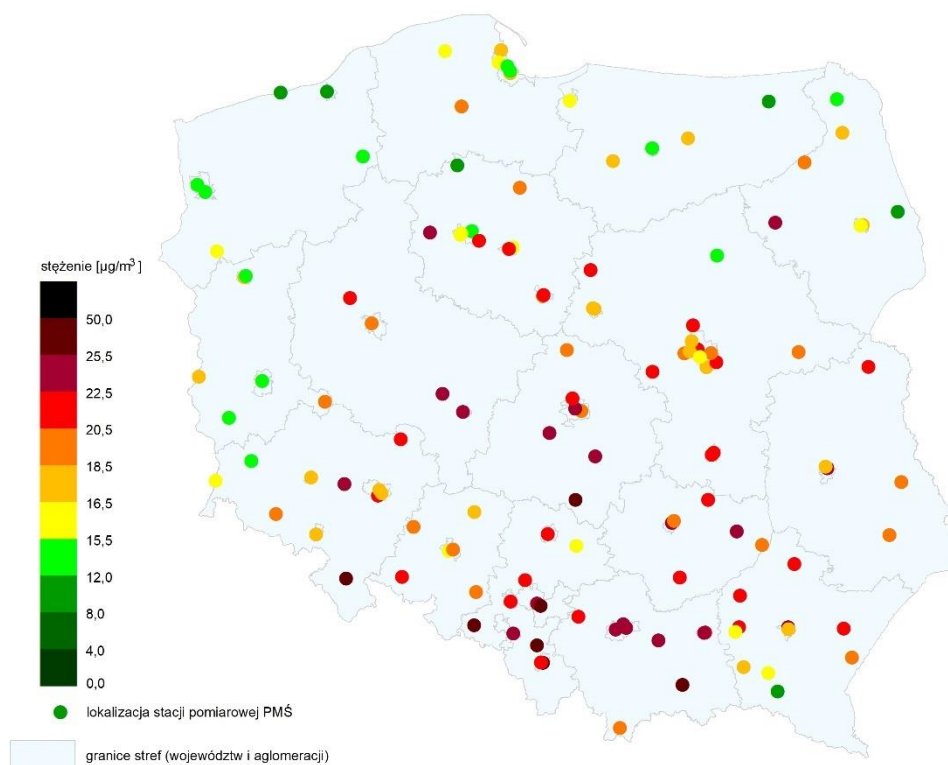
Tab. 5-2. Parametry jakości powietrza dla pyłu zawieszonego PM_{2,5} w 2021 r. (stężenie średnie roczne Sa)

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.	2021/2020	2021 / 2010-2020
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	3	1		17,2	18,8	21,0	14,7%	-15,0%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1			17,7	17,7	17,7	9,6%	-20,9%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1			16,6	16,6	16,6	24,6%	-13,1%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	6	3	1	12,3	19,9	27,6	19,8%	8,3%
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	3			12,9	14,9	16,1	15,7%	-24,8%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	2	1		16,3	18,4	20,5	23,9%	2,6%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	2	1		20,3	20,7	21,2	15,1%	2,7%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	4	2		8,7	18,2	24,4	38,9%	-2,3%
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	2	1		17,5	20,7	23,9	22,3%	-2,7%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	3	1		19,3	20,4	21,8	22,1%	-8,3%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	2			15,3	16,0	16,8	14,8%	-1,9%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1			12,1	12,1	12,1	12,9%	-30,2%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	3			14,4	17,1	20,1	8,0%	-13,5%
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	3	2		18,8	21,2	23,5	9,4%	-10,4%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	4	3	1	20,4	24,4	27,4	17,0%	-12,1%
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	3	3		24,1	24,7	25,2	13,2%	-20,5%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	2	2		21,3	22,2	23,1	17,4%	-7,3%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	4	3	1	19,6	23,3	27,9	7,8%	-13,4%
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	5	1		16,3	18,3	21,0	12,2%	-23,4%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	2			17,2	17,3	17,4	13,3%	-16,4%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	2	2		20,6	20,8	21,0	14,8%	-14,8%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	8	4		13,1	19,4	22,2	12,1%	-23,7%
opolskie	PL1601	miasto Opole	2			16,4	17,7	19,1	7,7%	-14,1%
opolskie	PL1602	strefa opolska	4	1		18,1	19,5	21,0	10,1%	-14,2%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	2	1		18,0	21,5	25,1	25,8%	-0,2%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	9	4		10,4	18,4	22,5	19,3%	-17,3%
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	2			16,0	16,4	16,9	15,5%	-15,5%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	5	1		8,3	16,9	24,6	11,7%	-25,8%
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	5			12,5	15,3	17,2	22,7%	11,2%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	2			16,0	17,8	19,6	27,0%	2,2%
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	3	3	1	21,9	23,5	26,0	7,3%	-28,4%
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	1		24,3	24,3	24,3	10,1%	-20,0%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	2	2	1	20,8	24,1	27,4	6,1%	-21,5%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1	1		21,1	21,1	21,1	18,9%	-25,2%

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.	2021/2020	2021 / 2010-2020
śląskie	PL2405	strefa śląska	4	3	2	15,6	24,4	33,0	4,8%	-14,6%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	2	1		18,6	20,6	22,6	12,8%	-22,1%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	4	3		19,1	21,6	25,3	14,3%	-7,9%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1			15,0	15,0	15,0	13,6%	-6,3%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1			16,5	16,5	16,5	23,9%	2,7%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	3			9,6	14,7	17,6	12,2%	2,6%
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	1			18,5	18,5	18,5	14,8%	-10,6%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1	1		23,0	23,0	23,0	20,0%	-10,3%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	2	2		21,8	22,8	23,8	10,9%	-19,7%
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	2			13,0	13,7	14,4	6,7%	-19,0%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1			11,2	11,2	11,2	2,9%	-20,0%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	3			10,6	13,4	16,3	21,3%	-21,1%
Kraj			129	54	7	8,3	19,0	33,0	15,2%	-12,5%

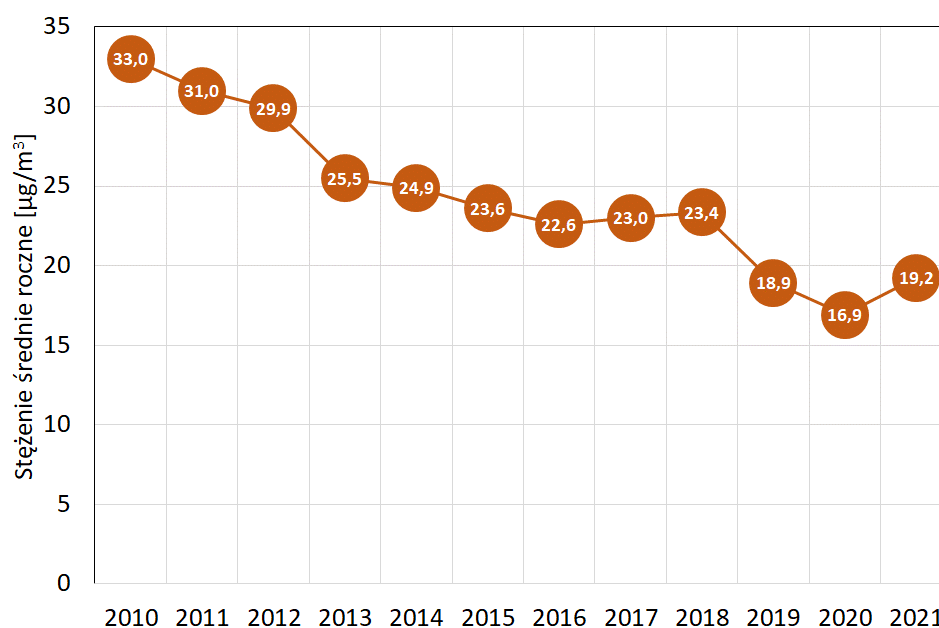
W rozkładzie przestrzennym stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} widoczny jest wyraźny gradient – od najmniejszych wartości średnich rocznych na północy i zachodzie kraju (na stacjach w województwach zachodniopomorskim, warmińsko-mazurskim, pomorskim i lubuskim) do największych na południu (w województwach śląskim, małopolskim i łódzkim) (Rys. 5-2 i 5-3). Niskie wartości stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} obserwowano również na stacjach na południu województwa podkarpackiego i na północy dolnośląskiego, a wysokie na niektórych stacjach w głębi kraju – na południu województwa wielkopolskiego i w świętokrzyskim.



Rys. 5-3. Stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM_{2,5} na stacjach pomiarowych w 2021 r.

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

Stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM_{2,5} 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 mieściły się w granicach 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), a w latach 2019-2021 spadły poniżej 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższą wartość stężenia średniego rocznego pyłu zawieszonego PM_{2,5} odnotowano w 2010 roku, a najniższą w 2020 roku (Rys. 5-4). Amplituda stężeń średnich rocznych w okresie 2010-2021 wyniosła 16,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Warto zaznaczyć, że w latach 2010 i 2011 pomiary stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5} były prowadzone na kilkunastu stacjach w kraju, a w 2021 na 129 (od 2018 było ich 100 i więcej), co jest nie bez znaczenia dla uzyskanego obrazu.



Rys. 5-4. Zmiany stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM_{2,5} w Polsce w okresie 2010-2021, obliczonych na podstawie danych ze stacji

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

Najwyższe stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5} były notowane na stacjach komunikacyjnych, a najniższe na stacjach pozamiejskich, przy czym wartości malały z upływem lat. Najbardziej zbliżone do siebie były wartości ze stacji miejskich i podmiejskich, zwłaszcza od roku 2016, pomimo różnej liczby stacji tych dwóch typów (znaczej przewagi liczebnej stacji miejskich) (Tab. 5-3).

Tab. 5-3. Zmiany stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM_{2,5} w latach 2010-2021 z uwzględnieniem typów stacji

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

Typ stacji	Stężenie Sa [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
komunikacyjna		38,5	38,8	32,0	31,4	28,8	27,3	28,4	28,9	23,2	19,9	21,9
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
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
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

5.2. Wskaźnik średniego narażenia

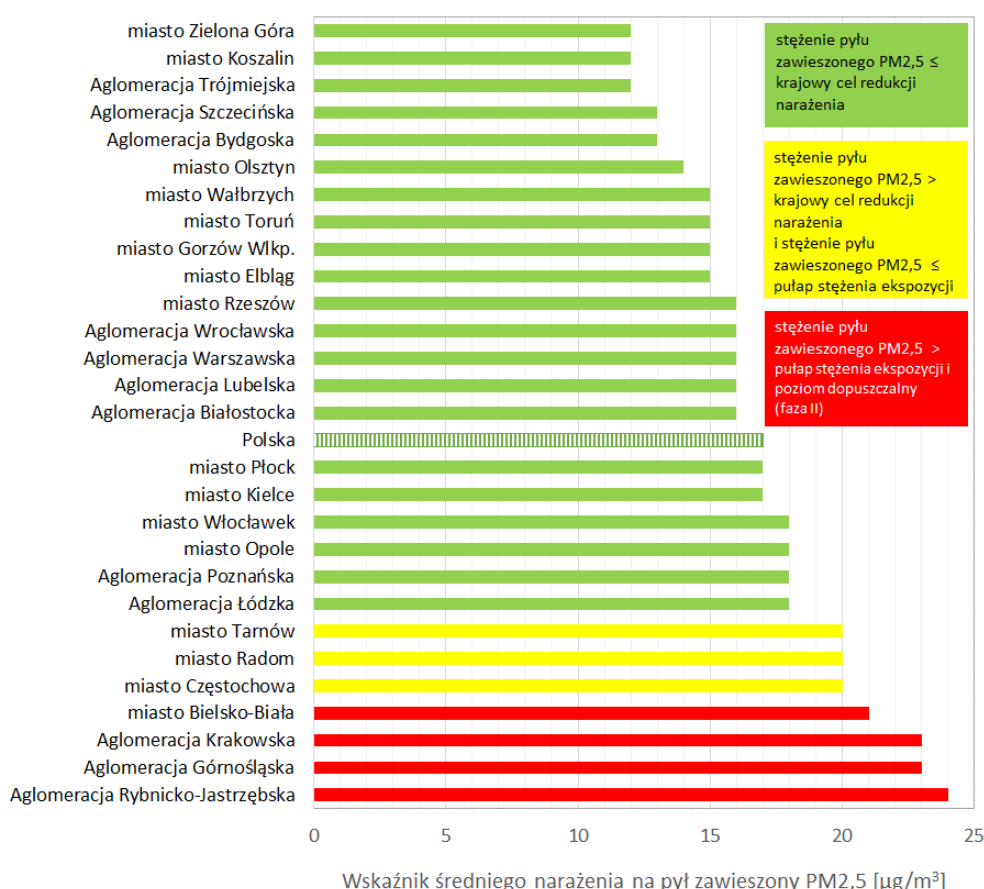
W dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy dla pyłu zawieszonego PM_{2,5}, zostały określone: pułap stężenia ekspozycji i krajowy cel redukcji narażenia. Odnoszą się one do obszarów tła miejskiego w miastach 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};

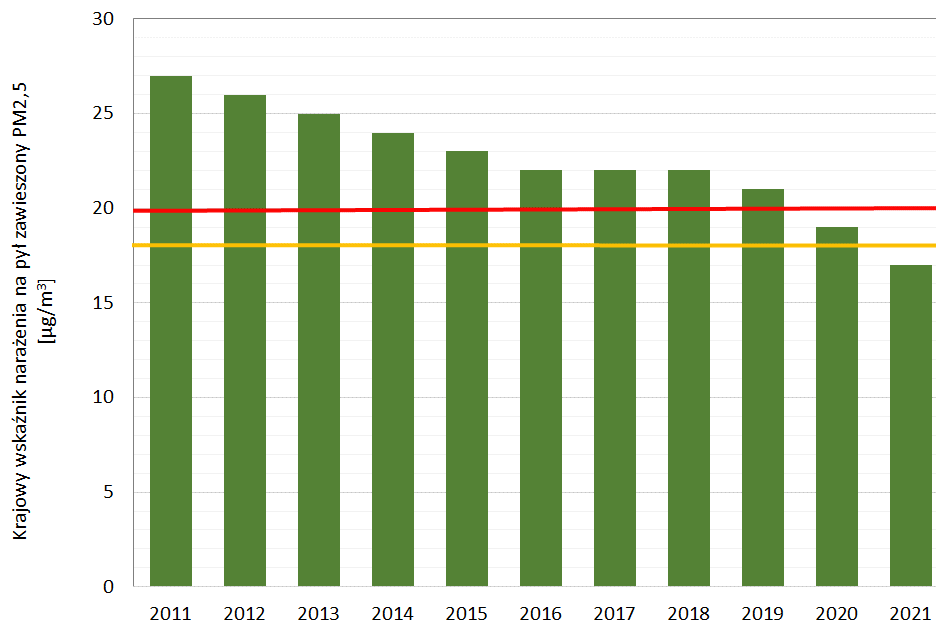
- krajowy cel redukcji narażenia - to procentowe zmniejszenie krajowego wskaźnika średniego narażenia dla roku odniesienia, w celu ograniczenia szkodliwego wpływu danej substancji na zdrowie ludzi, które ma być osiągnięte w określonym terminie; cel ten został określony jedynie dla pyłu zawieszonego PM_{2,5}.

Na podstawie średnich rocznych stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} dla poszczególnych stanowisk pomiarowych wykorzystywanych do oceny wskaźnika średniego narażenia dla lat 2019-2021 określono wartości wskaźnika dla poszczególnych miast i aglomeracji oraz krajowy wskaźnik średniego narażenia dla 2021 roku. Wartość krajowego wskaźnika średniego narażenia na pył zawieszony PM_{2,5} dla 2021 roku wyniosła 17 µg/m³. W 21 miastach i aglomeracjach osiągnął on niższe wartości od krajowego celu redukcji narażenia, wynoszącego 18 µg/m³, przy czym w 15 był niższy od krajowego wskaźnika średniego narażenia. W trzech miastach – Tarnowie, Radomiu i Częstochowie – miał wartość większą od krajowego celu redukcji narażenia, ale mniejszą od pułapu stężenia ekspozycji. Miasta i aglomeracje, w których wskaźnik średniego narażenia był wyższy od pułapu stężenia ekspozycji i poziomu dopuszczalnego (II faza) to: miasto Bielsko-Biała, Aglomeracja Krakowska, Aglomeracja Górnośląska i Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska (Rys. 5-5). Najwyższa wartość wskaźnika średniego narażenia, którą wyznaczono dla Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (24 µg/m³) była dwukrotnie wyższa od najniższych, wyznaczonych dla miasta Zielona Góra, miasta Koszalin i Aglomeracji Trójmiejskiej (12 µg/m³).



Rys. 5-5. Wskaźniki średniego narażenia na pył zawieszony PM_{2,5} dla 2021 roku

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



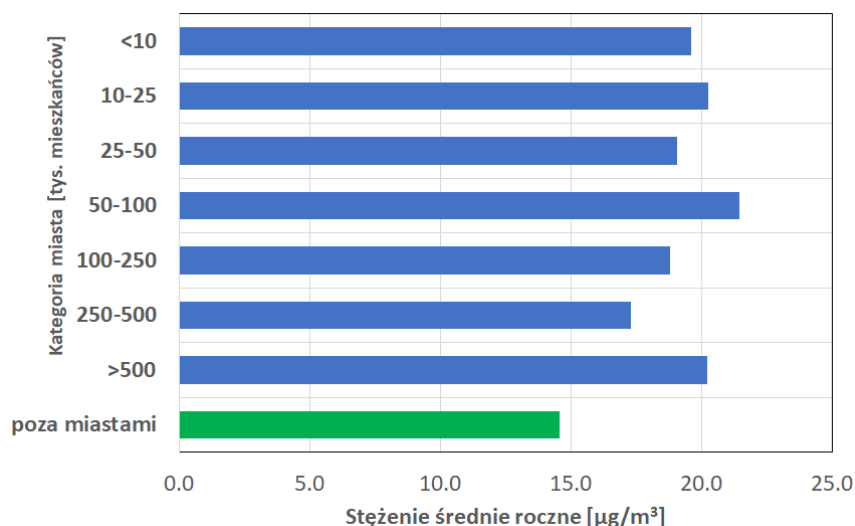
Rys. 5-6. Krajowe wskaźniki średniego narażenia na pył zawieszony PM_{2,5} w latach 2011-2021 na tle wartości odniesienia: linia żółta - krajowy cel redukcji narażenia, linia czerwona – pułap stężenia ekspozycji

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

Rok 2021 to kolejny rok, w którym odnotowano spadek wartości krajowego wskaźnika narażenia na pył zawieszony PM_{2,5} i pierwszy 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).

5.3. Jakość powietrza w miastach

Przeprowadzona analiza dla miast w poszczególnych kategoriach wykazała, że najwyższe średnie roczne stężenie pyłu zawieszonego w 2021 roku wystąpiło w miastach o liczbie ludności 50-100 tys., nieco mniejsze w miastach małych z kategorii 10-25 tys. i miastach powyżej 500 tys. mieszkańców. Miasta o najniższym stężeniu pyłu zawieszonego PM_{2,5} to miasta zamieszkałe przez 250-500 tys. mieszkańców. 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 2021 r.

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

Tab. 5-4. Zmiany stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM_{2,5} w latach 2010-2021 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
>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
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
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
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
25-50			28,3	26,8	23,7	22,6	22,0	22,3	22,4	19,4	17,6	19,1
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
<10			24,5	24,9	23,0		23,2	18,2	21,5	17,2	12,4	19,6
Obszar poza miastami	35,5	31,6	28,9	21,6	21,2	20,1	18,3	18,4	20,3	15,2	14,5	14,6

Średnie roczne stężenia dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2021, jak wartości uśrednione dla kraju, z tym samym zastrzeżeniem dotyczącym mniejszej liczby stacji na początku omawianego wielolecia. Największy spadek w 2021 r. w stosunku do lat wcześniejszych odnotowano dla terenów pozamiejskich, a najmniejszy dla małych i średnich miast (przy czym w miastach poniżej 10 tys. mieszkańców i w miastach z kategorii 25-50 tys. dane z dwóch początkowych lat nie były dostępne) (Tab. 5-4).

5.4. Epizody wysokich stężeń

Na Rys. 5-8 przedstawiono przebieg dobowych stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} w 2021 r. na analizowanych stacjach pomiarowych. Dla poszczególnych stanowisk każda wartość stężenia dobowego oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia - zgodnie ze skalą kolorów pokazaną w legendzie na dole rysunku. Miejsce puste, bez kolorowego paska oznacza, że dla tego dnia nie ma danej.

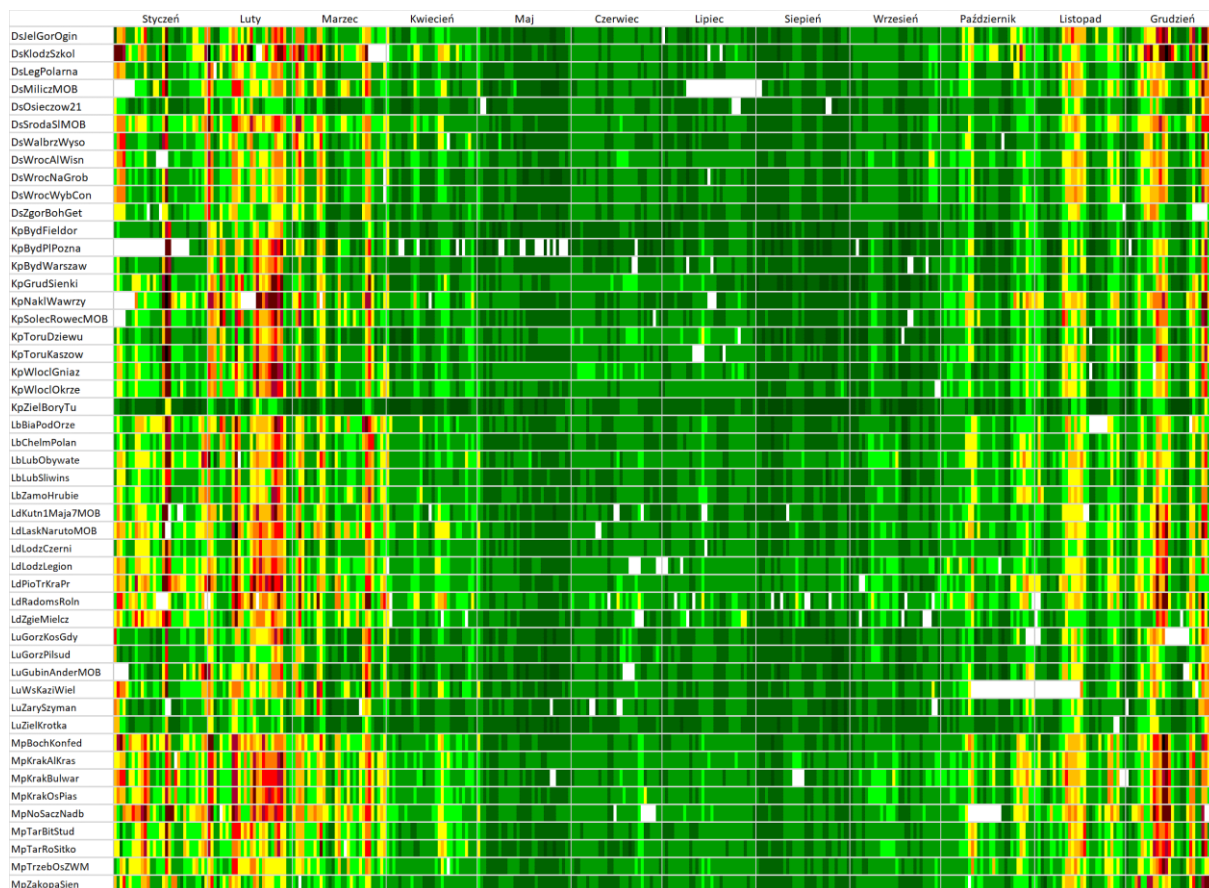
W przebiegu dobowych wartości stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} zaznaczyła się wyraźna przewaga wartości obserwowanych w sezonie chłodnym nad wartościami z ciepłego półrocza, co więcej wyższe wartości notowano w pierwszym kwartale niż w czwartym (Rys. 5-8). Najwyższe wartości na większości stacji w Polsce obserwowano w lutym, a najniższe w maju i sierpniu.

Przeprowadzona analiza rozkładów dobowych stężeń wykazała, że w 2021 r. miały miejsce trzy epizody wysokich stężeń pyłu (wg założeń opisanych w rozdziale 2). Miały one różny czas trwania i różny zasięg. Najdłuższy epizod, 11-dniowy, odnotowano w lutym, gdy wyniki ze 103 stacji przekroczyły wartość uznaną za próg epizodu, a maksymalna wartość dobowego stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5} przekroczyła 175 µg/m³. Drugi pod względem długości epizod miał miejsce w grudniu 2021, był krótszy (5-dniowy), odnotowało go 75 stacji, a stężenie maksymalne wyniosło ponad 177 µg/m³. Najkrótszy epizod, trwający 3 dni w styczniu, charakteryzował się największym średnim stężeniem pyłu zawieszonego PM_{2,5} i objął 103 stacje. Informacje o epizodach zebrano w Tabeli 5-5.

Tab. 5-5. Charakterystyka epizodów wysokich stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} w 2021 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 (38,6 µg/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2021-01-17 do 2021-01-19	3	103	5,8	62,5	168,9
2	od 2021-02-15 do 2021-02-25	11	103	0,3	47,9	175,4
3	od 2021-12-10 do 2021-12-14	5	75	5,4	46,0	177,1



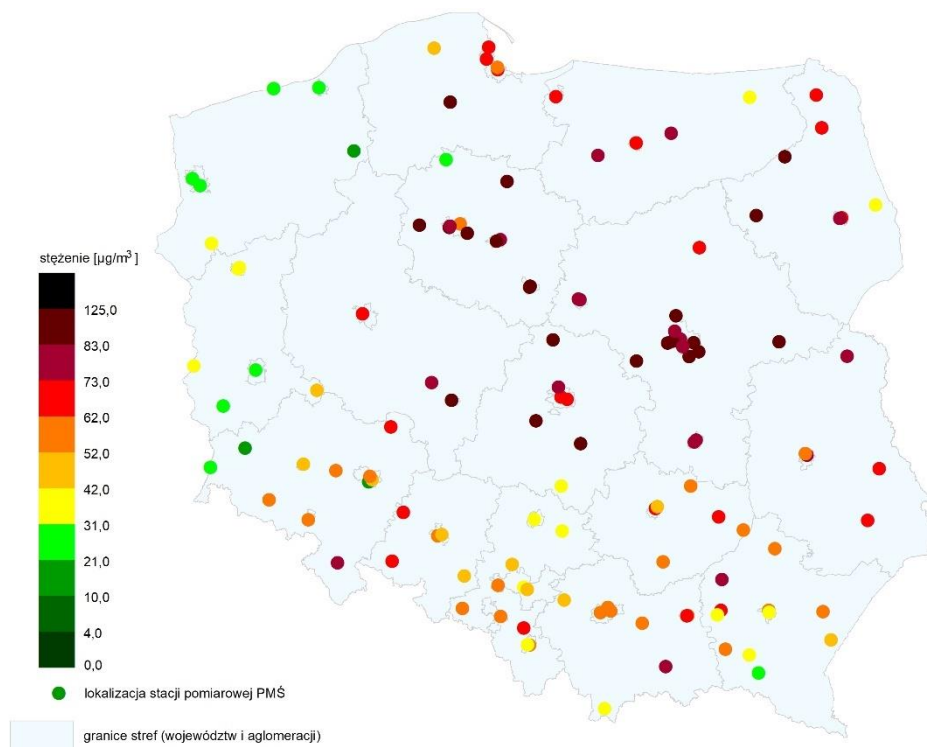


Rys. 5-8. Zmiany stężeń średnich dobowych pyłu zawieszonego PM_{2,5} na stacjach pomiarowych w 2021 r.

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

Epizod, który miał miejsce w styczniu 2021 roku był widoczny w centralnej i północno-wschodniej 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: mazowieckim, kujawsko-

pomorskim, łódzkim oraz w części wielkopolskiego i podlaskiego. Stosunkowo wysokie wartości wystąpiły w województwach pomorskim i warmińsko-mazurskim, a mniejsze obserwowano na południu kraju. Poza zasięgiem epizodu znalazły się województwa lubuskie i zachodniopomorskie, gdzie wystąpiły najmniejsze stężenia w kraju w tym czasie.

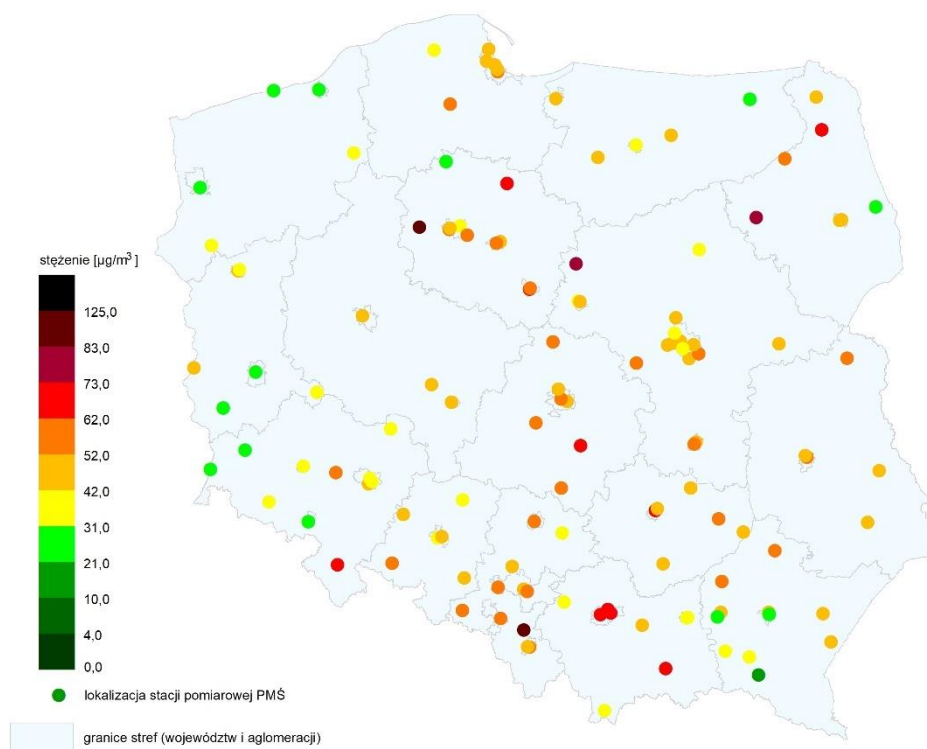


Rys. 5-9. Stężenia średnie pyłu zawieszonego PM_{2,5} w okresie epizodu wysokich stężeń (17-19.01.2021)

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

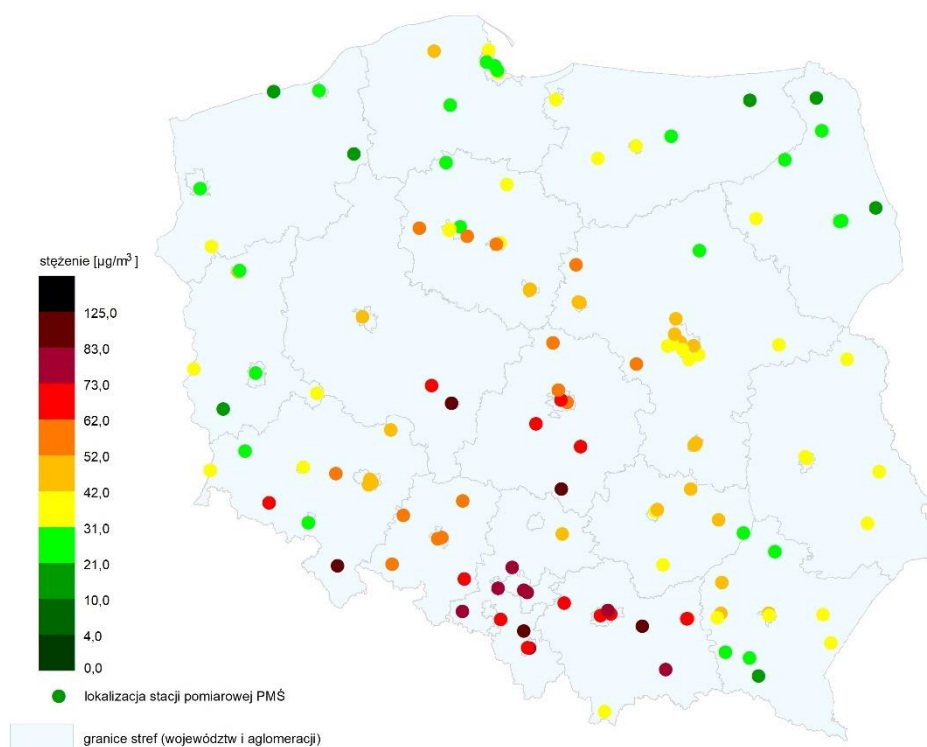
Epizod, który miał miejsce w lutym 2021 roku był widoczny w centralnej i południowej Polsce, sięgnął również na północ i wschód kraju. Na mapie widać stacje, na których uśrednione w okresie trwania epizodu wartości stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5} były najwyższe – po jednej stacji w czterech województwach (Rys. 5-10).

Epizod z grudnia 2021 roku objął swoim zasięgiem południową i środkową część Polski, a szczególnie województwa śląskie, małopolskie, łódzkie i część wielkopolskiego. Na stacjach w tych województwach odnotowano największe wartości stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5}, uśrednione w okresie trwania epizodu. Najmniejsze stężenia w tym okresie zmierzono na stacjach w województwach: lubuskim, zachodniopomorskim, pomorskim, podlaskim, podkarpackim i części warmińsko-mazurskiego (Rys. 5-11).



Rys. 5-10. Stężenia średnie pyłu zawieszonego PM_{2,5} w okresie epizodu wysokich stężeń (15-25.02.2021)

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



Rys. 5-11. Stężenia średnie pyłu zawieszonego PM_{2,5} w okresie epizodu (10-14.12.2021)

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

5.5. Ocena skutków zdrowotnych

Wykonana ocena skutków zdrowotnych powodowanych długookresowym narażeniem na pył zawieszony PM_{2,5} (stężeniem średnim rocznym) wskazuje, że w Polsce szacowana liczba przedwczesnych zgonów ogółem w roku 2021 wynosiła ponad 44 tys. Szacunki wskazują, że najwięcej przedwczesnych zgonów wystąpiło w strefach mazowieckiej i wielkopolskiej (ponad 3 tys.), zaś najmniej (poniżej 100) w miastach Zielona Góra i Koszalin (Tab. 5-5, Rys. 5-12). Taka sytuacja wynika nie tylko z obserwowanych stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5}, ale również z wielkości populacji zamieszkującej daną strefę oraz z podatności tej populacji na zanieczyszczenie powietrza (definiowanymi wskaźnikami zdrowotnymi).

O poziomie ryzyka dla danej populacji na zanieczyszczenie powietrza decyduje wskaźnik liczby przedwczesnych zgonów w przeliczeniu na 100 tys. mieszkańców. Analiza uzyskanych wyników dla tego wskaźnika, wynoszącego średnio w Polsce szacowanych 168 przedwczesnych zgonów na każde 100 tys. mieszkańców pokazuje, że wyższe wartości szacowane są dla 21 stref. Najwyższe wartości (przekraczające 220 osób na 100 tys. mieszkańców) dotyczą Aglomeracji Łódzkiej (najgorszy wynik w kraju), Górnośląskiej, strefy łódzkiej oraz miast Częstochowa i Kalisz, zaś najniższe (poniżej 125 os. na 100 tys. mieszk.) – miast: Zielona Góra (najniższy wskaźnik w kraju), Koszalin, Olsztyn i strefy zachodniopomorskiej (Tab. 5-6).

Warto zaznaczyć, że oszacowana liczba przedwczesnych zgonów ogółem powodowana pyłem zawieszonym PM_{2,5} poniżej zaleceń Światowej Organizacji Zdrowia⁵, określonych dla stężenia średniego rocznego jako 5 µg/m³, wynosi w Polsce ponad 11 tysięcy. Oznacza to, że w przypadku dotrzymania tej wartości, uniknięta liczba przedwczesnych zgonów w kraju szacowana jest na ponad 33 tysiące rocznie (Tab. 5-6, Rys. 5-12).

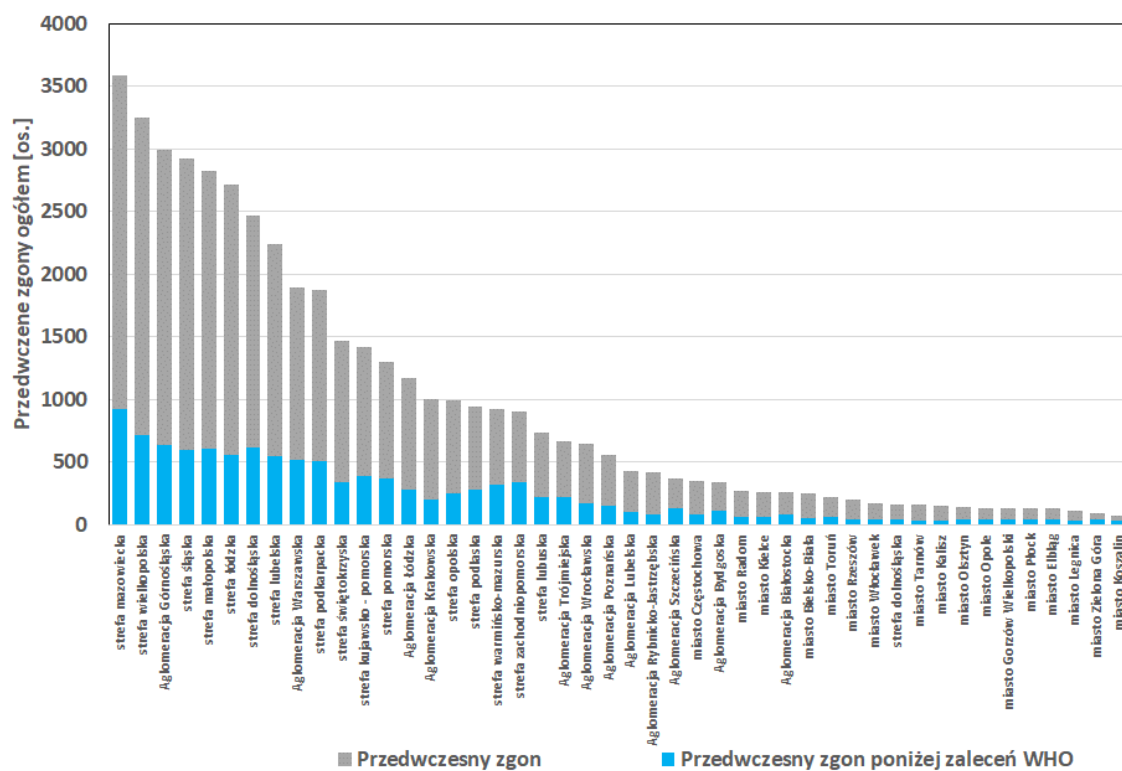
Tab. 5-6. Skutki zdrowotne powodowane średnim rocznym narażeniem na pył zawieszony PM_{2,5} w 2021 roku

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.]	Liczba [os.] powyżej zaleceń WHO
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	646	139	475
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	112	165	80
dolnośląskie	PL0203	strefa dolnośląska	157	202	110
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	2463	173	1844
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	341	141	227
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	217	154	158
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	167	219	127
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	1420	152	1029
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	424	182	322
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	2242	192	1692
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	134	156	92
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	96	97	57
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	739	148	523
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	1171	239	896
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	2717	226	2160

⁵ WHO 2021, „WHO global air quality guidelines”, Światowa Organizacja Zdrowia, 2021.

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Przedwczesne zgony ogółem		
			Liczba [os.]	Wskaźnik [os. na 100 tys.]	Liczba [os.] powyżej zaleceń WHO
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	998	181	795
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	156	203	121
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	2824	170	2218
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	1893	146	1376
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	131	160	93
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	272	191	206
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	3589	162	2666
opolskie	PL1601	miasto Opole	135	147	97
opolskie	PL1602	strefa opolska	988	169	734
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	201	151	154
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	1873	147	1364
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	256	126	178
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	939	160	660
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	664	124	447
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	1299	125	934
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	2988	236	2353
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	414	213	329
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	247	204	196
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	351	223	267
śląskie	PL2405	strefa śląska	2924	215	2324
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	260	192	197
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1470	209	1131
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	139	117	93
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	128	156	89
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	925	125	609
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	558	148	408
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	152	222	119
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	3251	171	2538
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	372	131	236
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	75	98	41
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	906	113	568
Kraj			44425	168	33332



Rys. 5-12. Liczba przedwczesnych zgonów powodowanych długookresowym narażeniem na pył zawieszony PM_{2,5} w 2021 roku

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

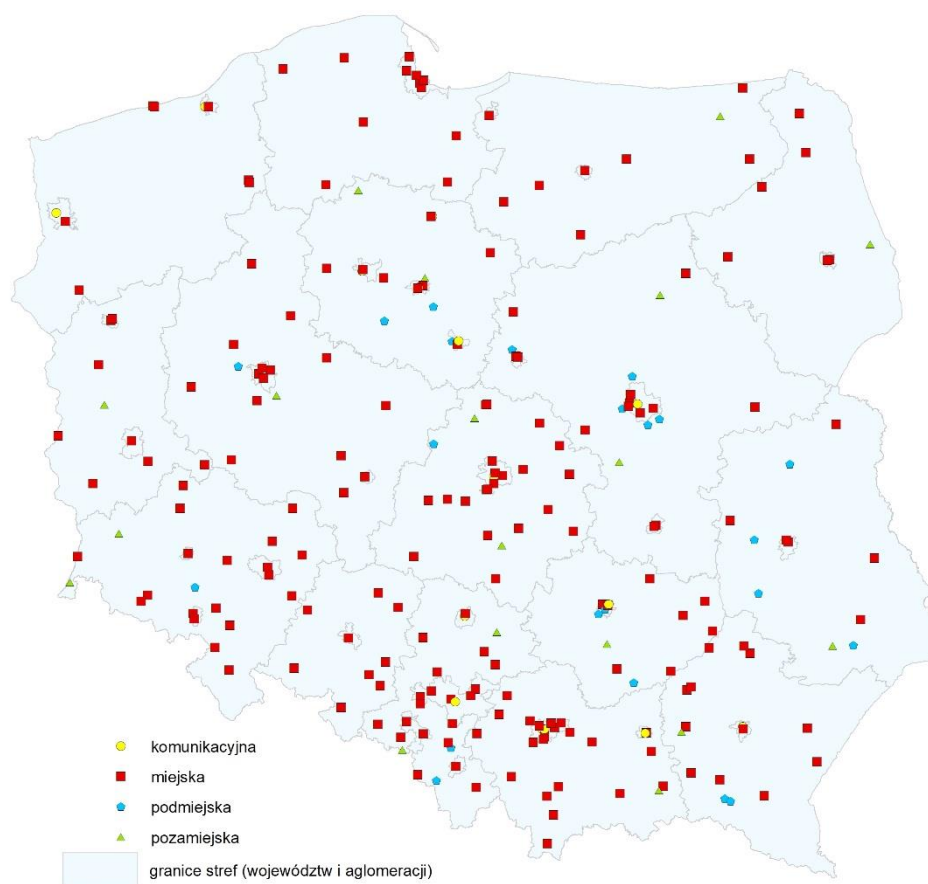
6. Stężenia pyłu zawieszonego PM10

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

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

Kryterium	Okres uśredniania stężeń	Stężenie kryterialne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Wartość uwzględniona w ocenie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ^{*)}	Dopuszczana częstość przekroczenia dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	Parametr odpowiadający wartości normowanej
poziom dopuszczalny	24 godziny	50	50,5	35 razy	Percentyl S90,4
	1 rok	40	40,5	nie dotyczy	Sa
poziom informowania	24 godziny	100	100,5	nie dotyczy	S24
poziom alarmowy	24 godziny	150	150,5	nie dotyczy	S24

^{*)} 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 2021 r. uwzględnione w ocenie

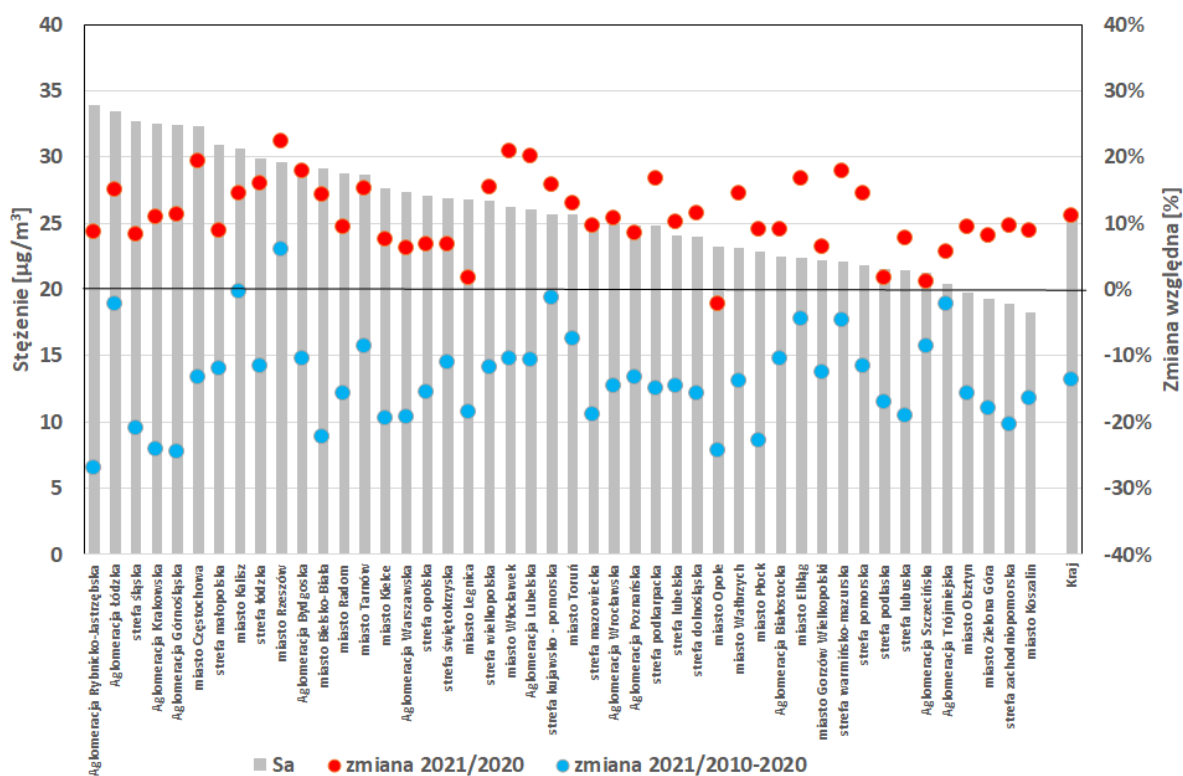
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Ocenę zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym PM₁₀ w 2021 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 251 stanowisk pomiarowych, w tym 195 stacji tła miejskiego, 15 komunikacyjnych, 23 podmiejskich i 18 pozamiejskich (Rys. 6-1).

6.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki analiz stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀ w roku 2021 dla wartości średnich rocznych i średnich 24-godzinnych w kraju i w poszczególnych strefach, z uwzględnieniem zmian z roku na rok i w okresie 2010-2021 (w tym trendów zmian). Przedstawiono również relacje pomiędzy stężeniami pyłu PM₁₀ na różnych typach stacji.

Stężenie średnie roczne pyłu zawieszonego PM₁₀ uśrednione na obszarze kraju z wartości średnich dla stref, wyniosło w 2021 r. 25,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Największą wartość średnią odnotowano w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (33,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), a najmniejszą w mieście Koszalin (18,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), a więc różnica pomiędzy nimi wyniosła 15,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Rys. 6-2 i Tab. 6-2). W dwóch strefach – dolnośląskiej i Aglomeracji Warszawskiej – stężenia maksymalne pyłu zawieszonego PM₁₀ przekroczyły poziom dopuszczalny dla wartości średniej rocznej.



Rys. 6-2. Stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM₁₀ w 2021 r. na tle zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2020

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

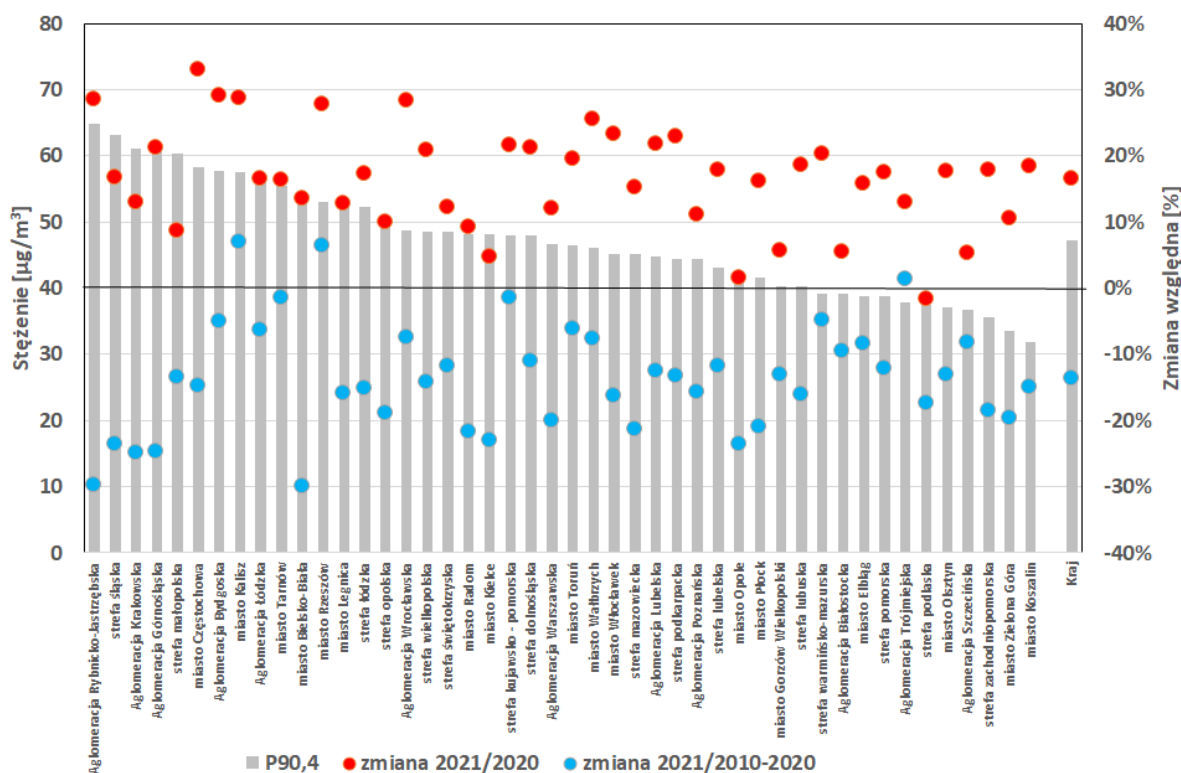
Dla niemal wszystkich stref (poza miastem Opole) i dla wartości średniej krajowej średnie roczne stężenie pyłu PM₁₀ było w roku 2021 większe niż rok wcześniej. Różnice względne sięgnęły od -2,9% w mieście Opole i 1,1% w Aglomeracji Szczecińskiej, po 1,7% w mieście

Legnica i strefie podlaskiej do 22,3% w mieście Rzeszów, przy różnicy dla wartości średniej w kraju na poziomie 11,1%.

Odnosząc wartości z 2021 r. do średnich z okresu 2010-2020 można stwierdzić spadek średnich stężeń pyłu PM10 w większości stref (44 z 46), wzrost w 1 strefie (miasto Rzeszów o 6,1%) i brak zmian w 1 (miasto Kalisz). W 76% stref spadki wyniosły od kilku do kilkunastu procent od 1,2% w strefie kujawsko-pomorskiej oraz 2,3% w Aglomeracjach Łódzkiej i Trójmiejskiej do 19,5% w mieście Kielce. Bardziej znaczące spadki – przekraczające 20% - odnotowano w 17% stref, przy największej wartości dla Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (27,0%). Średnia zmiana w kraju wyniosła -13,6% (Rys. 6-2 i Tab. 6-2).

Uśredniona wartość percentyla 90,4 stężenia 24-godzinnego pyłu zawieszonego PM10 na obszarze kraju z wartości średnich dla stref, wyniosła w 2021 r. 47,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Największą wartość średnią percentyla 90,4 odnotowano w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (64,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), a najmniejszą w mieście Koszalin (31,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), a więc różnica pomiędzy nimi wyniosła 33,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Rys. 6-3 i Tab. 6-3).

Na 93 stacjach z 251 uwzględnionych w ocenie (37%) w 25 z 46 stref (54%) został przekroczony poziom dopuszczalny dla wartości 24-godzinnych pyłu zawieszonego PM10 (Tab. 6-3). W 25 strefach wystąpiło przekroczenie dopuszczalnej liczby dni z przekroczeniem dopuszczalnego poziomu 24-godzinnego (35 dni). Najwięcej stacji, na których notowano to przekroczenie było zlokalizowanych w strefie małopolskiej i śląskiej (po 12) oraz łódzkiej (10). W 9 strefach przekroczenie wystąpiło na 1 stacji. Maksymalną liczbę dni z przekroczeniem 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zanotowano w Aglomeracji Krakowskiej (105), na kolejnych miejscach znalazły się strefy dolnośląska, małopolska, śląska i Aglomeracja Warszawska, gdzie maksymalne liczby dni z przekroczeniami poziomu dopuszczalnego pyłu zawieszonego PM10 na stacjach pomiarowych wyniosły ponad 80 (Tab. 6-3).



Rys. 6-3. Percentyl 90,4 dla stężeń dobowych pyłu zawieszonego PM10 w 2021 r. na tle zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2020

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

Dla niemal wszystkich stref (za wyjątkiem strefy podlaskiej) i dla średniej krajowej wartości percentyla 90,4 pyłu zawieszonego PM10 stężenia były w roku 2021 większe niż rok wcześniej. Różnice względne sięgnęły od -1,6% w strefie podlaskiej i 1,6% w mieście Opole do 33,0% w mieście Częstochowa, przy średniej różnicy w kraju na poziomie 16,5%.

Odnosząc wartości percentyla 90,4 z 2021 r. do średnich z okresu 2010-2020 można stwierdzić spadek w większości stref (43 z 46), a wzrost tylko w 3: miastach Kalisz i Rzeszów oraz w Aglomeracji Trójmiejskiej (były to niewielkie wzrosty, rzędu kilku procent). Spadki wyniosły od 1,5% w mieście Tarnów do 30,0% w Bielsku-Białej, przy średnim spadku dla wartości percentyla 90,4 ze stężeń 24-godzinnych w kraju na poziomie 13,6% (Rys. 6-3 i Tab. 6-3).

Tab. 6-2. Parametry jakości powietrza dla pyłu zawieszonego PM10 w 2021 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.	2021/2020	2021 / 2010-2020
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	2		24,3	24,9	25,6	10,6%	-14,6%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		26,8	26,8	26,8	1,7%	-18,5%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		23,1	23,1	23,1	14,5%	-13,8%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	18	1	16,9	24,0	41,3	11,5%	-15,8%
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	2		28,8	29,2	29,7	17,8%	-10,5%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	3		24,8	25,6	26,2	12,9%	-7,5%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	3		24,5	26,3	27,6	20,8%	-10,5%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	10		15,7	25,7	37,3	15,7%	-1,2%
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	2		23,1	26,0	28,9	20,1%	-10,8%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	9		17,2	24,1	28,4	10,1%	-14,7%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	2		21,4	22,2	23,0	6,4%	-12,6%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		19,3	19,3	19,3	8,1%	-18,1%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	6		14,1	21,4	24,9	7,6%	-19,1%
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	8		24,2	33,4	38,6	15,0%	-2,3%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	18		23,0	29,9	36,3	15,9%	-11,6%
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	8	1	27,4	32,5	45,5	10,8%	-24,1%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	2		28,3	28,6	29,0	15,2%	-8,6%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	16		18,9	30,9	39,9	8,8%	-11,9%
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	6		22,9	27,4	40,3	6,1%	-19,3%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	2		22,6	22,9	23,2	9,0%	-22,8%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	2		28,8	28,8	28,8	9,4%	-15,8%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	11		19,3	25,2	28,4	9,7%	-18,9%
opolskie	PL1601	miasto Opole	1		23,3	23,3	23,3	-2,3%	-24,3%
opolskie	PL1602	strefa opolska	8		23,4	27,1	33,6	6,8%	-15,5%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	2		24,9	29,6	34,3	22,3%	6,1%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	14		15,8	24,8	31,9	16,7%	-15,0%
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	2		20,1	22,5	24,9	8,9%	-10,6%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	5		10,3	21,6	30,8	1,7%	-17,1%
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	6		18,5	20,5	23,3	5,6%	-2,3%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	6		17,6	21,8	24,6	14,5%	-11,6%
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	7		29,2	32,4	38,6	11,3%	-24,5%
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2		32,6	33,9	35,2	8,6%	-27,0%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		29,1	29,1	29,1	14,3%	-22,3%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	2		26,1	32,3	38,6	19,4%	-13,3%

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.	2021/2020	2021 / 2010-2020
śląskie	PL2405	strefa śląska	14		18,0	32,7	38,8	8,2%	-21,0%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	4		25,2	27,7	30,6	7,5%	-19,5%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	9		21,1	26,9	33,2	6,8%	-11,0%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		19,8	19,8	19,8	9,4%	-15,7%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		22,4	22,4	22,4	16,7%	-4,5%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	7		13,6	22,1	26,0	17,8%	-4,6%
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	3		23,2	24,8	27,4	8,4%	-13,3%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		30,7	30,7	30,7	14,5%	-0,4%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	13		21,4	26,7	37,3	15,4%	-11,8%
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	2		18,8	21,3	23,7	1,1%	-8,7%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	2		17,1	18,3	19,5	8,8%	-16,5%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	5		16,0	19,0	21,4	9,6%	-20,5%
Kraj			251	2	10,3	25,9	45,5	11,1%	-13,6%

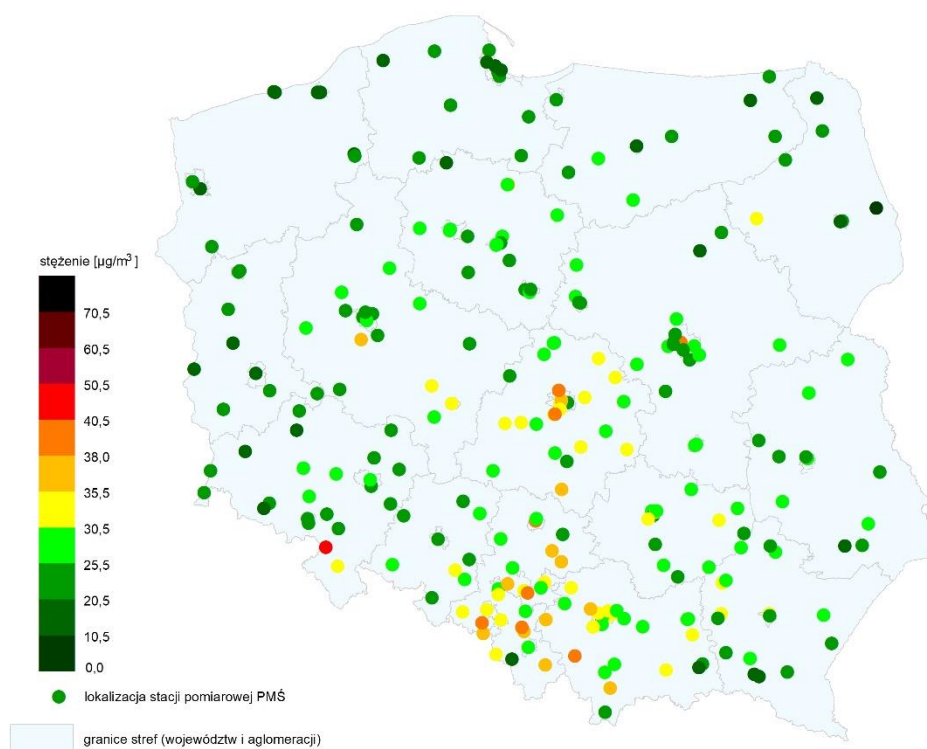
Tab. 6-3. Parametry jakości powietrza dla pyłu zawieszonego PM10 w 2021 r. (stężenie średnie dobowe, percentyl 90,4)

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

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie P90,4 [µg/m³]			Zmiana względna P90,4 [%]		Liczba stacji z liczbą dni >35	Liczba dni z S24 >50 µg/m³ [-]		
			uwzgl. w ocenie	z P90,4 >50 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2021/2020	2021 / 2010-2020		Min.	Śred.	Maks.
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	2		47,7	48,8	49,9	28,4%	-7,4%		29	32	34
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1	1	53,0	53,0	53,0	12,7%	-16,0%	1	37	37	37
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		46,1	46,1	46,1	25,4%	-7,7%		30	30	30
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	18	3	33,6	47,9	100,7	21,2%	-11,1%	3	6	28	95
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	2	2	56,8	57,8	58,7	29,0%	-5,0%	2	40	47	54
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	3		44,7	46,4	47,4	19,5%	-6,2%		25	28	30
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	3	1	41,5	45,2	50,8	23,2%	-16,2%	1	19	27	36
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	10	3	31,4	48,0	71,3	21,5%	-1,6%	3	7	33	74
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	2		40,8	44,7	48,6	21,7%	-12,6%		17	24	30
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	9		30,6	43,2	50,4	17,7%	-11,9%		3	22	34
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	2		38,9	40,4	41,8	5,6%	-13,2%		13	19	24
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		33,6	33,6	33,6	10,5%	-19,8%		5	5	5
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	6		25,3	40,3	47,7	18,6%	-16,2%		1	18	31
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	8	6	42,0	56,4	70,0	16,6%	-6,3%	6	23	47	72
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	18	10	39,5	52,2	63,8	17,3%	-15,2%	10	15	39	64
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	8	8	50,7	61,0	79,4	12,8%	-25,0%	7	35	57	105

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.	2021/2020	2021 / 2010-2020		Min.	Śred.	Maks.
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	2	2	52,6	55,5	58,4	16,2%	-1,5%	2	39	42	45
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	16	12	31,4	60,3	80,2	8,6%	-13,5%	12	8	53	93
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	6	1	40,4	46,7	61,4	12,1%	-20,0%	1	12	29	82
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	2		39,4	41,6	43,9	16,1%	-20,9%		19	19	19
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	2		47,6	48,2	48,9	9,2%	-21,8%		29	31	33
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	11	3	35,3	45,2	51,9	15,2%	-21,4%	2	11	24	38
opolskie	PL1601	miasto Opole	1		42,6	42,6	42,6	1,6%	-23,6%		23	23	23
opolskie	PL1602	strefa opolska	8	2	42,7	49,7	60,9	9,9%	-19,0%	2	19	33	55
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	2	1	44,8	53,0	61,2	27,7%	6,4%	1	27	45	62
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	14	2	26,5	44,4	61,9	22,9%	-13,3%	2	1	25	55
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	2		33,0	39,1	45,1	5,4%	-9,6%		7	15	22
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	5	1	19,3	37,5	52,7	-1,6%	-17,4%	1	0	18	41
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	6		32,4	37,9	42,4	12,9%	1,3%		10	13	20
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	6		29,0	38,8	45,0	17,4%	-12,1%		2	18	26
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	7	7	52,5	60,7	70,5	21,1%	-24,7%	7	38	53	80
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2	2	59,3	64,9	70,4	28,4%	-29,7%	2	53	63	72
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1	1	53,1	53,1	53,1	13,5%	-30,0%	1	41	41	41
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	2	1	47,8	58,3	68,8	33,0%	-14,8%	1	30	48	66
śląskie	PL2405	strefa śląska	14	12	31,1	63,1	80,1	16,8%	-23,5%	12	9	57	87
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	4	2	43,9	48,1	53,1	4,7%	-23,0%	1	22	30	40
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	9	3	35,6	48,5	63,7	12,3%	-11,8%	3	11	31	56
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		37,1	37,1	37,1	17,6%	-13,2%		11	11	11
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		38,8	38,8	38,8	15,8%	-8,4%		20	20	20
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	7		24,8	39,2	45,4	20,3%	-4,8%		1	17	28
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	3		38,3	44,3	49,5	11,1%	-15,7%		17	25	34
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1	1	57,5	57,5	57,5	28,6%	7,0%	1	51	51	51
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	13	6	39,5	48,6	67,2	20,8%	-14,2%	6	14	33	74
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	2		32,8	36,6	40,5	5,2%	-8,3%		6	11	15
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	2		30,5	31,8	33,2	18,4%	-15,0%		1	4	6
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	5		29,1	35,7	41,2	17,8%	-18,5%		1	9	19
Kraj			251	93	19,3	47,2	100,7	16,5%	-13,6%	90	0	30	105

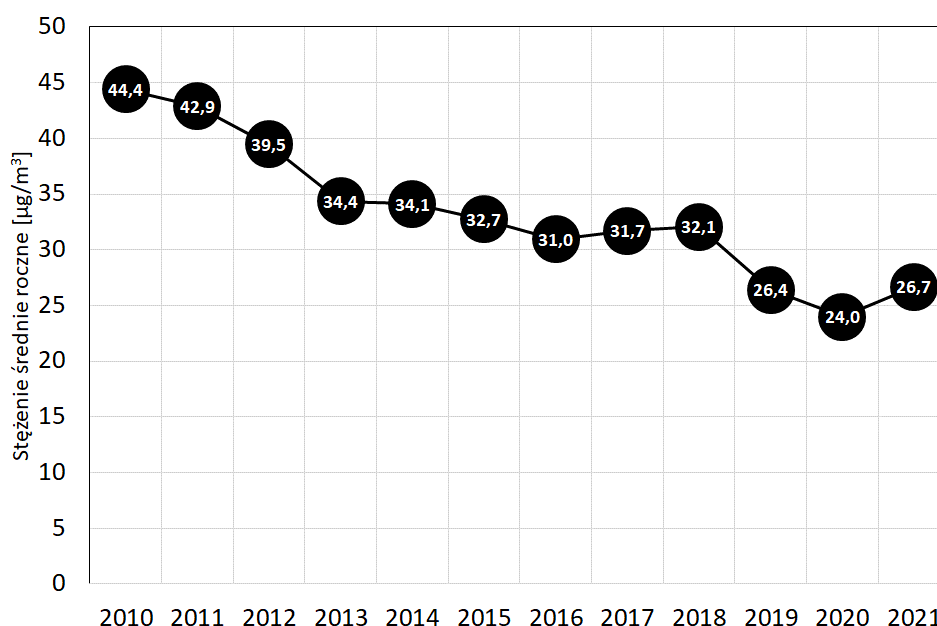
W rozkładzie przestrzennym stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM₁₀ wyraźnie zaznacza się obszar podwyższonych wartości w województwach małopolskim, śląskim, łódzkim. Widoczne są też pojedyncze stacje z wyższymi wartościami w województwach: dolnośląskim, wielkopolskim, świętokrzyskim, podkarpackim, mazowieckim i podlaskim (Rys. 6-4). W pasie obejmującym województwa północne i zachodnie stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM₁₀ były najmniejsze.



Rys. 6-4. Stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM₁₀ na stacjach pomiarowych w 2021 r.

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

Stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM₁₀ 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 3,4 µg/m³), a w latach 2019-2021 spadły poniżej 30 µg/m³. Najwyższą wartość stężenia średniego rocznego pyłu zawieszonego PM₁₀ odnotowano w 2010 roku, a najniższą w 2020 (Rys. 6-6). Amplituda stężeń średnich rocznych w okresie 2010-2021 wyniosła 20,4 µg/m³. Warto zaznaczyć, że w latach 2010-2012 pomiary stężenia pyłu PM₁₀ były prowadzone najwyżej na 50 stacjach w kraju, od 2014 na 200 i więcej, a w 2021 roku na 251, co jest nie bez znaczenia dla uzyskanego obrazu.



Rys. 6-5. Zmiany stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM10 w Polsce w okresie 2010-2021
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

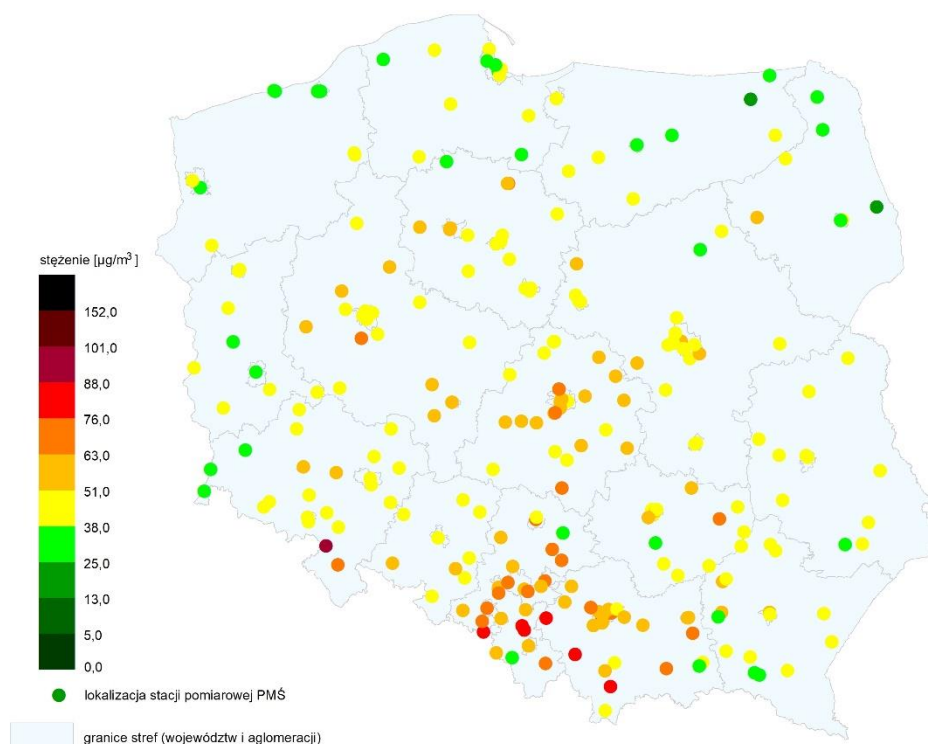
Najwyższe stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM10 były notowane na stacjach komunikacyjnych, a najniższe na stacjach pozamiejskich, przy czym wartości malały z upływem lat, chociaż w 2021 roku na wszystkich odnotowano wzrost średnich rocznych stężeń. Od 2018 roku utrzymywały się stałe relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji, znajdujące odzwierciedlenie zarówno w przebiegach wartości średnich rocznych, jak i w różnicach pomiędzy wynikami z poszczególnych typów stacji. Najbardziej zbliżone do siebie były wartości ze stacji miejskich i podmiejskich, pomimo różnej liczby stacji tych dwóch typów (znaczej przewagi liczebnej stacji miejskich) (Tab. 6-5).

Tab. 6-4. Zmiany stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM10 w latach 2010-2021 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
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
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
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
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

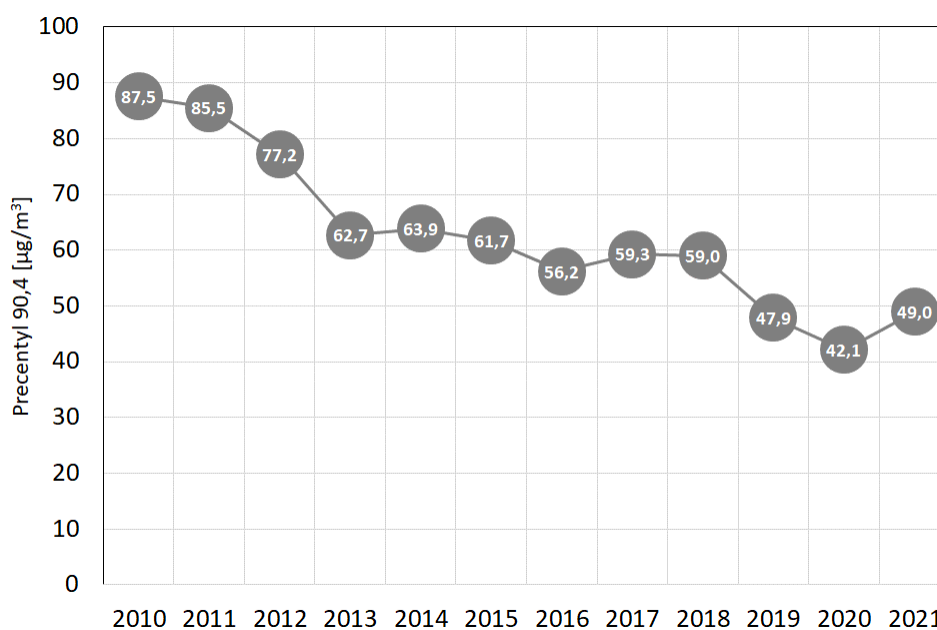
W rozkładzie przestrzennym percentyla 90,4 ze stężeń 24-godzinnych pyłu zawieszonego PM10 widoczny jest podobny obraz jak w przypadku stężenia średniego rocznego – od najmniejszych wartości percentyla 90,4 na północy i zachodzie kraju po największe w województwach śląskim i małopolskim (Rys. 6-6).



Rys. 6-6. Percentyl 90,4 dla stężeń dobowych pyłu zawieszonego PM10 w 2021 r.

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

Wartości percentyla 90,4 dla 24-godzinnych stężeń pyłu zawieszonego PM10 zmieniały się podobnie, 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 mnie przekraczały $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$), a w latach 2019-2021 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).



Rys. 6-7. Zmiany percentyla 90,4 dla stężeń dobowych pyłu zawieszonego PM10 w Polsce w okresie 2010-2021

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

Amplituda wartości percentyla 90,4 w okresie 2010-2021 wyniosła 45,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Również w tym przypadku zmiany liczby stacji prowadzących pomiary stężenia pyłu zawieszonego PM10 w kolejnych latach mogą rzutować na przedstawiony obraz zmian.

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, chociaż w 2021 roku na wszystkich odnotowano wzrost 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- 2021 z uwzględnieniem typów stacji

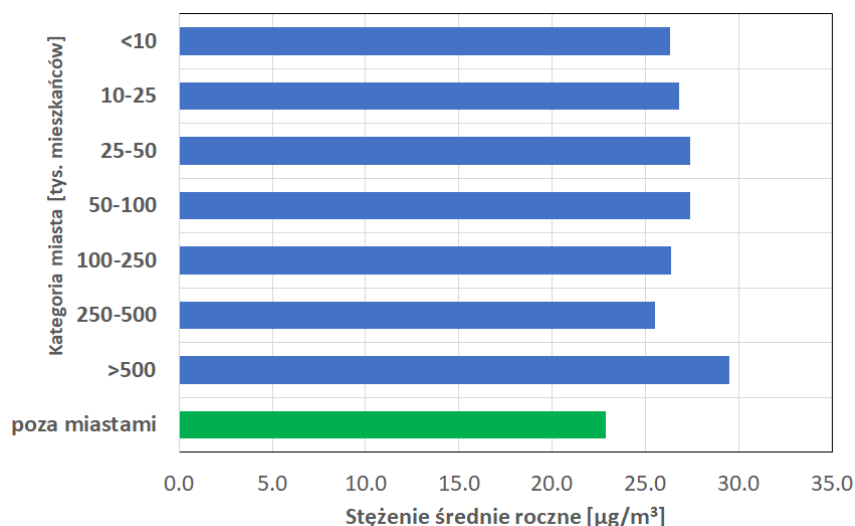
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Stężenie percentyla 90,4 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
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
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
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
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

6.2. Jakość powietrza w miastach

Z analizy przeprowadzonej dla miast w poszczególnych kategoriach populacji wynika, że najwyższe średnie roczne stężenie pyłu zawieszonego w 2021 roku wystąpiło w największych aglomeracjach – liczących powyżej 500 tys. mieszkańców. W mniejszych miastach stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM10 osiągnęły zbliżone wartości. Miasta o najniższym stężeniu pyłu zawieszonego PM10 to miasta zamieszkałe przez 250-500 tys. mieszkańców. Średnie roczne stężenie pyłu zawieszonego PM10 poza miastami było mniejsze niż w miastach, odpowiednio o 22% od wartości z aglomeracji o najwyższym stężeniu i o 10% od miast o najmniejszym stężeniu (Rys. 6-8).

Średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego PM10 dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2021, 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 2021 r. w stosunku do lat wcześniejszych odnotowano dla miast liczących 25-50 tys. i 100-250 tys. ludności, a najmniejsze dla najmniejszych miast (przy czym w miastach poniżej 10 tys. mieszkańców dane z dwóch początkowych lat nie były dostępne) (Tab. 6-6).



Rys. 6-8. Średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego PM10 w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2021 r.

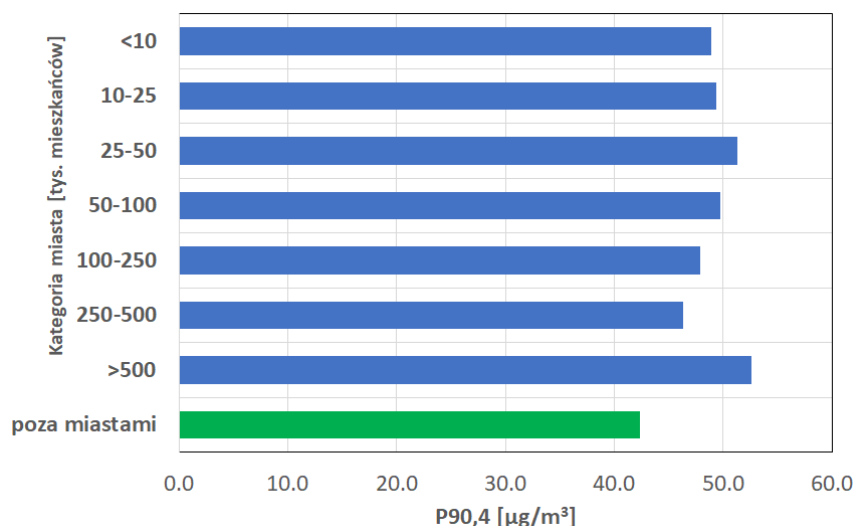
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 6-6. Zmiany stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM10 w latach 2010-2021 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
>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
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
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
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
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
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
<10			29,7	31,3	36,4	36,1	28,5	28,5	30,2	25,1	21,9	26,3
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

Z analizy percentyla 90,4 wynika, że najwyższą wartość w 2021 roku odnotowano – podobnie jak dla wartości średnich rocznych – w największych aglomeracjach. Ale w mniejszych miastach wartości percentyla 90,4 ze stężeń 24-godzinnych pyłu zawieszonego PM10 bardziej się różniły między sobą. Drugą najwyższą wartość odnotowano dla miast z kategorii 25-50 tys. mieszkańców, a najmniejszą dla miast zamieszkałych przez 250-500 tys. mieszkańców. Percentyl 90,4 ze stężenia 24-godzinnego pyłu zawieszonego PM10 poza miastami był mniejszy niż w miastach, a różnice były zbliżone do obserwowanych w przypadku stężeń średnich rocznych, odpowiednio o 20% od wartości z aglomeracji o najwyższym stężeniu i o 9% od miast o najmniejszym stężeniu (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 2021 r.

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

Wartości percentyla 90,4 ze stężenia 24-godzinnego pyłu zawieszonego PM10 dla miast w poszczególnych kategoriach pod względem liczby ludności wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2021, 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 2021 r. w stosunku do lat wcześniejszych odnotowano dla miast liczących 25-50 tys. i 100-250 tys. ludności, a 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 2010-2021 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
>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
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
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
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
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
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
<10			51,9	56,3	70,5	66,3	54,1	55,9	56,3	46,3	38,7	48,9
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

6.3. Epizody wysokich stężeń

Przebieg stężeń 24-godz. pyłu zawieszonego PM₁₀ na poszczególnych stanowiskach uwzględnionych w analizach przedstawiono na Rys. 6-10. Dla każdego stanowiska każda wartość stężenia 24-godz. oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Miejsce puste – bez kolorowego paska oznacza, że dla tego dnia nie ma wyniku pomiaru.

Stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ były wyższe w sezonie chłodnym niż latem. Szczególnie jest to widoczne w lutym, gdy na większości stacji odnotowano najwyższe stężenia pyłu. W Polsce głównym źródłem emisji pyłu PM₁₀ jest sektor bytowo-komunalny. 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.

Występowanie wysokich stężeń pyłu zawieszonego w sezonie grzewczym, w miesiącach zimowych spowodowało, że wartość graniczna przyjęta dla epizodu wysokiego stężenia pyłu PM₁₀ – 53,4 µg/m³ została przekroczona w ciągu dwóch epizodów na początku i na końcu roku: trwających odpowiednio 5 dni w lutym (od 22.02.2021 do 26.02.2021) oraz 4 dni w grudniu (od 11.12.2021 do 14.12.2021). Pierwszy epizod był widoczny na 212 stacjach, a maksymalna wartość dobową stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ osiągnęła blisko 200 µg/m³. Drugi epizod objął mniejszą liczbę stacji (132), ale charakteryzował się większą wartością maksymalną stężenia pyłu PM₁₀ (ponad 230 µg/m³) niż epizod z początku roku.

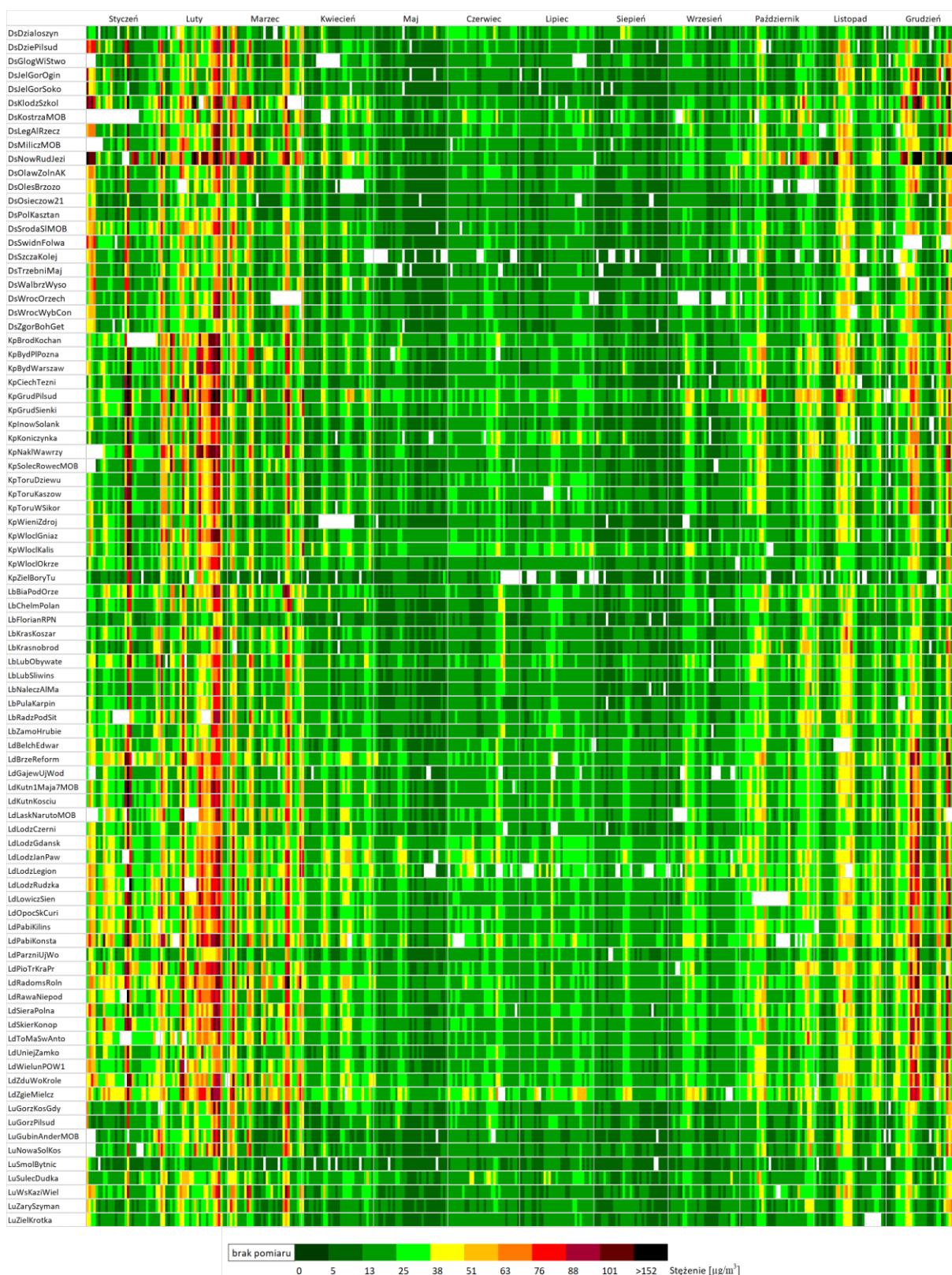
Tab. 6-8. Charakterystyka epizodów wysokich stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀ w 2021 roku

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 (53,4 µg/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2021-02-22 do 2021-02-26	5	212	10,6	72,5	198,8
2	od 2021-12-11 do 2021-12-14	4	132	5,7	60,6	231,1

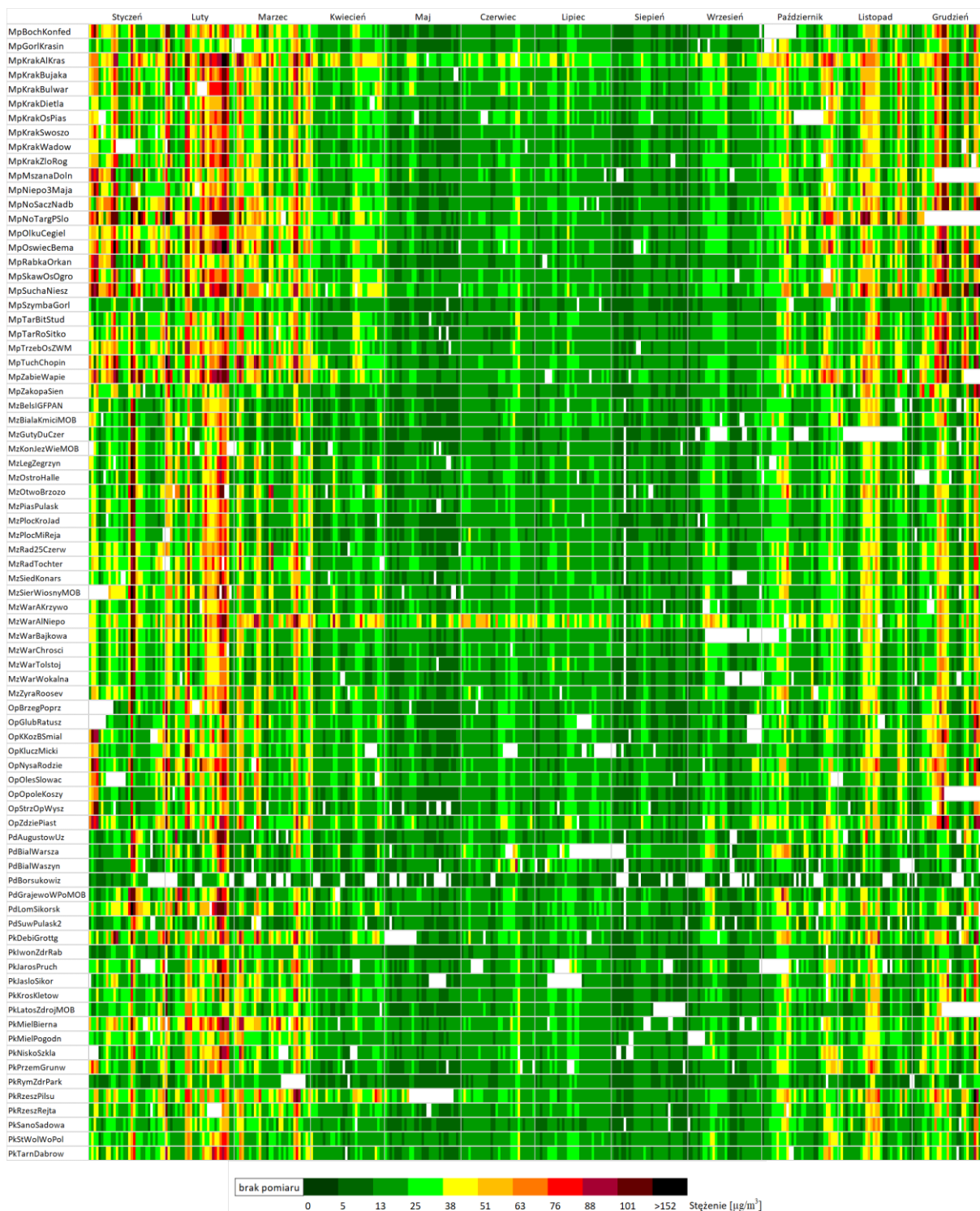
Epizod z lutego 2021 roku objął większość stacji prowadzących pomiary stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀. Największe wartości uśrednione w dniach, w których zidentyfikowano epizod były widoczne w południowej Polsce (poza częścią województw podkarpackiego i dolnośląskiego), w środkowej części kraju i nawet w województwie kujawsko-pomorskim (Rys. 6-11).

Epizod grudniowy skoncentrował się przede wszystkim na województwach śląskim, małopolskim i łódzkim, w mniejszym stopniu w wielkopolskim, opolskim i kujawsko-pomorskim (Rys. 6-12). Niskie stężenia w tym czasie zmierzono na stacjach w województwach wzdłuż granicy zachodniej, północnej i wschodniej (za wyjątkiem lubelskiego).



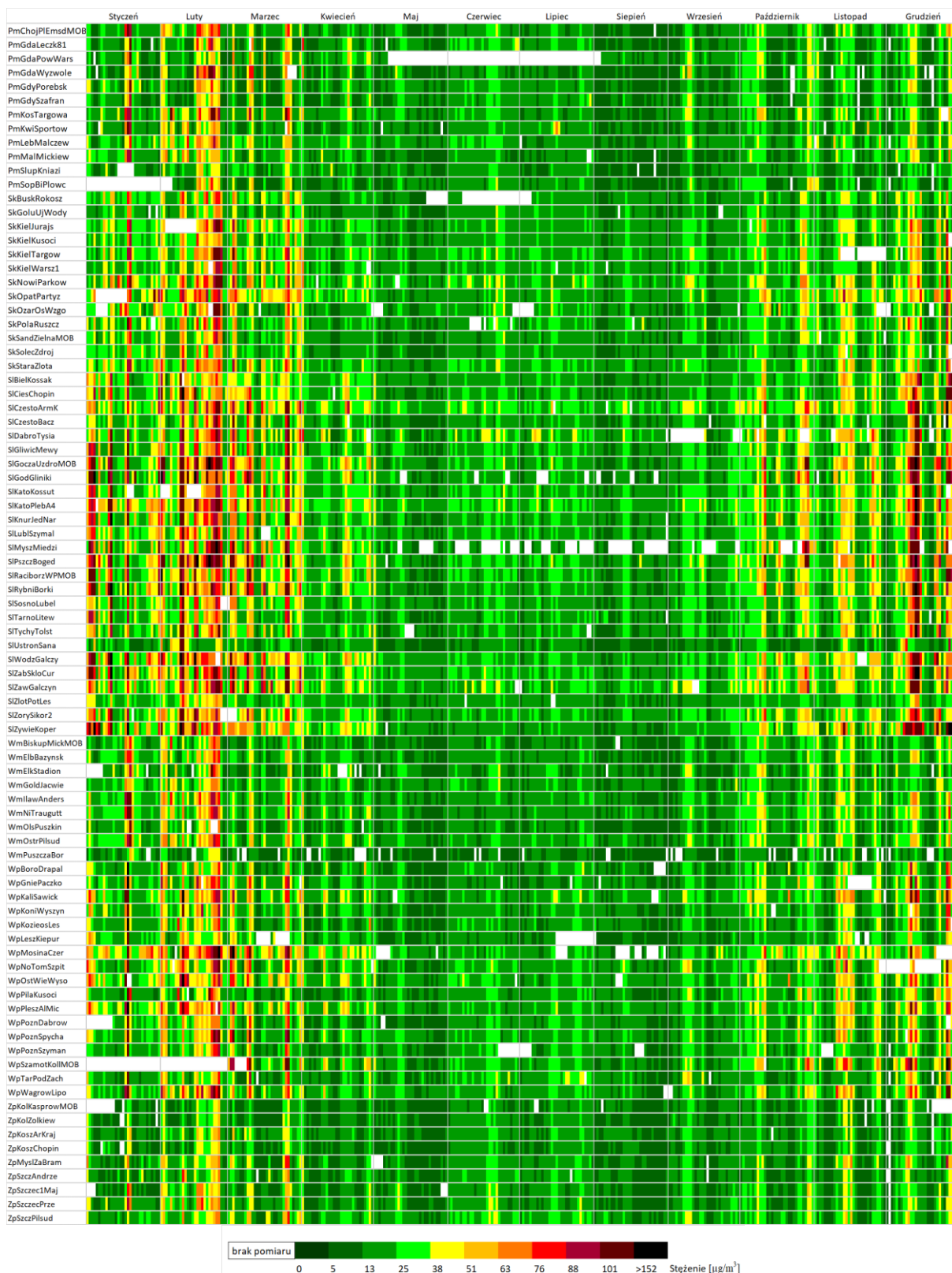
Rys. 6-10. Zmiany stężeń średnich dobowych na stacjach pomiarowych pyłu zawieszonego PM10 w 2021 r. (cz. 1)

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



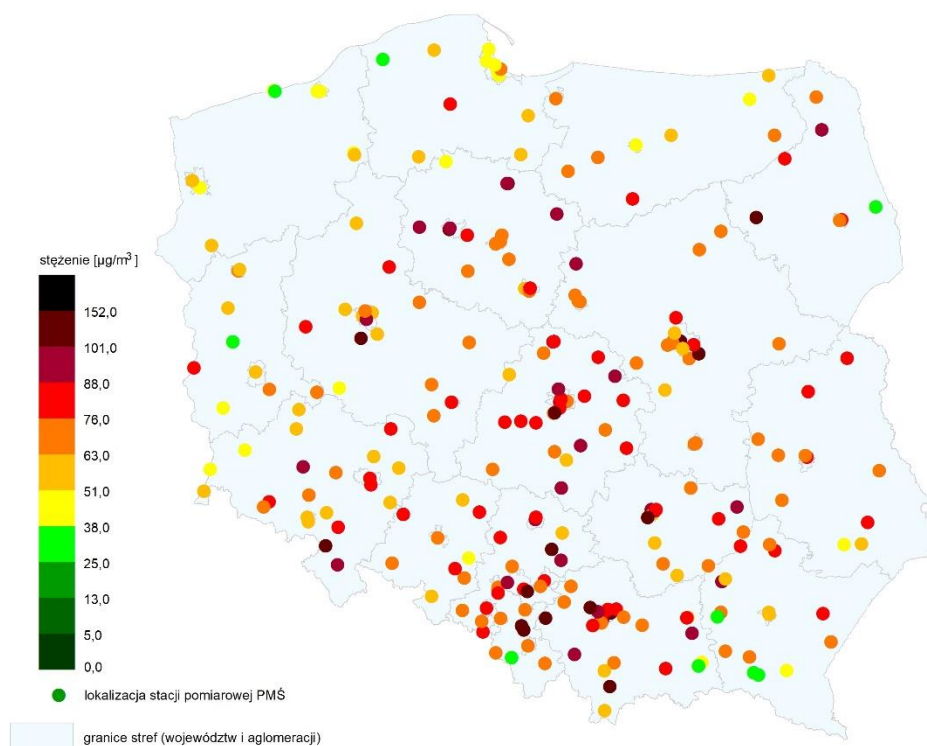
Rys. 6-10. Zmiany stężeń średnich dobowych na stacjach pomiarowych pyłu zawieszonego PM10 w 2021 r. (cz. 2)

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



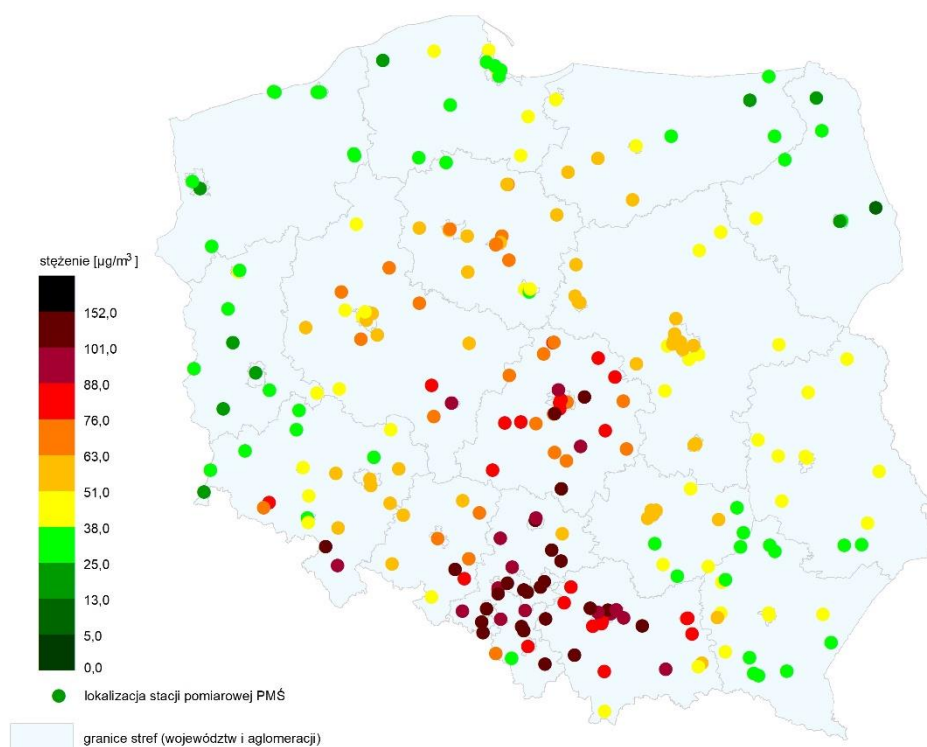
Rys. 6-10. Zmiany stężeń średnich dobowych na stacjach pomiarowych pyłu zawieszonego PM10 w 2021 r. (cz. 3)

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



Rys. 6-11. Stężenia średnie pyłu zawieszonego PM₁₀ w okresie epizodu wysokich stężeń (22-26.02.2021)

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



Rys. 6-12. Stężenia średnie pyłu zawieszonego PM₁₀ w okresie epizodu wysokich stężeń (11-14.12.2021)

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

W 2021 roku 607 razy wydano ogłoszenia o przekroczeniu poziomu informowania (stężenie średnie dobowe $>100 \mu\text{g}/\text{m}^3$), a przekroczenie odnotowano na 138 stacjach. Najwięcej ogłoszeń miało miejsce w strefie małopolskiej (91, przy przekroczeniach poziomu informowania na 15 stacjach), śląskiej (77, na podstawie danych z 8 stacji) i dolnośląskiej (51, przy przekroczeniach notowanych na 8 stacjach). W 2021 roku nie było w Polsce strefy, w której nie wydano ostrzeżenia o przekroczeniu poziomu informowania społeczeństwa (Tab. 6-9). Najmniej takich przypadków miało miejsce w mieście Wałbrzych (1 ogłoszenie, wynik z 1 stacji) oraz miastach Gorzów Wielkopolski i Opole oraz Aglomeracjach Lubelskiej i Białostockiej (po 2 ogłoszenia na podstawie wyników z 1 stacji).

Na podstawie przekroczeń poziomu alarmowego dla pyłu zawieszonego PM₁₀ ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$), które w 2021 roku zanotowano na 40 stacjach pomiarowych 80 razy w roku ogłoszono informacje alarmowe dla społeczeństwa (Tab. 6-9). Alarmy dotyczyły 18 stref, przy czym dla 6 stref miały miejsce tylko jeden raz w roku, dla kolejnych czterech – 2 razy, a dla 3 – trzy razy. Najwięcej ogłoszeń o przekroczeniu poziomu alarmowego – powyżej dziesięciu – wydano dla stref: małopolskiej i śląskiej (po 11 na podstawie danych z 5 stacji) i dolnośląskiej (16 w oparciu o wyniki z 2 stacji).

Tab. 6-9. Przekroczenia poziomu informowania oraz poziomu alarmowego dla pyłu zawieszonego PM₁₀ w 2021 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	3		
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1	4		
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1	1		
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	8	51	2	16
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	2	7		
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	3	7		
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	2	4	1	1
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	4	29	4	9
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1	2		
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	3	12		
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1	2		
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	3	7		
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	5	21	1	1
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	5	27	2	3
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	7	35	2	2
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	2	6		
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	15	91	5	11
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	5	11		
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	8	10	2	2
opolskie	PL1601	miasto Opole	1	2		
opolskie	PL1602	strefa opolska	7	28	2	2
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	2	3	1	1
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	6	13		
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1	2		
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	3	18		
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	4	7		
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	2	11		
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	7	37	3	6
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	14	1	3
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1	4		
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	2	11	1	1

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Poziom informowania		Poziom alarmowy	
			Liczba stacji	Ogłoszenia	Liczba stacji	Ogłoszenia
śląskie	PL2405	strefa śląska	8	77	5	11
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	2	8	1	1
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	5	10		
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	1	3		
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	2	4	1	1
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1	5	1	2
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	5	20	5	7
łącznie w kraju			138	607	40	80

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

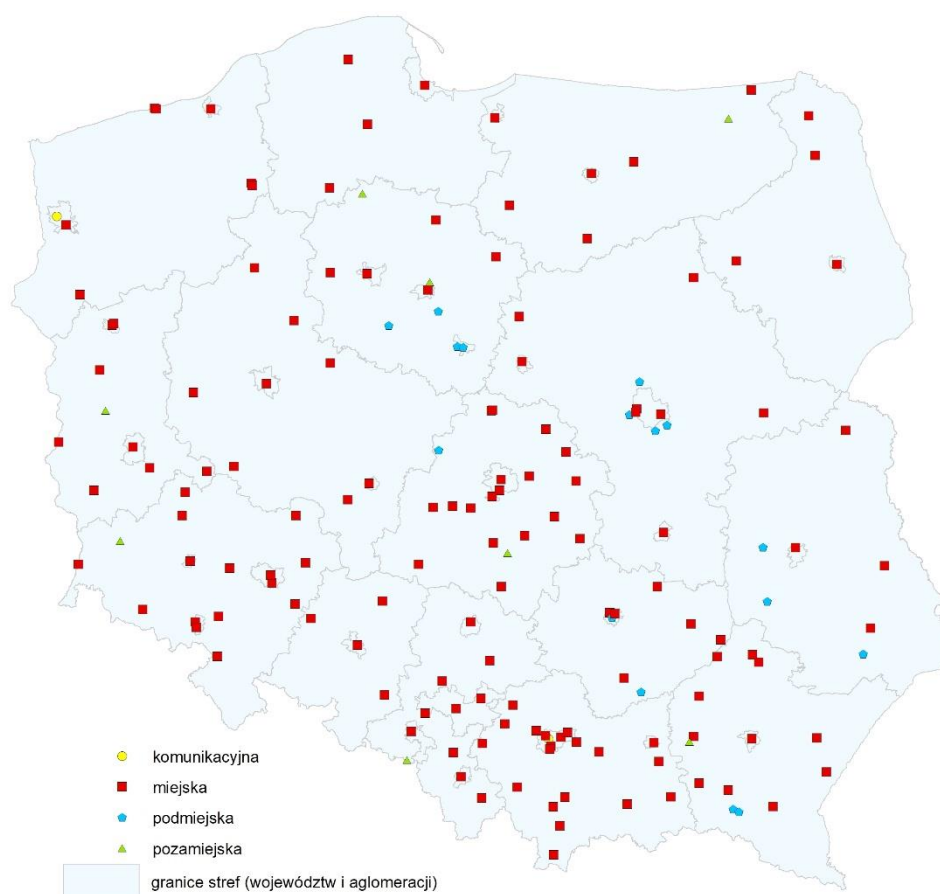
Tab. 7-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza benzo(a)pirenem (B(a)P) w pyłe zawieszonym PM₁₀

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

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 dopuszczalnego sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego do całości

Ocenę zanieczyszczenia powietrza benzo(a)pirenem w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2021 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 164 stanowisk pomiarowych, w tym 138 stacji tła miejskiego, 16 podmiejskich, 2 komunikacyjnych i 8 pozamiejskich (Rys. 7- 1).

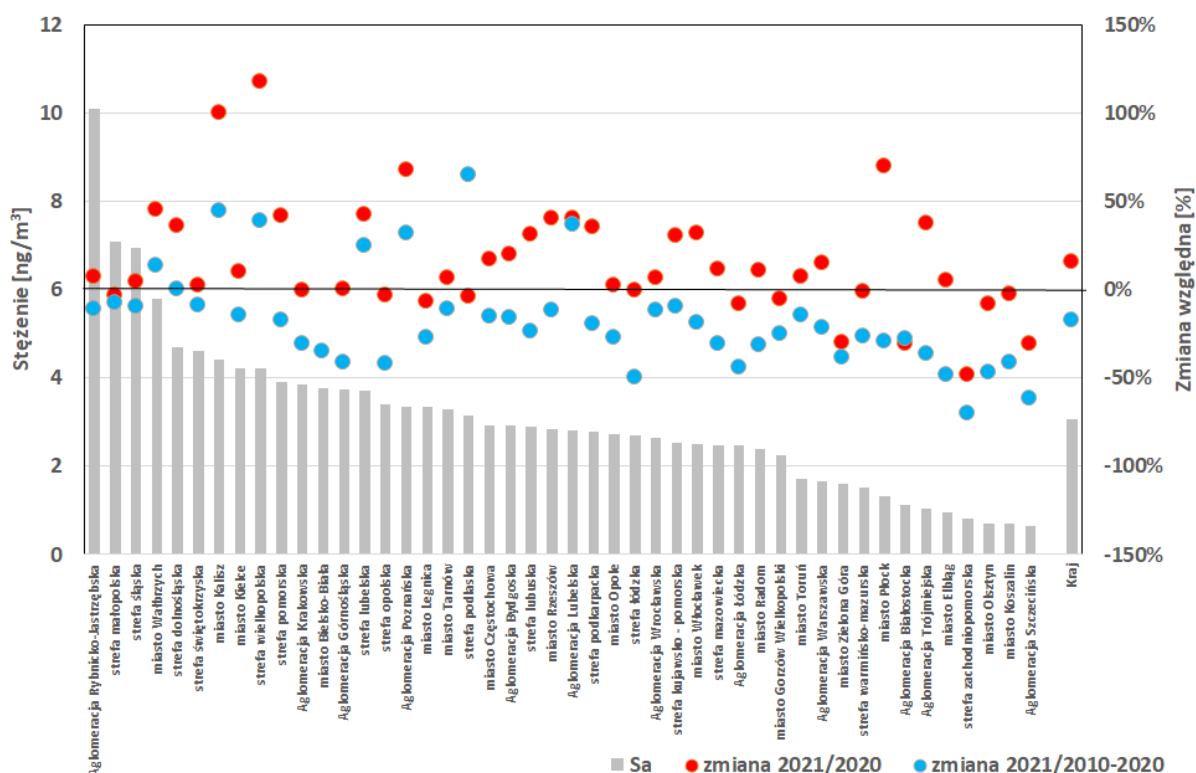


Rys. 7-1. Stacje pomiarowe benzo(a)pirenu B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2021 r. uwzględnione w ocenie

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

7.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

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



Rys. 7-2. Stężenia średnie roczne benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyle zawieszonym PM₁₀ w 2021 r. na tle zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2020

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

Stężenie średnie roczne B(a)P w pyle zawieszonym PM₁₀ uśrednione na obszarze kraju z wartości średnich dla stref, wyniosło w 2021 r. 3,1 ng/m³. Największe wartości średnie odnotowano w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (10,1 ng/m³), strefie małopolskiej (7,1 ng/m³) i strefie śląskiej (6,9 ng/m³). Najmniejsze wartości średnie – poniżej 1,0 ng/m³ – zaobserwowano w Aglomeracji Szczecińskiej, miastach Koszalin, Olsztyn i Elbląg oraz strefie zachodniopomorskiej, a więc różnica pomiędzy wartością największą a najmniejszą wyniosła 9,4 ng/m³ (Rys. 7-2 i Tab. 7-2). W 83% stref stężenie średnie było wyższe od 1,5 ng/m³, czyli wartości od której uznawane jest przekroczenie poziomu docelowego (po zaokrągleniu do liczby całkowitej). Przekroczenie odnotowano na 144 stacjach, co stanowiło 88% stanowisk pomiarowych, na których prowadzono w 2021 r. pomiary stężenia B(a)P w pyle zawieszonym PM₁₀. Dla większości stref i dla wartości średniej krajowej średnie roczne stężenie B(a)P w pyle zawieszonym PM₁₀ było w roku 2021 większe niż rok wcześniej. W strefach, w których stwierdzono wzrost stężeń B(a)P różnice względne sięgnęły od ok. 2% w mieście Opole i w strefie świętokrzyskiej do blisko 118% w strefie wielkopolskiej, przy średniej różnicy w kraju na poziomie 15,5%. W strefach, w których odnotowano spadek stężeń B(a)P różnice względne wyniosły od -1,7% w strefie warmińsko-mazurskiej do -48,6% w zachodniopomorskiej. Dla

trzech stref nie odnotowano zmian: Aglomeracji Górnośląskiej, Aglomeracji Krakowskiej i strefy łódzkiej.

Jedynie w siedmiu strefach zaobserwowano wzrost średnich stężeń benzo(a)pirenu w pyle zawieszonym PM₁₀ w roku 2021 w stosunku do wartości średnich z okresu 2010-2020: w mieście Wałbrzych (o 13,6%), strefie lubelskiej (o 24,3%), Aglomeracji Poznańskiej (o 31,3%), Aglomeracji Lubelskiej (o 36,9%), strefie wielkopolskiej (o 38,4%), mieście Kalisz (o 44,1%) i strefie podlaskiej (o 64,5%). W jednej strefie – dolnośląskiej – zmiany nie odnotowano. W pozostałych strefach wartości stężeń B(a)P z roku 2021 były mniejsze niż w wieloleciu, a zmiany wyniosły od -7,7% w strefie małopolskiej do -70,6% w strefie zachodniopomorskiej. Średnio w kraju stężenie benzo(a)pirenu w pyle zawieszonym spadło w 2021 roku o blisko 17,5% w stosunku do wartości uśrednionej w wieloleciu.

Tab. 7-2. Parametry jakości powietrza dla benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2021 r. (stężenie średnie roczne Sa)

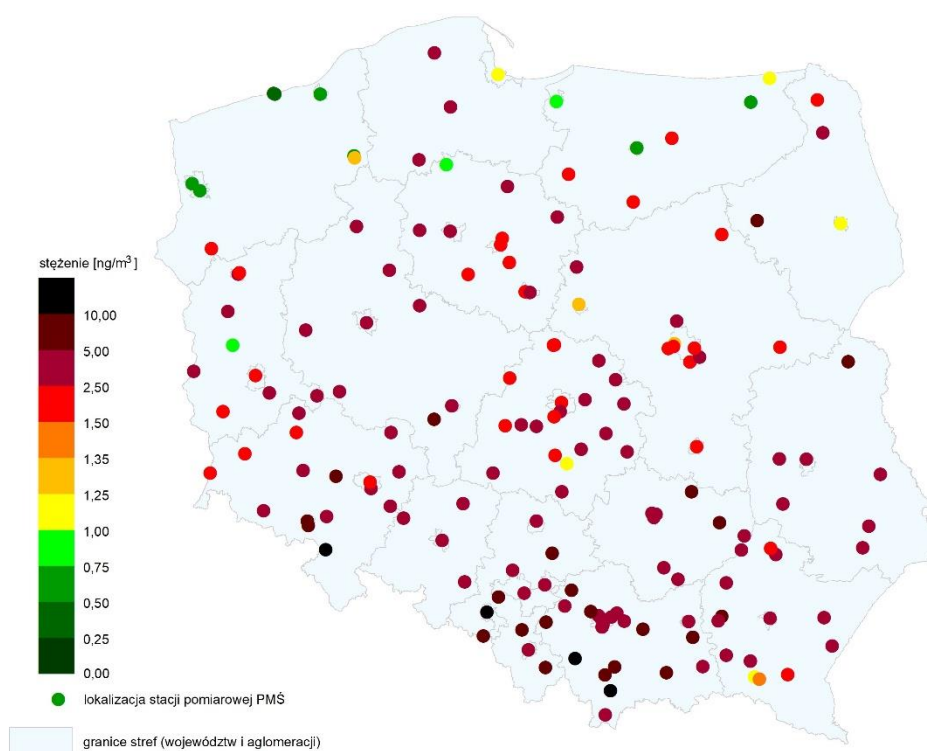
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

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.	2021/ 2020	2021 / 2010-2020
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	2	2	2,48	2,63	2,78	6,4%	-11,9%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1	1	3,33	3,33	3,33	-7,3%	-27,7%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1	1	5,78	5,78	5,78	44,9%	13,6%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	12	12	1,98	4,70	14,73	36,0%	0,1%
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	1	1	2,91	2,91	2,91	19,8%	-16,5%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1	1	1,73	1,73	1,73	7,1%	-14,5%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1	1	2,50	2,50	2,50	31,6%	-18,8%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	8	7	0,88	2,52	3,89	29,9%	-10,0%
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1	1	2,80	2,80	2,80	40,3%	36,9%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	6	6	3,03	3,70	5,25	42,3%	24,3%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	2	2	1,78	2,26	2,74	-5,5%	-25,2%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1	1	1,59	1,59	1,59	-29,9%	-38,5%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	6	5	0,80	2,89	4,13	30,9%	-24,2%
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	3	3	2,19	2,46	2,76	-8,3%	-44,2%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	17	16	1,24	2,71	4,47	-0,6%	-49,8%
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	6	6	3,44	3,86	4,32	-0,5%	-30,6%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1	1	3,28	3,28	3,28	6,0%	-11,5%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	14	14	2,68	7,08	13,06	-3,6%	-7,7%
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	3	2	1,30	1,67	2,16	15,1%	-21,6%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		1,32	1,32	1,32	69,2%	-29,2%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1	1	2,39	2,39	2,39	10,3%	-31,6%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	7	7	1,52	2,47	3,68	11,2%	-31,2%
opolskie	PL1601	miasto Opole	1	1	2,72	2,72	2,72	2,2%	-27,1%
opolskie	PL1602	strefa opolska	3	3	3,13	3,39	3,63	-3,7%	-41,9%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1	1	2,85	2,85	2,85	40,3%	-11,6%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	13	11	1,03	2,78	5,86	35,1%	-19,6%
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1		1,13	1,13	1,13	-30,8%	-28,1%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	3	3	1,61	3,14	5,24	-4,2%	64,5%
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	1		1,05	1,05	1,05	37,2%	-36,5%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	3	3	3,30	3,90	4,21	41,6%	-17,5%
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	2	2	3,67	3,75	3,83	-0,3%	-41,7%
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	1	10,10	10,10	10,10	7,2%	-11,3%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1	1	3,75	3,75	3,75		-35,1%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1	1	2,93	2,93	2,93	17,0%	-15,2%

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [ng/m³]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 1 ng/m³	Min.	Śred.	Maks.	2021/ 2020	2021 / 2010-2020
śląskie	PL2405	strefa śląska	6	6	3,43	6,93	8,91	4,0%	-9,9%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	3	3	3,41	4,21	4,76	9,6%	-14,5%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	5	5	2,96	4,61	7,77	2,4%	-9,3%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		0,70	0,70	0,70	-8,7%	-47,0%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		0,95	0,95	0,95	4,7%	-48,7%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	5	3	0,55	1,51	2,04	-1,7%	-26,9%
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	1	1	3,36	3,36	3,36	67,4%	31,3%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1	1	4,41	4,41	4,41	100,0%	44,1%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	6	6	3,40	4,21	6,25	117,6%	38,4%
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	2		0,60	0,65	0,70	-30,8%	-61,9%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		0,70	0,70	0,70	-2,9%	-41,7%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	5	1	0,27	0,81	1,50	-48,6%	-70,6%
Kraj			164	144	0,27	3,07	14,73	15,5%	-17,5%

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.

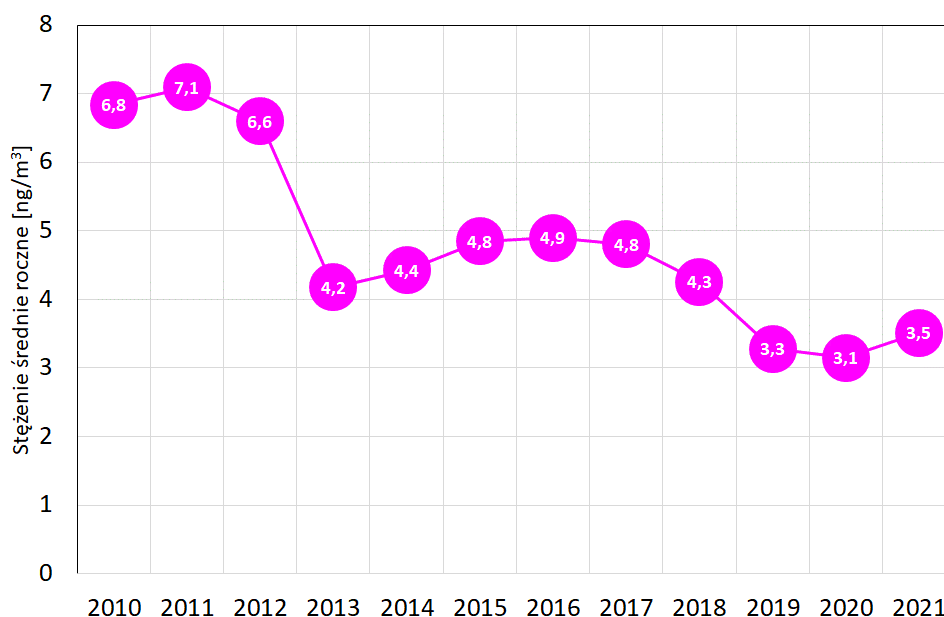
Jedynie na południowych krańcach województwa podkarpackiego wartości średnich rocznych stężeń B(a)P są na podobnym poziomie, jak w północnej Polsce. Wyraźnie widać lokalizację stacji z najwyższymi stężeniami średnimi rocznymi w południowych województwach.



Rys. 7-3. Stężenia średnie roczne benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ na stacjach pomiarowych w 2021 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 i wzrost w ostatnim roku. Najwyższą wartość stężenia średniego rocznego B(a)P odnotowano w 2011 roku, a najniższą w 2020 (Rys. 7-4). Amplituda stężeń średnich rocznych w okresie 2010-2021 wyniosła 4 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), 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 2010-2021

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 – Godów, 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 (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 2010-2021 z uwzględnieniem typów stacji

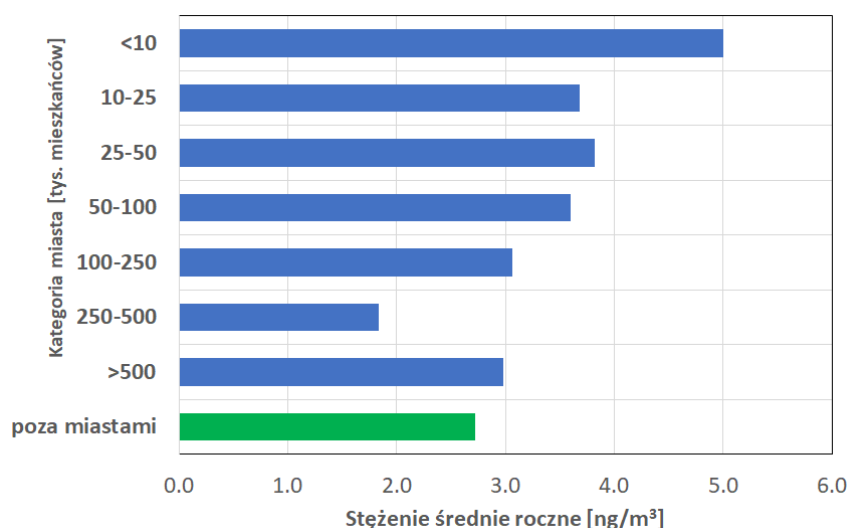
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

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

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 w 2021 roku wystąpiło w miastach o liczbie ludności <10 tys., mniejsze w miastach średnich z kategorii 10-25 tys., 25- 50 tys. i 50-100 tys. Miasta o najniższym stężeniu B(a)P to miasta zamieszkałe przez 250- 500 tys. mieszkańców. Średnie roczne stężenie B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 poza miastami było na ogół mniejsze niż w miastach, za wyjątkiem ostatniej kategorii miast

z najniższymi wartościami stężenia benzo(a)pirenu – w tym przypadku stężenie B(a)P na obszarach pozamiejskich było większe o 48%. W porównaniu z wartościami z najmniejszych miast stężenie poza miastami było o 46% mniejsze (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 2021 r.

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

Średnie roczne stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2021, jak wartości uśrednione dla kraju, z tym samym zastrzeżeniem dotyczącym mniejszej liczby stacji i reprezentacji stacji pozamiejskich na początku omawianego wielolecia; dodatkowo 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 trzech latach. W 2021 roku dla wszystkich kategorii miast odnotowano wzrosty średnich rocznych stężeń benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM10 w stosunku do wartości obserwowanych rok wcześniej (Tab. 7-4).

Tab. 7-4. Zmiany stężeń średnich rocznych benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w latach 2010-2021 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

Kategoria miasta	Stężenie Sa [ng/m³]											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
>500		3,20	3,13	2,51	4,36	4,33	3,86	3,90	3,79	3,07	2,86	2,98
250-500	4,51	4,80	4,95	2,95	2,71	2,74	2,91	2,85	2,80	1,63	1,74	1,84
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
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
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
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
<10					6,62	8,42	6,46	4,51	6,17	3,96	3,34	5,00
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

7.3. Epizody wysokich stężeń

Głównym źródłem emisji benzo(a)pirenu do atmosfery w Polsce są inne źródła stacjonarne, czyli procesy spalania paliw poza przemysłem i transportem, a zatem emisja z gospodarstw domowych. Rośnie ona w chłodnej połowie roku, w sezonie grzewczym, wraz z rosnącym zapotrzebowaniem na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych. Stężenia zanieczyszczeń wzrastają w okresie występowania warunków meteorologicznych, niekorzystnie wpływających na jakość powietrza, w tym niskiej prędkości wiatru i zjawiska tzw. inwersji termicznej, często spotykanych w okresie zimowym przy antycyklonalnym typie cyrkulacji atmosferycznej. Przekłada się to 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). 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 mieszczące się w poniżej $0,5 \text{ ng/m}^3$. Były jednak miejsca, w których stężenia nie spadały aż tak nisko i nawet w miesiącach letnich osiągały wartości wyższe – z przedziałów $0,5\text{-}0,75 \text{ ng/m}^3$ czy $0,75\text{-}1,0 \text{ ng/m}^3$, a nawet $1,0\text{-}1,5 \text{ ng/m}^3$ czy $1,5\text{-}3,0 \text{ ng/m}^3$. Takie miejsca były zlokalizowane przede wszystkim na południu kraju, szczególnie w województwie dolnośląskim. 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.

Występowanie bardzo wysokich stężeń B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w sezonie grzewczym, w miesiącach zimowych spowodowało, że wartość graniczna przyjęta dla epizodu wysokiego stężenia B(a)P - 7 ng/m^3 - była przekroczona nieprzerwanie w ciągu 59 dni, czyli dwóch miesięcy na początku roku – stycznia i lutego (od 1.01.2021 do 28.02.2021) oraz 26 dni w końcu roku (od 6.12.2021 do 30.12.2021). Pierwszy epizod był widoczny na 104 stacjach, a maksymalna wartość dobową stężenia B(a)P osiągnęła 72 ng/m^3 . Drugi epizod był krótszy i objął 69 stacji. Charakteryzował się też mniejszą wartością maksymalną stężenia B(a)P ($48,5 \text{ ng/m}^3$) niż epizod z początku roku.

Tab. 7-5. Charakterystyka epizodów wysokich stężeń benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2021 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 ($7,0 \text{ ng/m}^3$) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2021-01-01 do 2021-02-28	59	104	0,40	9,07	72,24
2	od 2021-12-06 do 2021-12-30	26	69	0,23	7,97	48,48

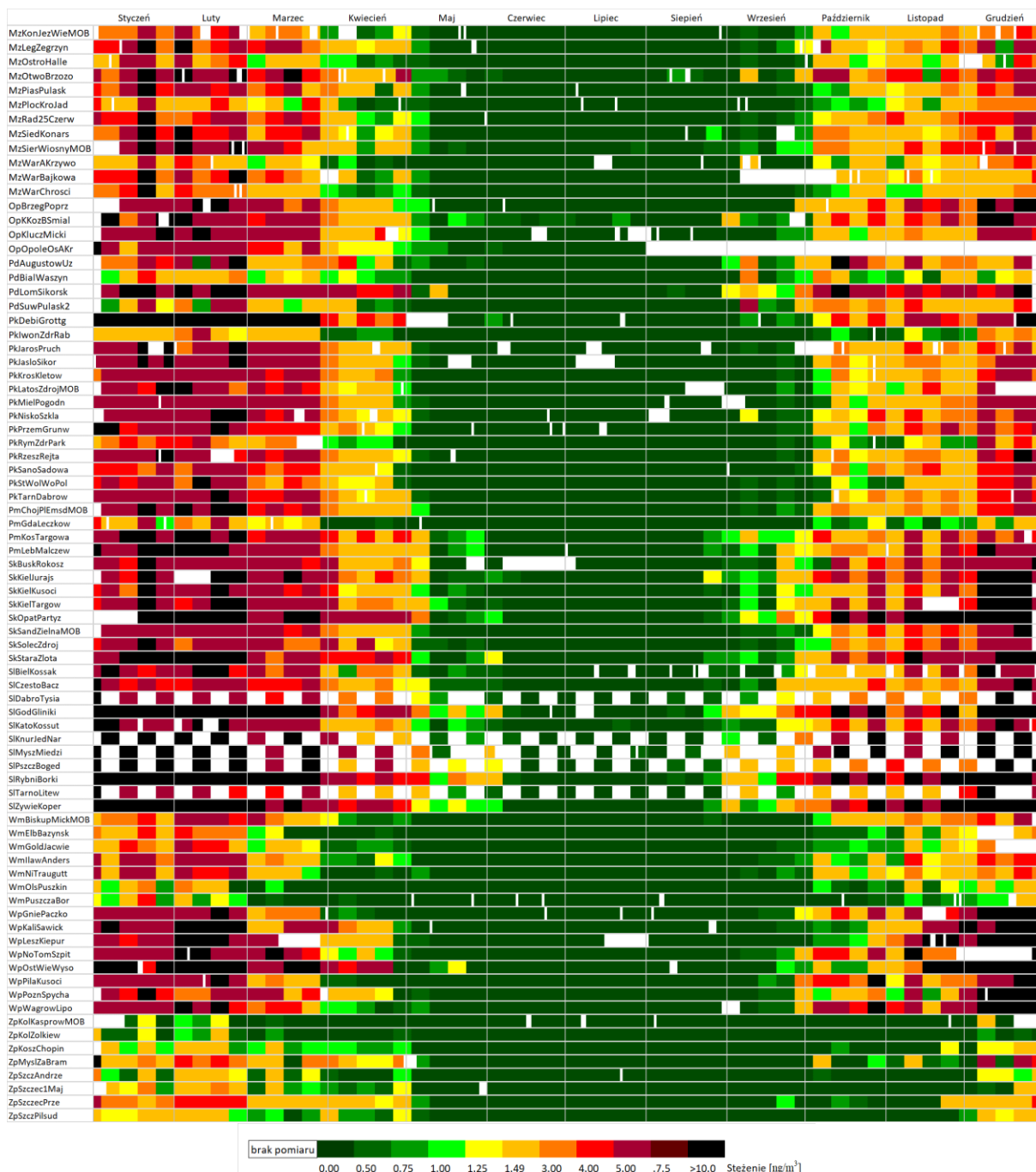
Ze względu na długość pierwszego epizodu można stwierdzić, że rozkład przestrzenny średnich stężeń benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM₁₀ w ciągu 2 miesięcy jego trwania był bardzo zbliżony do rozkładu średnich rocznych stężeń, przy znacznie wyższych wartościach dla każdej ze stacji (Rys. 7-7). Największe wartości występowały na południu, ale także w Polsce środkowej i nawet na północy kraju. Najwyższe wartości średnie w czasie epizodu notowano

na wielu stacjach w województwach: małopolskim, śląskim, dolnośląskim, lubelskim, świętokrzyskim, wielkopolskim, kujawsko-pomorskim i pomorskim.



Rys. 7-6. Zmiany stężeń średnich dobowych benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2021 r. (cz. 1)

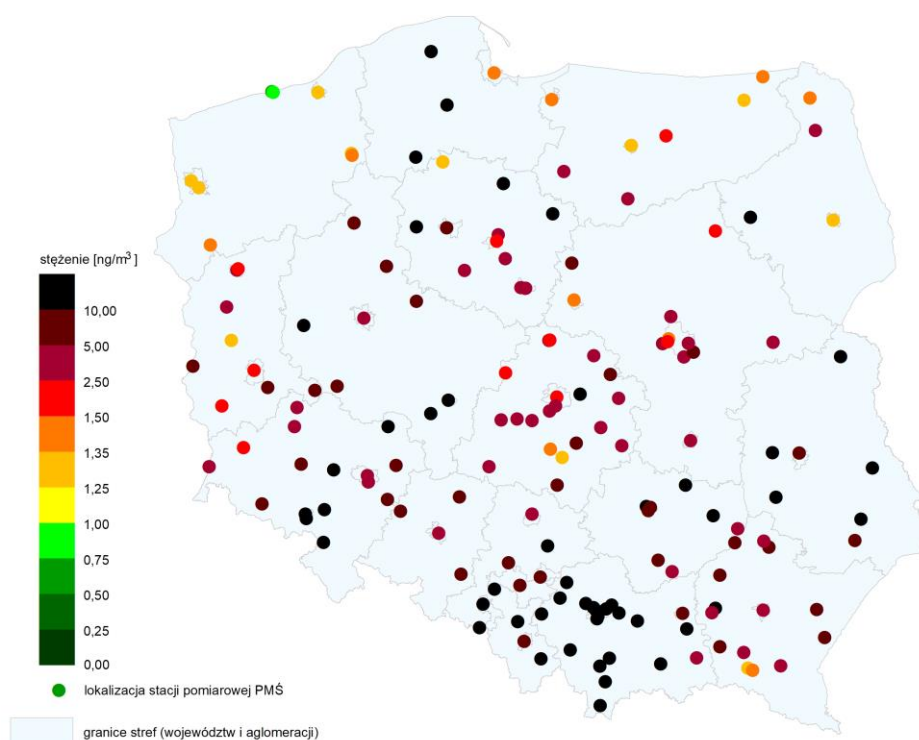
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 7-6. Zmiany stężeń średnich dobowych benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2021 r. (cz. 2)

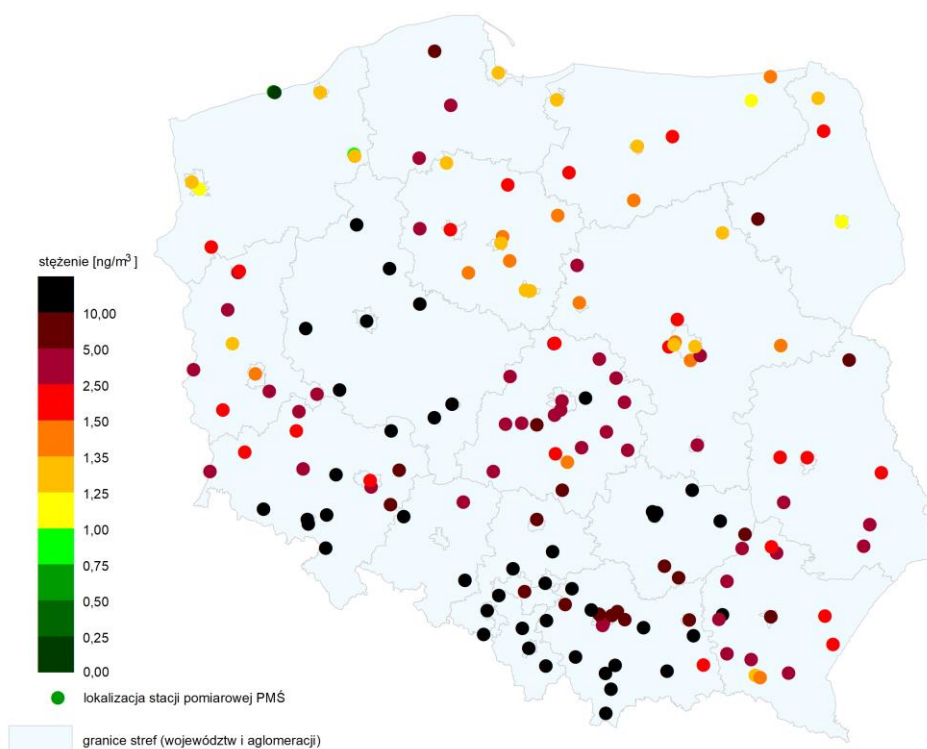
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Epizod, który miał miejsce w grudniu objął swym zasięgiem mniejszą część kraju. Największe wartości stężenia B(a)P notowano na stacjach w województwach: śląskim, małopolskim, świętokrzyskim, wielkopolskim i dolnośląskim. W pozostałych województwach stężenia były niższe, a najmniejsze wartości notowano w zachodniopomorskim, warmińsko-mazurskim i podlaskim (Rys. 7-8).



Rys. 7-7. Stężenia średnie benzo(a)pirenu B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w okresie epizodu wysokich stężeń (01.01.2021 - 28.02.2021)

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 (06-30.12.2021)

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

8. Stężenia arsenu As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀

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

Tab. 8-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza arsenem (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

Arsen – oznacza całkowitą zawartość pierwiastka w pyłe zawieszonym PM₁₀

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

Ocenę zanieczyszczenia powietrza arsenem w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2021 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 62 stanowisk pomiarowych, w tym 55 stacji tła miejskiego, 3 podmiejskich i 4 pozamiejskich (Rys. 8-1).

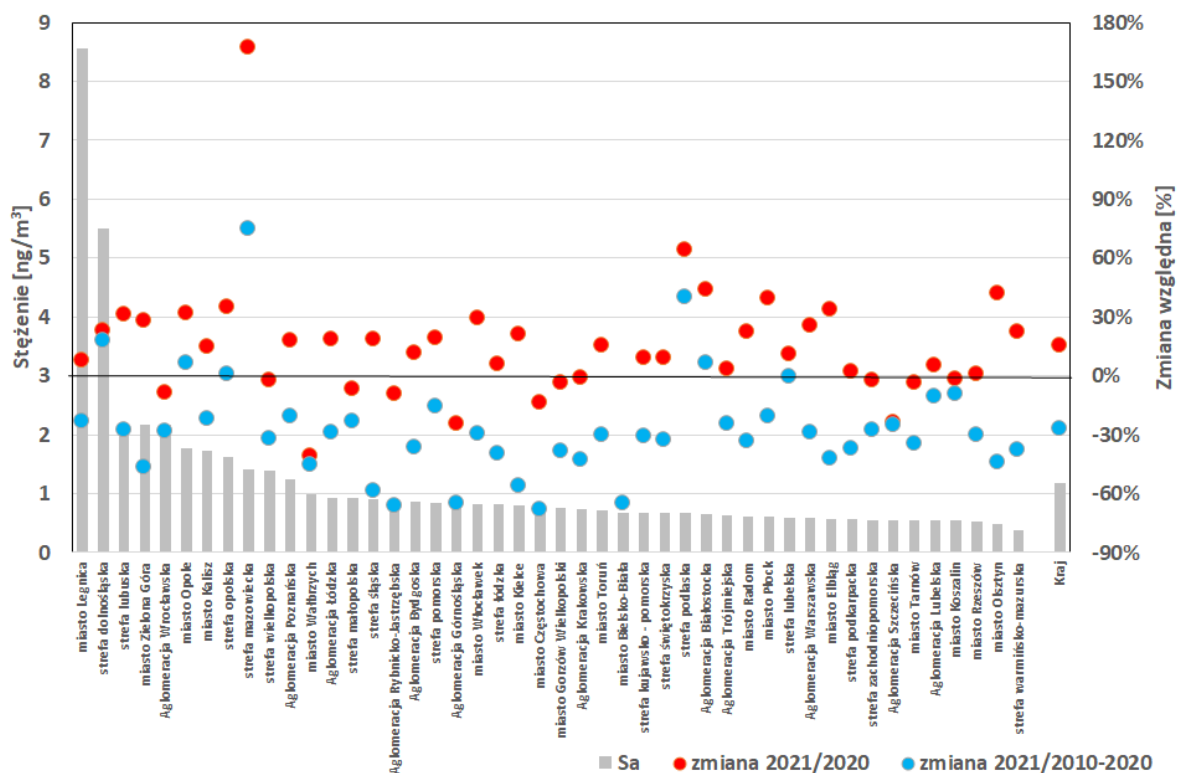


Rys. 8-1. Stacje pomiarowe arsenu As w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2021 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

8.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla arsenu w pyłe zawieszonym PM₁₀ w roku 2021 dla wartości średnich rocznych w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i w okresie 2010-2021 (w tym trendów zmian). 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 2021 r. 1,2 ng/m³. Największe wartości średnie odnotowano w mieście Legnica (8,6 ng/m³) i strefie dolnośląskiej (5,5 ng/m³). Były to jedyne strefy, w których został przekroczony poziom docelowy dla arsenu (wartości maksymalne ze stacji Legnica 8,6 ng/m³ i Głogów 10,7 ng/m³). Najmniejszą wartość średnią zaobserwowano w strefie warmińsko-mazurskiej (0,4 ng/m³), a więc różnica pomiędzy wartością największą a najmniejszą wyniosła 8,2 ng/m³ (Rys. 8-2 i Tab. 8-2). Dla większości stref i dla wartości średniej krajowej średnie roczne stężenie arsenu w pyłe zawieszonym PM₁₀ było w roku 2021 większe niż rok wcześniej. W strefach, w których stwierdzono wzrost stężeń As różnice względne sięgnęły od 0,7% w mieście Rzeszów i 2,0% w strefie podkarpackiej do 167,1% w strefie mazowieckiej, przy różnicy dla wartości średniej w kraju na poziomie 15,2%. W strefach, w których odnotowano spadek stężeń As różnice względne wyniosły od -1,3% w Aglomeracji Krakowskiej do -40,7% w mieście Wałbrzych.



Rys. 8-2. Stężenia średnie roczne arsenu As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2021 r. na tle zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2020

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 2021 r. (stężenie średnie roczne Sa)

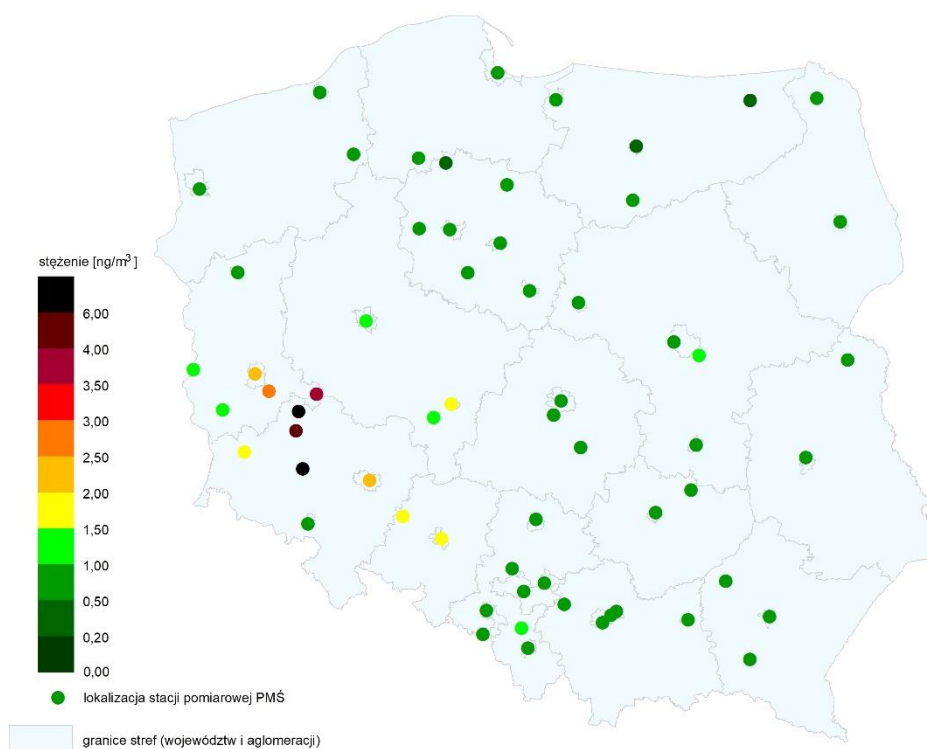
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

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.	2021/ 2020	2021 / 2010-2020
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	1		2,17	2,17	2,17	-8,6%	-28,4%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1	1	8,55	8,55	8,55	7,6%	-23,5%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		0,98	0,98	0,98	-40,7%	-45,3%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	3	1	1,73	5,49	10,72	23,1%	17,8%
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	1		0,86	0,86	0,86	11,8%	-36,5%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		0,71	0,71	0,71	15,4%	-30,1%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		0,82	0,82	0,82	29,2%	-29,4%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	4		0,37	0,68	0,83	9,1%	-30,6%
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1		0,54	0,54	0,54	5,0%	-10,9%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	1		0,60	0,60	0,60	10,7%	-0,3%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		0,76	0,76	0,76	-3,7%	-38,7%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		2,17	2,17	2,17	27,9%	-46,7%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4		1,11	2,17	3,57	31,2%	-27,8%
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	2		0,91	0,93	0,94	18,3%	-29,3%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1		0,81	0,81	0,81	5,6%	-40,1%
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	3		0,67	0,75	0,85	-1,3%	-43,1%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		0,54	0,54	0,54	-3,7%	-34,9%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	1		0,93	0,93	0,93	-7,1%	-23,4%
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	1		0,60	0,60	0,60	25,1%	-29,1%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		0,62	0,62	0,62	39,2%	-20,7%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		0,62	0,62	0,62	22,2%	-33,2%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	1		1,42	1,42	1,42	167,1%	74,9%
opolskie	PL1601	miasto Opole	1		1,77	1,77	1,77	31,5%	6,6%
opolskie	PL1602	strefa opolska	1		1,62	1,62	1,62	34,6%	0,5%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		0,52	0,52	0,52	0,7%	-29,9%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	2		0,53	0,57	0,62	2,0%	-37,0%
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1		0,66	0,66	0,66	43,8%	6,3%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1		0,67	0,67	0,67	64,3%	40,1%
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	1		0,64	0,64	0,64	3,2%	-24,4%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	1		0,85	0,85	0,85	19,4%	-15,4%
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	2		0,78	0,84	0,91	-24,7%	-65,1%
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		0,86	0,86	0,86	-9,4%	-66,3%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		0,68	0,68	0,68		-65,3%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1		0,76	0,76	0,76	-13,6%	-68,0%

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.	2021/ 2020	2021 / 2010-2020
śląskie	PL2405	strefa śląska	3		0,84	0,91	1,00	18,4%	-58,4%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1		0,81	0,81	0,81	20,7%	-56,1%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1		0,67	0,67	0,67	8,7%	-32,6%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		0,49	0,49	0,49	41,7%	-44,0%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		0,58	0,58	0,58	33,8%	-42,4%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	2		0,23	0,38	0,54	22,4%	-38,0%
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	1		1,24	1,24	1,24	18,0%	-20,7%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		1,72	1,72	1,72	14,8%	-21,9%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	1		1,40	1,40	1,40	-2,5%	-31,9%
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	1		0,55	0,55	0,55	-24,0%	-25,1%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		0,54	0,54	0,54	-2,0%	-9,5%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		0,55	0,55	0,55	-2,2%	-27,6%
Kraj			62	2	0,23	1,17	10,73	15,2%	-26,9%

Jedynie w pięciu strefach zaobserwowano wzrost średnich stężeń arsenu w pyłe zawieszonym PM10 w roku 2021 w stosunku do wartości średnich z okresu 2010-2020: w Aglomeracji Białostockiej (o 6,3%), mieście Opole (o 6,6%), strefie dolnośląskiej (o 17,8%), strefie podlaskiej (o 40,8%) i strefie mazowieckiej (o 74,9%). W dwóch kolejnych strefach – lubelskiej i opolskiej – zmian nie odnotowano. W pozostałych strefach wartości stężeń As z roku 2021 były mniejsze niż w wieloleciu, a zmiany wyniosły od -9,5% w mieście Koszalin do -68,0% w mieście Częstochowa. Średnio w kraju stężenie arsenu w pyłe zawieszonym spadło w 2021 roku o blisko 27% w stosunku do wartości uśrednionej w wieloleciu.

Średnie roczne stężenia arsenu w pyłe zawieszonym PM10 osiągnęły największe wartości, znacznie odbiegające od pozostałych stref w kraju, w mieście Legnica i w strefie dolnośląskiej. Kolejną grupę stanowią strefy w zachodniej i południowo-zachodniej części kraju, w których notowano stężenie As z przedziału 1,5-3,0 ng/m³. Do grupy tej należą strefa lubuska, miasto Zielona Góra, Aglomeracja Wrocławska, miasto Opole, miasto Kalisz i strefa opolska. Najmniejsze wartości (0,2-0,5 ng/m³) notowano na ogół na stacjach w strefach położonych na wschodzie i południowym wschodzie kraju: w mieście Tarnów, Aglomeracji Lubelskiej, mieście Rzeszów, mieście Olsztyn i strefie warmińsko-mazurskiej, ale także w Aglomeracji Szczecińskiej i mieście Koszalin (Rys. 8-3).

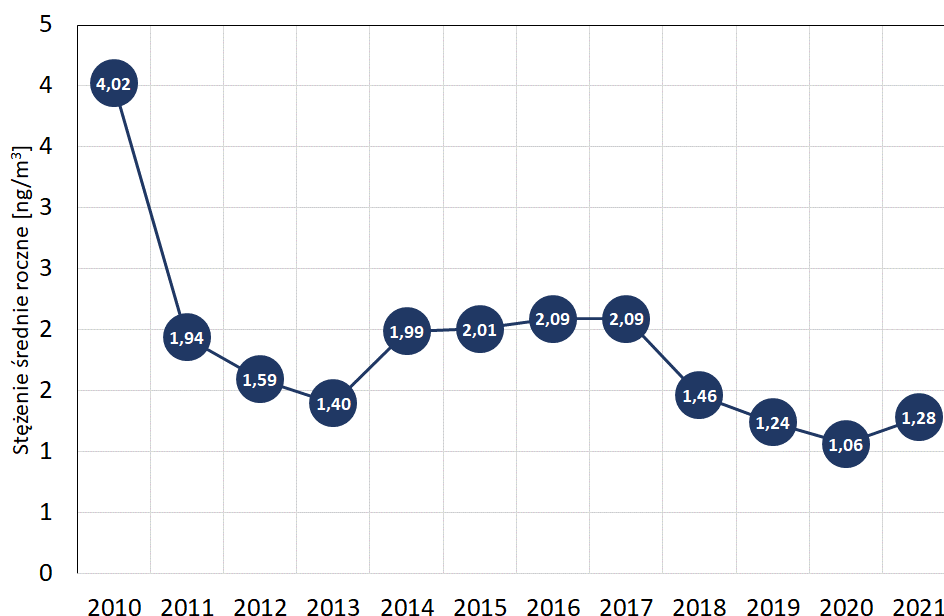


Rys. 8-3. Stężenia średnie roczne arsenu As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 na stacjach pomiarowych w 2021 r.

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

Stężenia średnie roczne arsenu w pyłe 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 2012-2021 spadły poniżej 1,5 ng/m³. Najwyższą wartość

stężenia średniego rocznego As odnotowano w 2010 roku, a najniższą w 2020 (Rys. 8-4). Amplituda stężeń średnich rocznych w okresie 2010-2021 wyniosła ok. 3 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 2010-2021

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

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. 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 2010-2021 z uwzględnieniem typów stacji

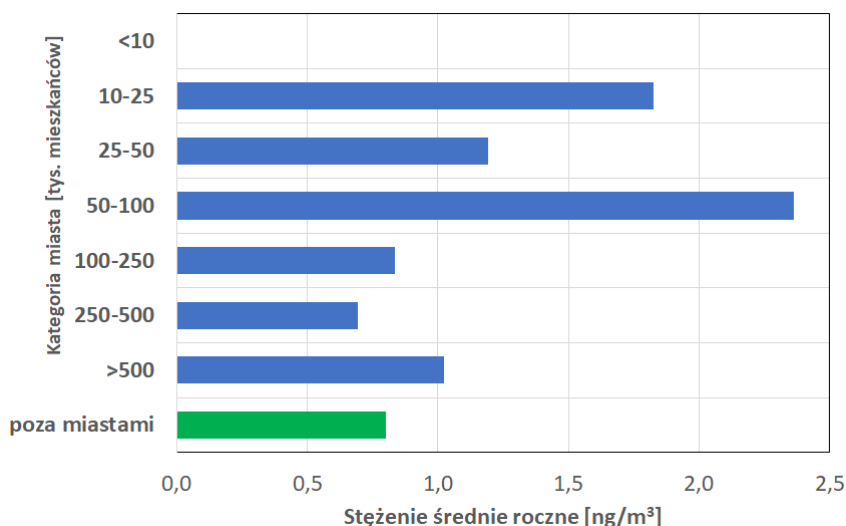
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

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

8.2. Jakość powietrza w miastach

Przeprowadzona analiza dla miast w poszczególnych kategoriach wykazała, że najwyższe średnie roczne stężenie As oznaczanego w pyłach zawieszonym w 2021 roku wystąpiło w miastach o liczbie ludności 50-100 tys., 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 pyłe zawieszonym PM10 poza miastami było na ogół mniejsze niż w miastach, za wyjątkiem tych dwóch ostatnich kategorii miast z najniższymi wartościami stężenia arsenu – w tych przypadkach stężenie arsenu na obszarach pozamiejskich było zbliżone (kategoria 100-250 tys.) a nawet większe (kategoria 250-500 tys.) (Rys. 8-5). W najmniejszych miastach, liczących poniżej 10 tys. mieszkańców, w 2021 r. nie były prowadzone pomiary metali ciężkich w pyłe zawieszonym PM10.



Rys. 8-5. Stężenia średnie roczne arsenu As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2021 r.

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

Średnie roczne stężenia dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2021, 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 2021 roku dla wszystkich kategorii miast odnotowano wzrosty średnich rocznych stężeń arsenu w pyłe zawieszonym PM10 w stosunku do wartości obserwowanych rok wcześniej (Tab. 8-4).

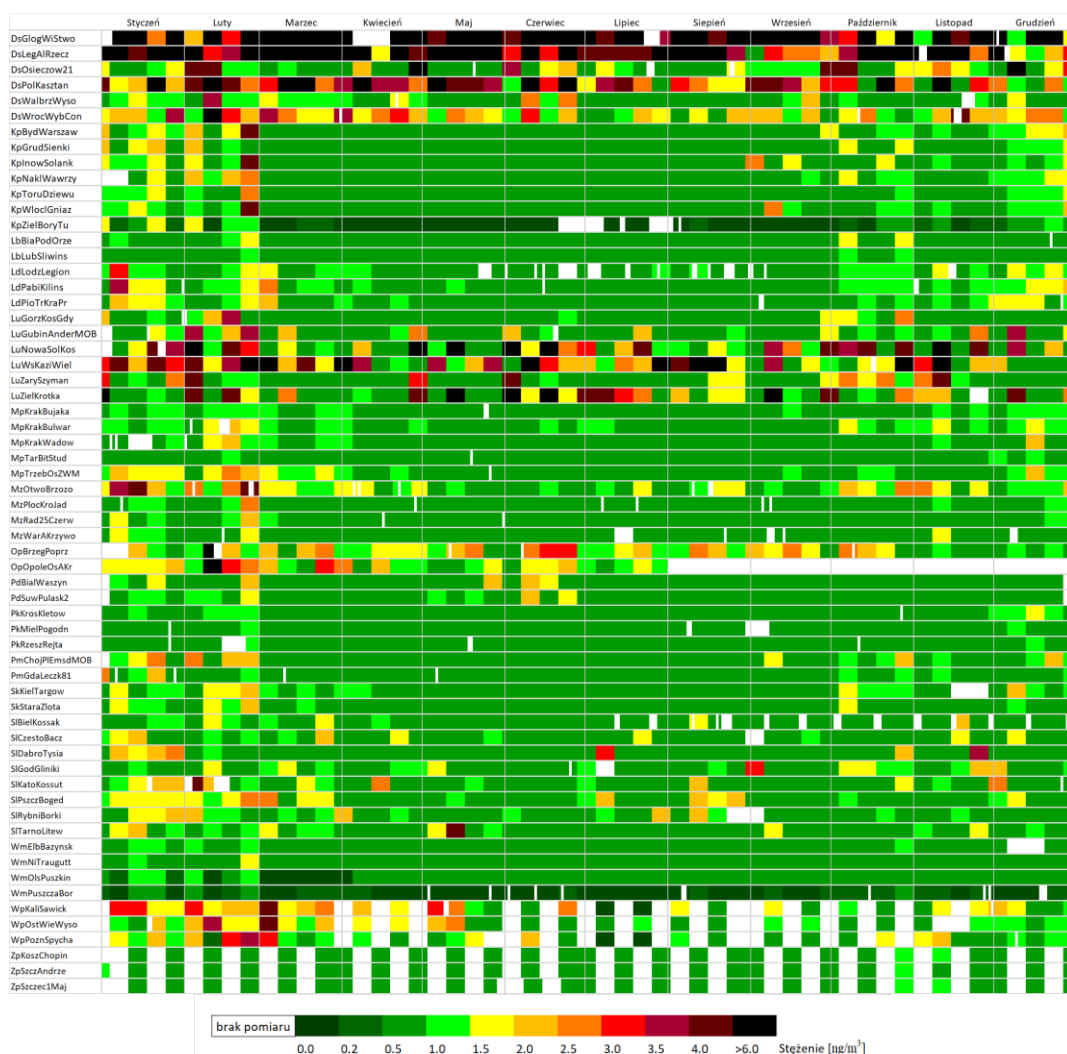
Tab. 8-4. Zmiany stężeń średnich rocznych arsenu As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w latach 2010-2021 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

Kategoria miasta	Stężenie Sa [ng/m³]											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
>500		0,93	1,03	1,45	1,72	1,95	1,58	1,76	1,18	0,96	0,87	1,02
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
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
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
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
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
<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

8.3. Epizody wysokich stężeń

Na rysunku 8-6 przedstawiono przebieg dobowych stężeń arsenu w pyłe zawieszonym PM10 w 2021 r. na analizowanych stacjach pomiarowych. Dla poszczególnych stanowisk każda wartość stężenia dobowego oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia - zgodnie ze skalą kolorów pokazaną w legendzie na dole rysunku. Ponieważ wyniki pochodzą z próbek łączonych z tygodniowych, to taka sama wartość stężenia dobowego przypisana jest do każdego z dni objętych pomiarami. Miejsce puste, bez kolorowego paska oznacza, że dla tego dnia nie ma danej. W przebiegu dobowych wartości stężeń arsenu na większości stacji zaznaczyła się przewaga wartości obserwowanych w sezonie chłodnym nad wartościami z ciepłego półrocza, co więcej wyższe wartości notowano w pierwszym kwartale niż w czwartym (Rys. 8-6). Od tego obrazu odbiegają stacje zlokalizowane w województwie dolnośląskim i lubuskim, na których wysokie wartości stężenia utrzymywały się praktycznie przez cały rok oraz stacje w województwie podkarpackim, lubelskim i zachodniopomorskim, na których niskie wartości obserwowano przez cały rok.



Rys. 8-6. Zmiany stężeń średnich dobowych arsenu As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2021 r.

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

W przypadku As oznaczanego w pyle zawieszonym PM10 epizody wysokich stężeń, spełniające przyjęte kryteria, nie wystąpiły w 2021 roku.

9. Stężenia niklu Ni oznaczanego w pyle zawieszonym PM₁₀

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

Tab. 9-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza niklem Ni w pyle zawieszonym PM₁₀

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

Nikiel – oznacza całkowitą zawartość pierwiastka w pyle zawieszonym PM₁₀

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

Ocenę zanieczyszczenia powietrza niklem w pyle zawieszonym PM₁₀ w 2021 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 62 stanowisk pomiarowych, w tym 55 stacji tła miejskiego, 3 podmiejskich i 4 pozamiejskich (Rys. 9-1).

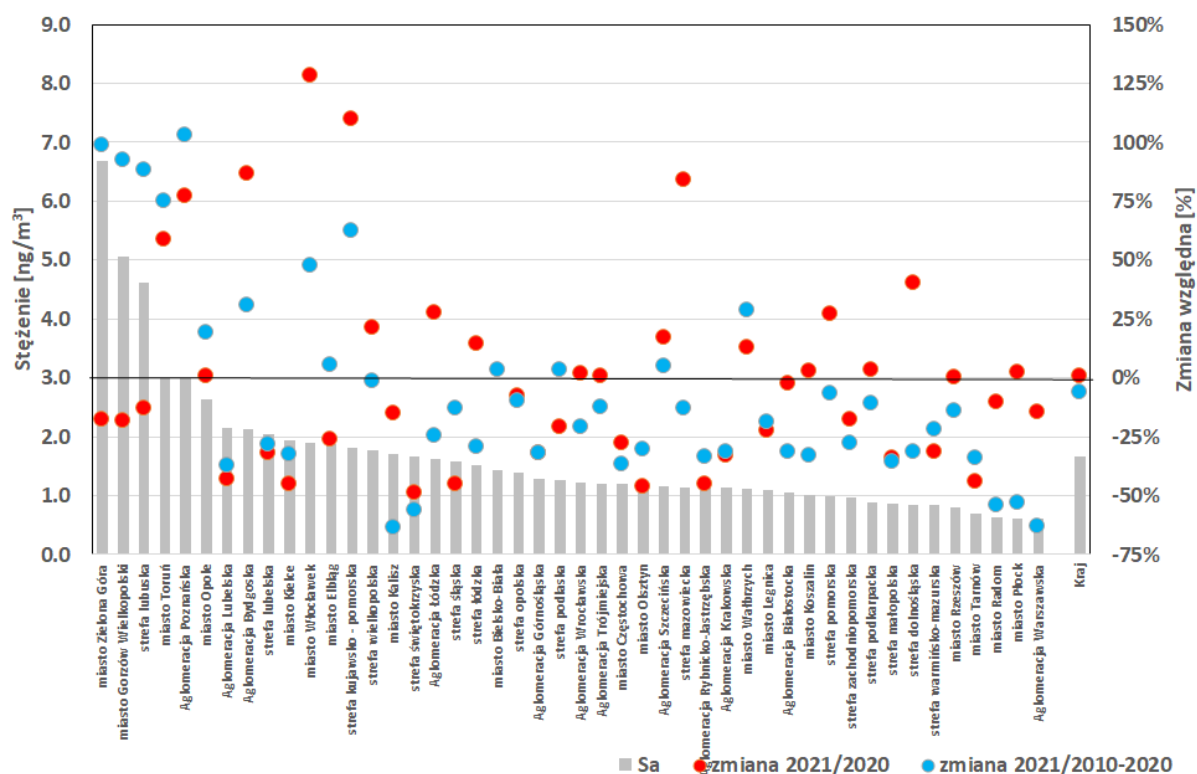


Rys. 9-1. Stacje pomiarowe niklu Ni w pyle zawieszonym PM₁₀ w 2021 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

9.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

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

Stężenie średnie roczne Ni w pyłe zawieszonym PM₁₀ uśrednione na obszarze kraju z wartości średnich dla stref, wyniosło w 2021 r. 1,7 ng/m³. Największe wartości średnie odnotowano w strefach województwa lubuskiego: miasto Zielona Góra (6,7 ng/m³), miasto Gorzów Wielkopolski (5,1 ng/m³) i strefa lubuska (4,6 ng/m³). Na żadnej z 62 stacji prowadzących pomiary stężenia metali ciężkich w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2021 r. nie został przekroczony poziom docelowy dla Ni. Najmniejsze wartości średnie – na poziomie 0,6-0,7 ng/m³ – zaobserwowano w miastach Tarnów, Radom i Płock oraz w Aglomeracji Warszawskiej, a więc różnica pomiędzy wartością największą a najmniejszą wyniosła 6,1 ng/m³ (wartość największa była o rząd wielkości większa niż najmniejsza) (Rys. 9-2 i Tab. 9-2). Dla ponad połowy stref średnie roczne stężenie niklu w pyłe zawieszonym PM₁₀ było w roku 2021 mniejsze niż rok wcześniej. W strefach, w których odnotowano spadek stężeń Ni różnice względne wyniosły od -2,6% w Aglomeracji Białostockiej do -49,1% w strefie świętokrzyskiej, przy czym spadki większe niż o 40% odnotowano w 7 strefach.



Rys. 9-2. Stężenia średnie roczne Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2021 r. na tle zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2020

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

Tab. 9-2. Parametry jakości powietrza dla Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2021 r. (stężenie średnie roczne Sa)

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

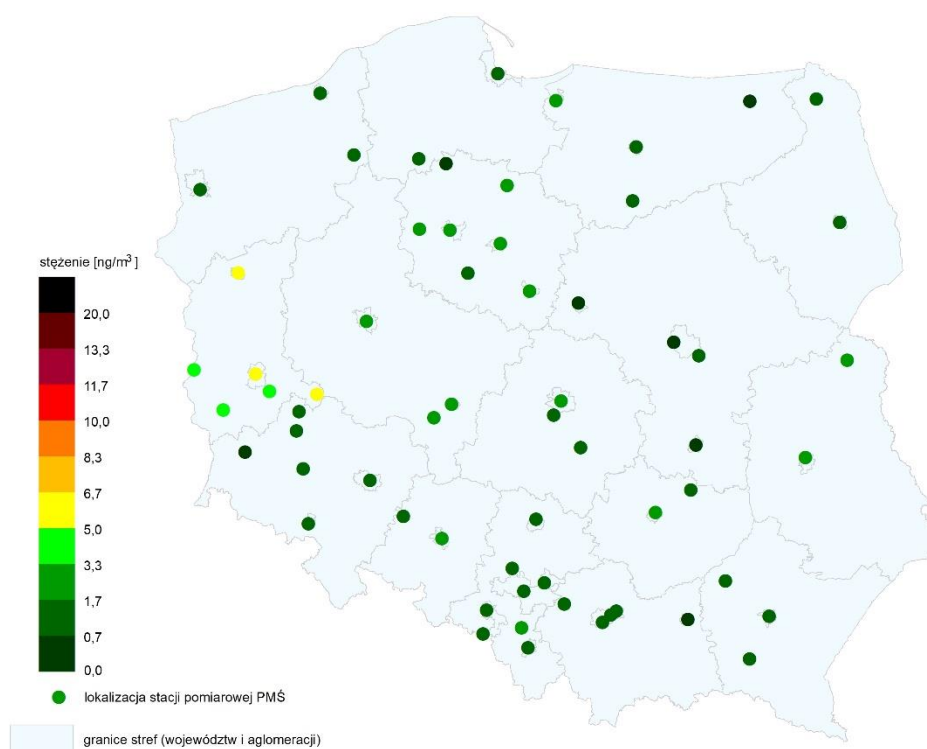
Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [ng/m³]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 20 ng/m³	Min.	Śred.	Maks.	2021/ 2020	2021 / 2010-2020
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	1		1,22	1,22	1,22	1,5%	-20,8%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		1,09	1,09	1,09	-22,4%	-18,7%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		1,11	1,11	1,11	12,7%	28,5%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	3		0,57	0,85	1,23	40,2%	-31,6%
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	1		2,13	2,13	2,13	86,6%	30,6%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		2,99	2,99	2,99	58,8%	74,8%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		1,90	1,90	1,90	128,2%	47,3%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	4		0,66	1,81	2,60	109,7%	62,5%
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1		2,16	2,16	2,16	-43,1%	-37,3%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	1		2,05	2,05	2,05	-32,3%	-28,4%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		5,06	5,06	5,06	-18,4%	92,1%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		6,68	6,68	6,68	-18,1%	98,6%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4		3,59	4,61	5,60	-12,9%	88,1%
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	2		1,51	1,62	1,72	27,6%	-24,9%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1		1,52	1,52	1,52	14,3%	-29,4%
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	3		0,92	1,13	1,27	-33,1%	-31,5%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		0,70	0,70	0,70	-44,1%	-34,2%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	1		0,87	0,87	0,87	-34,0%	-35,9%
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	1		0,61	0,61	0,61	-14,5%	-63,3%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		0,62	0,62	0,62	1,9%	-53,2%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		0,64	0,64	0,64	-10,4%	-54,4%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	1		1,14	1,14	1,14	83,7%	-13,1%
opolskie	PL1601	miasto Opole	1		2,63	2,63	2,63	0,5%	19,0%
opolskie	PL1602	strefa opolska	1		1,39	1,39	1,39	-7,7%	-9,7%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		0,81	0,81	0,81	0,2%	-14,2%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	2		0,87	0,87	0,88	3,4%	-10,9%
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1		1,06	1,06	1,06	-2,6%	-31,3%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1		1,27	1,27	1,27	-21,0%	3,4%
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	1		1,21	1,21	1,21	0,7%	-12,7%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	1		0,99	0,99	0,99	27,0%	-6,6%
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	2		1,05	1,28	1,51	-32,1%	-32,0%
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		1,13	1,13	1,13	-45,0%	-33,8%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		1,43	1,43	1,43		3,3%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1		1,21	1,21	1,21	-27,7%	-36,6%

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.	2021/ 2020	2021 / 2010-2020
śląskie	PL2405	strefa śląska	3		1,15	1,57	2,40	-45,4%	-13,2%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1		1,94	1,94	1,94	-45,3%	-32,8%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1		1,66	1,66	1,66	-49,1%	-56,2%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		1,19	1,19	1,19	-46,5%	-30,6%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		1,87	1,87	1,87	-26,3%	5,2%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	2		0,31	0,83	1,35	-31,7%	-22,2%
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	1		2,99	2,99	2,99	77,1%	103,1%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		1,70	1,70	1,70	-15,2%	-63,9%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	1		1,77	1,77	1,77	21,4%	-1,6%
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	1		1,17	1,17	1,17	17,1%	5,0%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		1,02	1,02	1,02	2,8%	-33,3%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		0,96	0,96	0,96	-17,7%	-27,8%
Kraj			62	0	0,31	1,66	6,68	0,4%	-6,2%

Dla wartości średniej krajowej oraz wartości w 3 strefach (miasto Rzeszów, miasto Opole i Aglomeracja Trójmiejska) zmiany były mniejsze niż 1%, co traktowane jest jako brak zmian. W strefach, w których stwierdzono wzrost stężeń Ni (17) różnice względne sięgnęły od 1,5% w Aglomeracji Wrocławskiej do 128,2% w mieście Włocławek, przy średniej różnicy w kraju na poziomie 0,4%.

W czternastu strefach zaobserwowano wzrost średnich stężeń niklu w pyłe zawieszonym PM₁₀ w roku 2021 w stosunku do wartości średnich z okresu 2010-2020, przy czym największe różnice wystąpiły w Aglomeracji Poznańskiej i mieście Zielona Góra (o ok. 100%), mieście Gorzów Wielkopolski i strefie lubuskiej (o ok. 90%), a najmniejsze w strefie podlaskiej i mieście Bielsko-Biała (o ok. 3%). W pozostałych strefach wartości stężeń Ni z roku 2021 były mniejsze niż w wieloleciu, a zmiany wyniosły od -1,6% w strefie wielkopolskiej do -63,9% w mieście Kalisz. Średnio w kraju stężenie niklu w pyłe zawieszonym spadło w 2021 roku o nieco ponad 6% w stosunku do wartości uśrednionej w wieloleciu.

Średnie roczne stężenia niklu w pyłe zawieszonym PM₁₀ osiągnęły największe wartości, odbiegające od innych, na stacjach w strefach województwa lubuskiego – miastach Zielona Góra i Gorzów Wielkopolski oraz strefie lubuskiej. Na stacjach w pozostałych strefach w kraju wartości były różne i trudno zauważyć jakieś prawidłowości w rozkładzie przestrzennym stężeń niklu w pyłe zawieszonym PM₁₀ (Rys. 9-3).

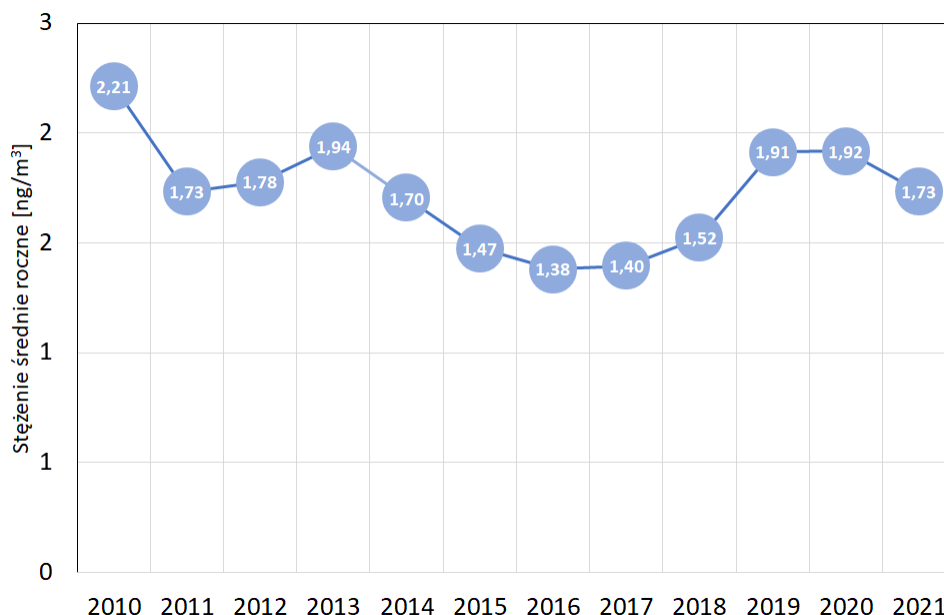


Rys. 9-3. Stężenia średnie roczne Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ na stacjach pomiarowych w 2021 r.

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

Stężenia średnie roczne niklu w pyłe 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 (Rys. 9-4). Amplituda stężeń średnich rocznych w okresie 2010-2021 wyniosła 0,8 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 zawieszonym PM₁₀ w Polsce w okresie 2010-2021

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

Najwyższe stężenia niklu w pyłach zawieszonym PM₁₀ były notowane na stacjach komunikacyjnych (nie dla wszystkich lat dostępne dane pomiarowe) i miejskich, a najniższe na ogół na stacjach pozamiejskich i podmiejskich. 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 zawieszonym 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 zawieszonym PM₁₀ w latach 2010- 2021 z uwzględnieniem typów stacji

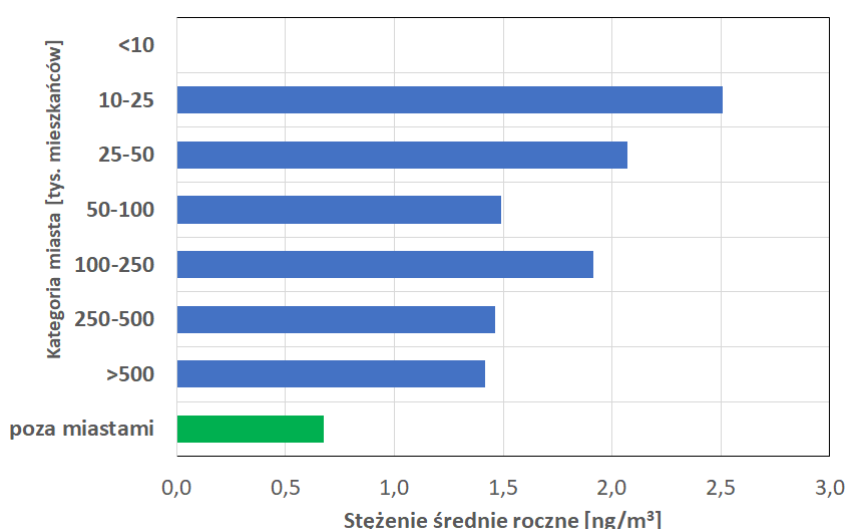
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

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

9.2. Jakość powietrza w miastach

Analiza dla miast w poszczególnych kategoriach wykazała, że najwyższe średnie roczne stężenie Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym w 2021 roku wystąpiło w miastach o liczbie ludności 10-25 tys., nieco mniejsze w większych miastach - z kategorii 25-50 tys. oraz 100-250 tys. Miasta o najniższym stężeniu Ni to miasta o liczbie ludności powyżej 500 tys. oraz 250-500 tys. mieszkańców. Średnie roczne stężenie Ni w pyłe zawieszonym PM₁₀ poza miastami było znacznie mniejsze niż w miastach – stanowiło blisko 50% wartości miast z najniższymi wartościami stężenia niklu i niewiele ponad 25% wartości z miast z najwyższymi stężeniami niklu w pyłe zawieszonym PM₁₀ (Rys. 9-5).

W najmniejszych miastach, liczących poniżej 10 tys. mieszkańców, w 2021 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 2021 r.

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

Średnie roczne stężenia dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2021, 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 z różnych kategorii i zmieniały się one miejscami. W latach 2014, 2017, 2018, 2019 i 2021 wyraźnie najmniejsze wartości stężenia niklu charakteryzowały obszary pozamiejskie. W 2021 roku dla kategorii miast 25-50 tys., 100-250 tys. i 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). Dla pozostałych kategorii miast miał miejsce wzrost średnich stężeń Ni.

Tab. 9-4. Zmiany stężeń średnich rocznych niklu Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w latach 2010-2021 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

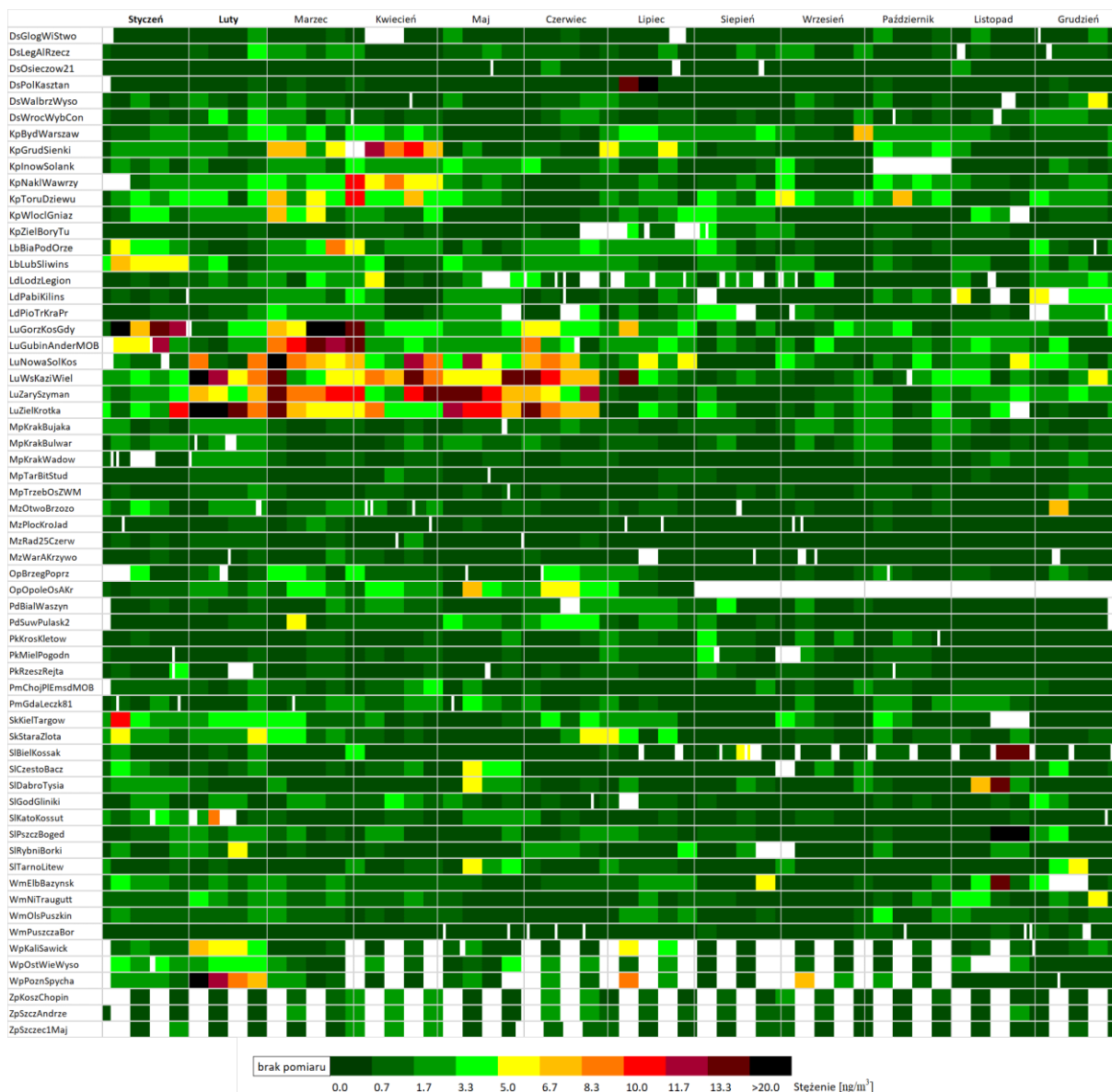
Kategoria miasta	Stężenie Sa [ng/m ³]											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
>500		1,16	1,63	1,83	1,70	1,89	1,61	1,73	1,95	1,61	1,28	1,42
250-500	1,84	1,52	2,38	1,97	1,81	1,83	1,90	2,17	1,51	2,13	1,68	1,46
100-250	2,18	1,79	1,96	1,91	1,92	1,65	1,40	1,34	1,40	2,08	2,55	1,91
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
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
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
<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

9.3. Epizody wysokich stężeń

Na rysunku 9-6 przedstawiono przebieg dobowych stężeń niklu w pyłe zawieszonym PM10 w 2021 r. na analizowanych stacjach pomiarowych. Dla poszczególnych stanowisk każda wartość stężenia dobowego oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia - zgodnie ze skalą kolorów pokazaną w legendzie na dole rysunku. Ponieważ wyniki pochodzą z próbek łączonych z tygodniowych, to taka sama wartość stężenia dobowego przypisana jest do każdego z dni objętych pomiarami. Miejsce puste, bez kolorowego paska oznacza, że dla tego dnia nie ma danej.

W przebiegu dobowych wartości stężeń niklu w pyłe zawieszonym PM10 na większości stacji trudno zauważyć zmienność sezonową (Rys. 9-6). Od tego obrazu odbiegają stacje zlokalizowane w województwie lubuskim, na których wysokie wartości stężenia Ni miały miejsce w pierwszym półroczu (na niektórych stacjach bez stycznia) oraz stacje w województwie kujawsko-pomorskim, na których niskie wartości obserwowano w marcu i kwietniu.

W przypadku Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 epizody wysokich stężeń, spełniające przyjęte kryteria, nie wystąpiły w 2021 roku.



Rys. 9-6. Zmiany stężeń średnich dobowych niklu Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w 2021 r.

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

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

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

Kadm – oznacza całkowitą zawartość pierwiastka w pyle zawieszonym PM10

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

Ocenę zanieczyszczenia powietrza kadmem w pyle zawieszonym PM10 w 2021 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 62 stanowisk pomiarowych, w tym 55 stacji tła miejskiego, 3 podmiejskich i 4 pozamiejskich (Rys. 10-1).

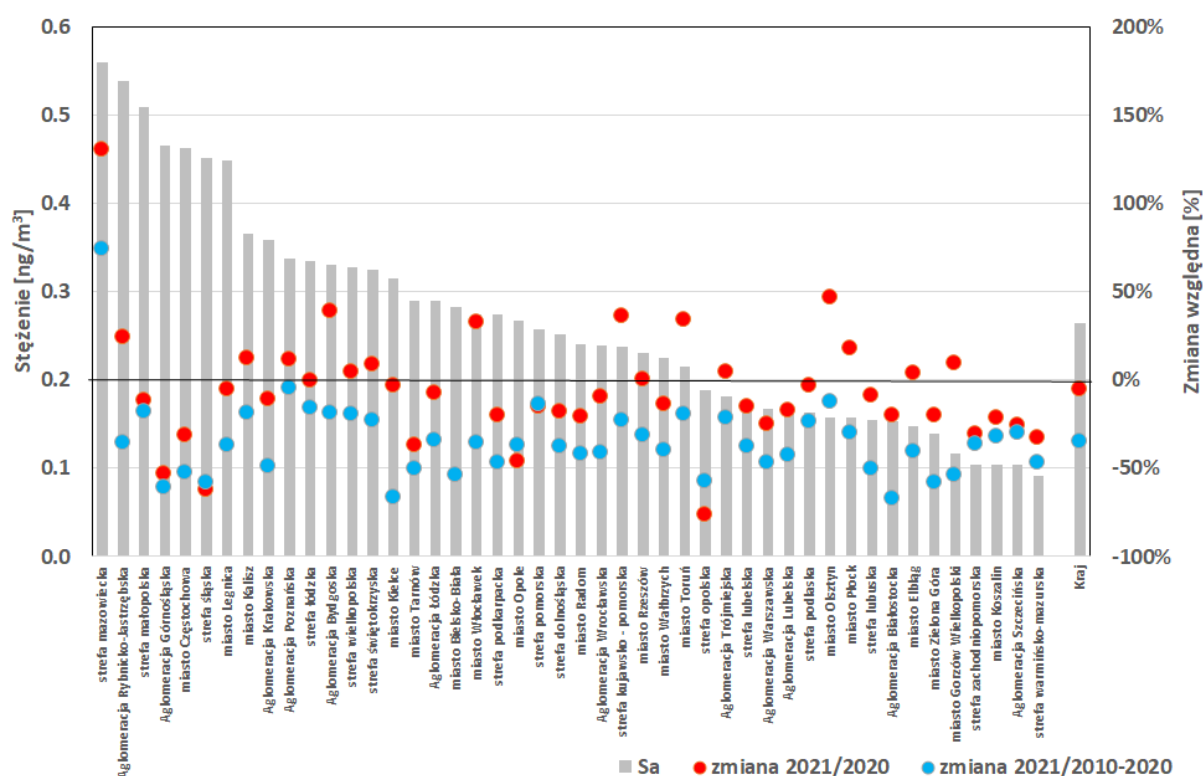


Rys. 10-1. Stacje pomiarowe kadmu Cd w pyle zawieszonym PM10 w 2021 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

10.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

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

Stężenie średnie roczne Cd w pyłe zawieszonym PM₁₀ uśrednione na obszarze kraju z wartości średnich dla stref, wyniosło w 2021 r. 0,26 ng/m³. Największe wartości średnie – ponad 0,5 ng/m³ – odnotowano w strefie małopolskiej, Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej i strefie mazowieckiej. Na żadnej z 62 stacji prowadzących pomiary stężenia metali ciężkich w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2021 r. nie został przekroczony poziom docelowy dla Cd, a wartości maksymalne były niemal o rząd wielkości mniejsze od tego poziomu. Najmniejsze wartości średnie – na poziomie ok. 0,1 ng/m³ – zaobserwowano w strefie warmińsko-mazurskiej, Aglomeracji Szczecińskiej, mieście Koszalin, strefie zachodniopomorskiej, miastach Gorzów Wielkopolski i Zielona Góra. Różnica pomiędzy wartością największą a najmniejszą wyniosła ok. 0,2 ng/m³ (Rys. 10-2 i Tab. 10-2). Dla ponad 60% stref średnie roczne stężenie kadmu w pyłe zawieszonym PM₁₀ było w roku 2021 mniejsze niż rok wcześniej. W strefach, w których odnotowano spadek stężeń Cd różnice względne wyniosły od -3,3% w strefie podlaskiej i -3,4% w mieście Kielce do -76,3% w strefie opolskiej, przy czym spadki większe niż o 40% odnotowano w 4 strefach. Dla wartości w 2 strefach (miasto Rzeszów i strefa łódzka) zmiany były mniejsze niż 1%, co traktowane jest jako brak zmian.



Rys. 10-2. Stężenia średnie roczne kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2021 r. na tle zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2020

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 2021 r. (stężenie średnie roczne Sa)

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

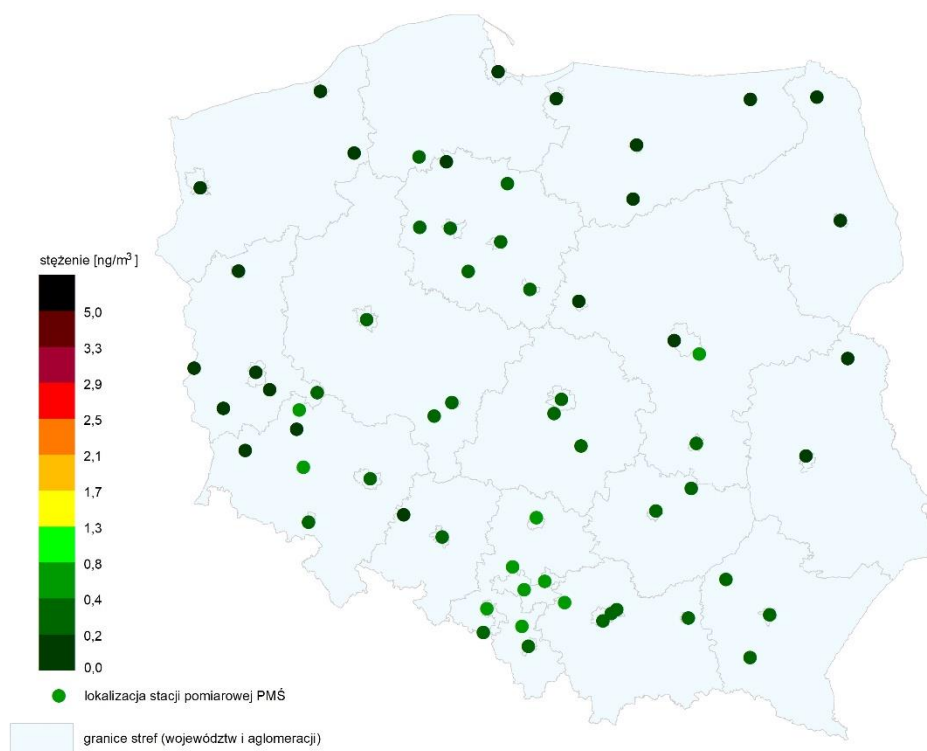
Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [ng/m³]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 5 ng/m³	Min.	Śred.	Maks.	2021/ 2020	2021 / 2010-2020
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	1		0,24	0,24	0,24	-9,6%	-41,1%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		0,45	0,45	0,45	-5,6%	-37,1%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		0,22	0,22	0,22	-13,7%	-39,6%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	3		0,15	0,25	0,41	-17,9%	-37,5%
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	1		0,33	0,33	0,33	38,6%	-18,8%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		0,22	0,22	0,22	33,6%	-19,5%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		0,27	0,27	0,27	32,2%	-35,6%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	4		0,12	0,24	0,38	36,3%	-22,9%
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1		0,17	0,17	0,17	-17,2%	-42,7%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	1		0,17	0,17	0,17	-15,7%	-37,6%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		0,12	0,12	0,12	9,4%	-54,3%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		0,14	0,14	0,14	-20,2%	-58,3%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4		0,11	0,15	0,21	-8,8%	-50,5%
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	2		0,27	0,29	0,31	-7,7%	-34,7%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1		0,33	0,33	0,33	-0,7%	-16,1%
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	3		0,32	0,36	0,39	-10,8%	-49,1%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		0,29	0,29	0,29	-37,4%	-50,4%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	1		0,51	0,51	0,51	-11,5%	-18,3%
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	1		0,17	0,17	0,17	-25,3%	-46,9%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		0,16	0,16	0,16	17,6%	-30,2%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		0,24	0,24	0,24	-21,3%	-42,1%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	1		0,56	0,56	0,56	129,8%	73,7%
opolskie	PL1601	miasto Opole	1		0,27	0,27	0,27	-46,1%	-37,2%
opolskie	PL1602	strefa opolska	1		0,19	0,19	0,19	-76,3%	-57,8%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		0,23	0,23	0,23	-0,1%	-31,5%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	2		0,25	0,27	0,30	-20,0%	-47,1%
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1		0,15	0,15	0,15	-20,5%	-67,3%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1		0,16	0,16	0,16	-3,3%	-23,7%
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	1		0,18	0,18	0,18	4,5%	-21,5%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	1		0,26	0,26	0,26	-15,3%	-14,2%
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	2		0,42	0,46	0,51	-53,5%	-61,1%
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		0,54	0,54	0,54	24,2%	-35,5%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		0,28	0,28	0,28		-53,9%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1		0,46	0,46	0,46	-31,3%	-52,7%

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.	2021/ 2020	2021 / 2010-2020
śląskie	PL2405	strefa śląska	3		0,31	0,45	0,59	-62,5%	-58,0%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1		0,31	0,31	0,31	-3,4%	-66,6%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1		0,33	0,33	0,33	8,4%	-23,1%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		0,16	0,16	0,16	46,3%	-12,2%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		0,15	0,15	0,15	3,6%	-40,9%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	2		0,04	0,09	0,14	-33,1%	-47,1%
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	1		0,34	0,34	0,34	11,6%	-5,1%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		0,37	0,37	0,37	12,4%	-18,8%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	1		0,33	0,33	0,33	4,3%	-19,8%
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	1		0,10	0,10	0,10	-25,6%	-30,1%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		0,10	0,10	0,10	-21,4%	-31,9%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		0,10	0,10	0,10	-30,7%	-36,6%
Kraj			62	0	0,04	0,26	0,59	-5,6%	-34,9%

W strefach, w których stwierdzono wzrost stężeń Cd (15) różnice względne sięgnęły od 3,6% w mieście Elbląg do 129,8% w strefie mazowieckiej, przy dla średniej różnicy w kraju na poziomie 5,6%.

W niemal wszystkich strefach – poza strefą mazowiecką – zaobserwowano spadek średnich stężeń kadmu w pyłe zawieszonym PM₁₀ w roku 2021 w stosunku do wartości średnich z okresu 2010-2020, przy czym największe różnice – ponad 60% – wystąpiły w Aglomeracji Białostockiej, mieście Kielce i Aglomeracji Górnośląskiej, a najmniejsza w Aglomeracji Poznańskiej (-5,1%). Średnio w kraju stężenie kadmu w pyłe zawieszonym spadło w 2021 roku o 35% w stosunku do wartości uśrednionej w wieloleciu.

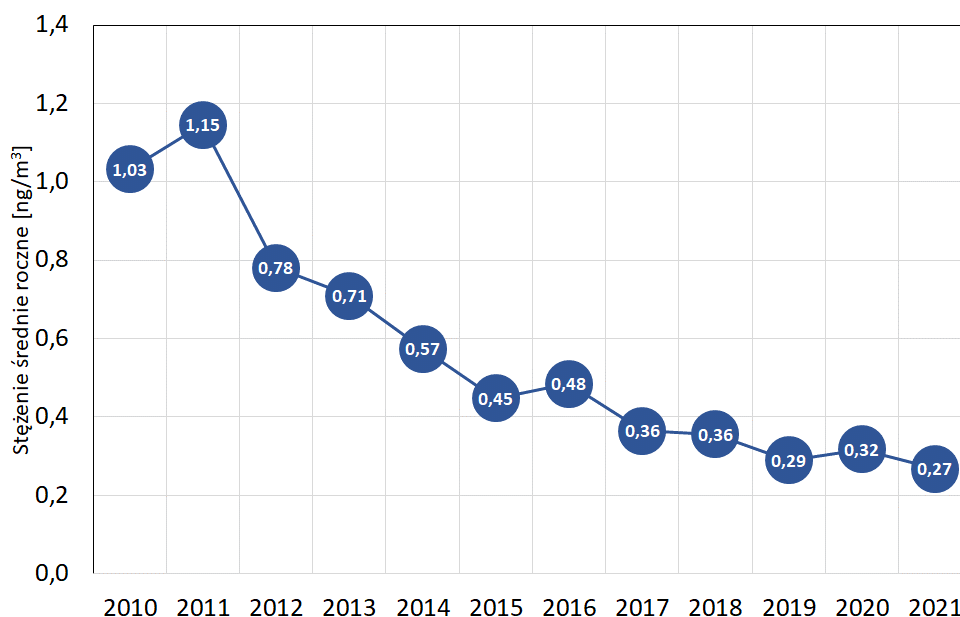
Średnie roczne stężenia kadmu w pyłe zawieszonym PM₁₀ osiągnęły największe wartości na stacjach w strefie mazowieckiej oraz na południu kraju, najmniejsze zaś na północy i północnym wschodzie. (Rys. 10-3).



Rys. 10-3. Stężenia średnie roczne kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ na stacjach pomiarowych w 2021 r.

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

Stężenia średnie roczne kadmu w pyłe zawieszonym PM₁₀ uśrednione w skali kraju na podstawie wartości uzyskanych ze stacji pomiarowych, po osiągnięciu wartości maksymalnej w 2011 roku systematycznie malały z roku na rok aż do 2021 r., 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 2010-2021 wyniosła 0,9 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 2010-2021

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

Najwyższe stężenia kadmu w pyłach zawieszonych PM10 były notowane na stacjach miejskich, a najniższe na ogół na stacjach pozamiejskich (poza latami 2012 i 2013). Pomiędzy 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 spadek średniego stężenia na stacjach tła miejskiego, wzrost na stacjach podmiejskich i brak zmian na pozamiejskich (brak pomiarów na stacjach komunikacyjnych w latach 2020 i 2021) w stosunku do wartości notowanych rok wcześniej.

Tab. 10-3. Zmiany stężeń średnich rocznych kadmu Cd oznaczanego w pyłach zawieszonych PM10 w latach 2010-2021 z uwzględnieniem typów stacji

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

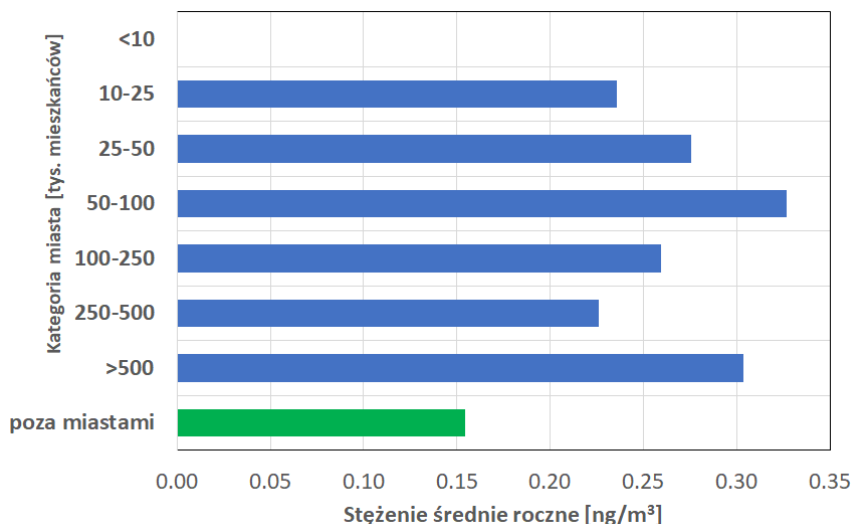
Typ stacji	Stężenie Sa [ng/m³]											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
komunikacyjna				0,51	0,43	0,49	0,44	0,36	0,22	0,17		
miejska	1,07	1,18	0,78	0,78	0,62	0,48	0,53	0,39	0,38	0,31	0,35	0,27
podmiejska				0,22	0,29	0,43	0,29	0,31	0,32	0,22	0,20	0,35
pozamiejska	0,61	0,64	0,81	0,82	0,30	0,21	0,20	0,15	0,17	0,14	0,15	0,15

10.2. Jakość powietrza w miastach

Analiza dla miast w poszczególnych kategoriach wykazała, że najwyższe średnie roczne stężenie Cd oznaczanego w pyłach zawieszonych w 2021 roku wystąpiło w miastach o liczbie ludności 50-100 tys., nieco mniejsze w miastach liczących powyżej 500 tys. mieszkańców, a następnie w miastach z kategorii 25-50 tys. Miasta o najniższym stężeniu Cd to aglomeracje o liczbie ludności liczącej 250-500 tys. mieszkańców. Średnie roczne stężenie Cd w pyłach

zawieszonym PM10 poza miastami było znacznie mniejsze niż w miastach – stanowiło blisko 70% wartości miast z najniższymi wartościami stężenia kadmu i blisko 50% wartości z miast z najwyższymi stężeniami kadmu w pyle zawieszonym PM10 (Rys. 10-5).

W najmniejszych miastach, liczących poniżej 10 tys. mieszkańców, w 2021 r. nie były prowadzone pomiary metali ciężkich w pyle zawieszonym PM10.



Rys. 10-5. Stężenia średnie roczne kadmu Cd oznaczanego w pyle zawieszonym PM10 w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2021 r.

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

Średnie roczne stężenia dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2021, 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 liczących pomiędzy 50 a 100 tys. mieszkańców. Dopiero od tego roku utrzymywały się zbliżone relacje pomiędzy stężeniami Cd w poszczególnych kategoriach miast, bo wcześniej były duże rozbieżności wyników i różne kategorie miast wykazywały największe wartości stężenia Cd. Od 2014 r. najmniejsze wartości stężenia kadmu charakteryzowały obszary pozamiejskie. W 2021 roku dla kategorii miast 250- 500 tys., 50-100 tys. i 10-25 tys. odnotowano spadki średnich rocznych stężeń kadmu w pyle zawieszonym PM10 w stosunku do wartości obserwowanych rok wcześniej (Tab. 10-4). Dla pozostałych kategorii miast oraz dla obszarów pozamiejskich miała miejsce stabilizacja średnich stężeń Cd.

Tab. 10-4. Zmiany stężeń średnich rocznych kadmu Cd oznaczanego w pyle zawieszonym PM10 w latach 2010-2021 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

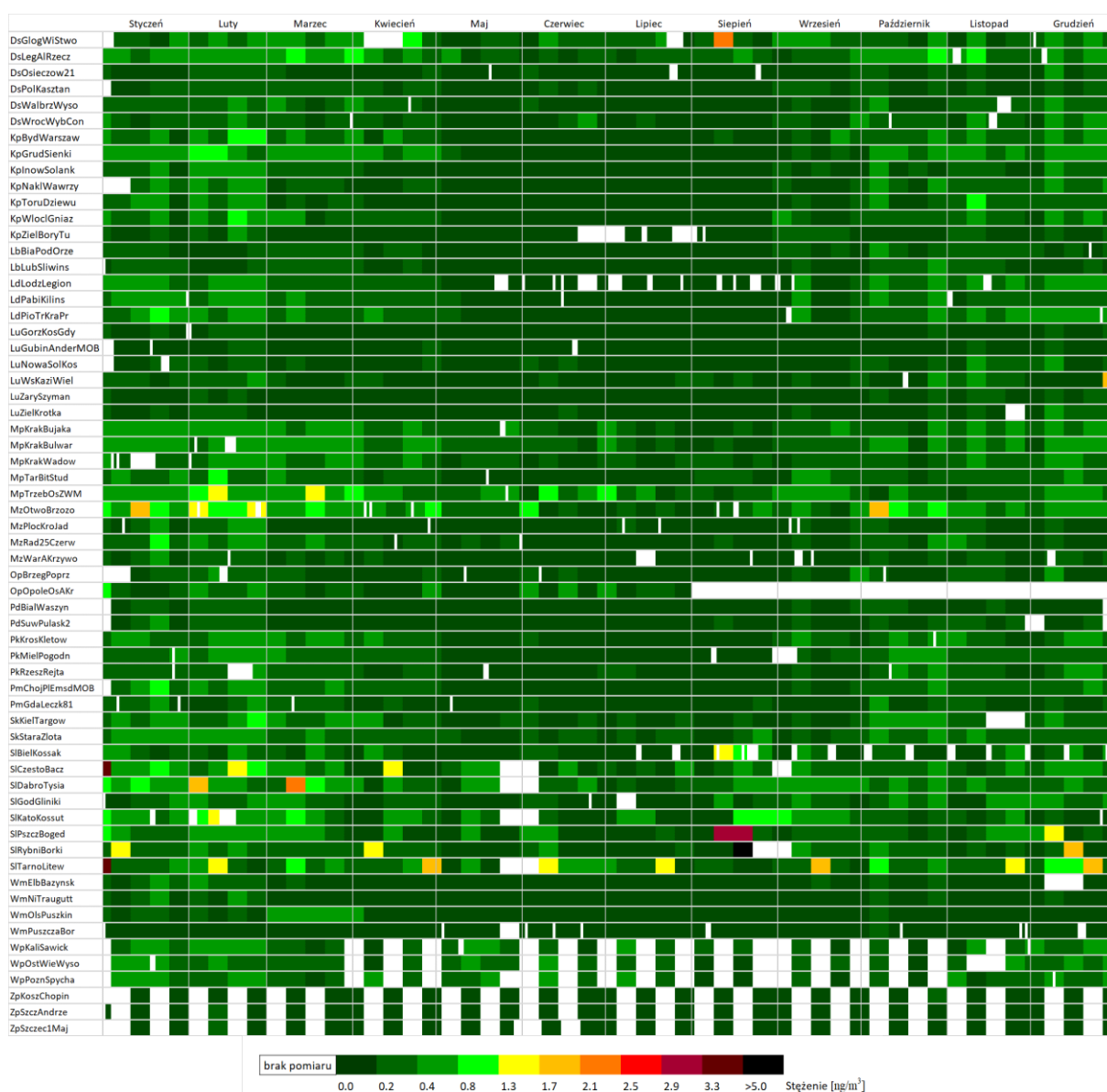
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Kategoria miasta	Stężenie Sa [ng/m³]											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
>500		0,39	0,38	0,44	0,71	0,66	0,50	0,43	0,40	0,31	0,31	0,30
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
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
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
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
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
<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

10.3. Epizody wysokich stężeń

Na rysunku 10-6 przedstawiono przebieg dobowych stężeń kadmu w pyłe zawieszonym PM10 w 2021 r. na analizowanych stacjach pomiarowych. Dla poszczególnych stanowisk każda wartość stężenia dobowego oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia - zgodnie ze skalą kolorów pokazaną w legendzie na dole rysunku. Ponieważ wyniki pochodzą z próbek łączonych z tygodniowych, to taka sama wartość stężenia dobowego przypisana jest do każdego z dni objętych pomiarami. Miejsce puste, bez kolorowego paska oznaczają, że dla tego dnia nie ma danej.

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 2021 r.

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

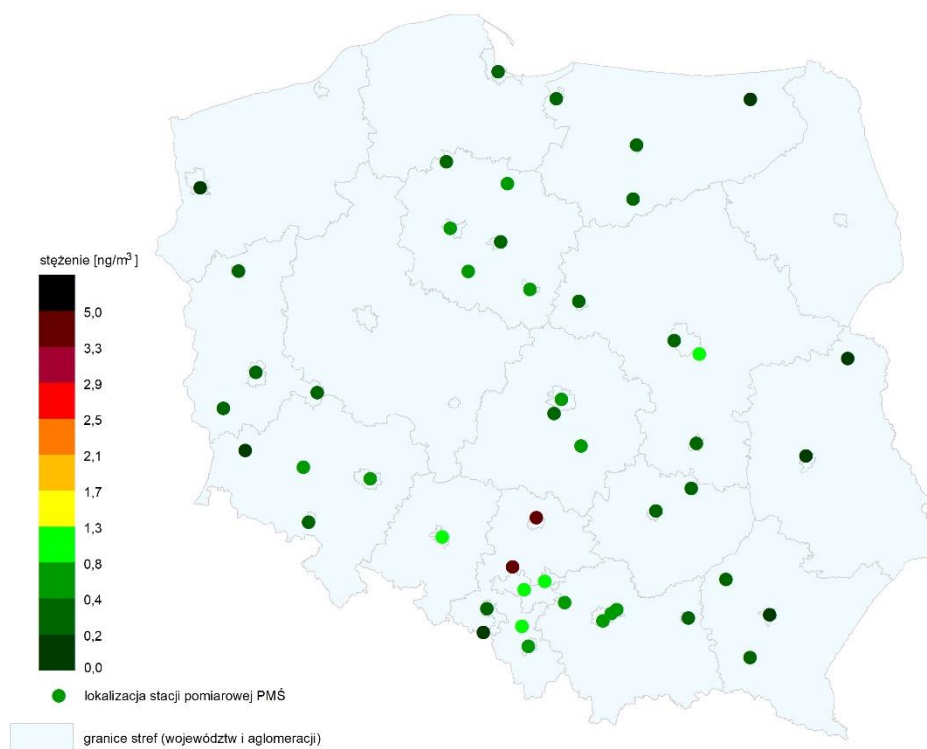
W 2021 r. odnotowano jeden epizod podwyższonych stężeń kadmu w pyłe zawieszonym PM₁₀, kiedy w ciągu trzech dni – od 1 do 3 stycznia – stężenia dobowe Cd na 13 stacjach pomiarowych przekraczały wartość progową wyznaczoną dla epizodu.

Tab. 10-5. Charakterystyka epizodu wysokich stężeń kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2021 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 (0,54 ng/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2021-01-01 do 2021-01-03	3	13	0,05	0,56	3,82

Epizod był widoczny przede wszystkim na stacjach w województwie śląskim, gdzie odnotowano najwyższe wartości uśrednione dla czasu jego trwania (Rys. 10-7).



Rys. 10-7. Stężenia średnie kadmu Cd oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w okresie epizodu wysokich stężeń (01-03.01.2021)

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

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

Tab. 11-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza ołowiem (Pb) w pyle zawieszonym PM10

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	0,5	0,55	Sa

Ołów – oznacza całkowitą zawartość pierwiastka w pyle zawieszonym PM10

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

Ocenę zanieczyszczenia powietrza ołowiem w pyle zawieszonym PM10 w 2021 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 61 stanowisk pomiarowych, w tym 54 stacji tła miejskiego, 3 podmiejskich i 4 pozamiejskich (Rys. 11-1).

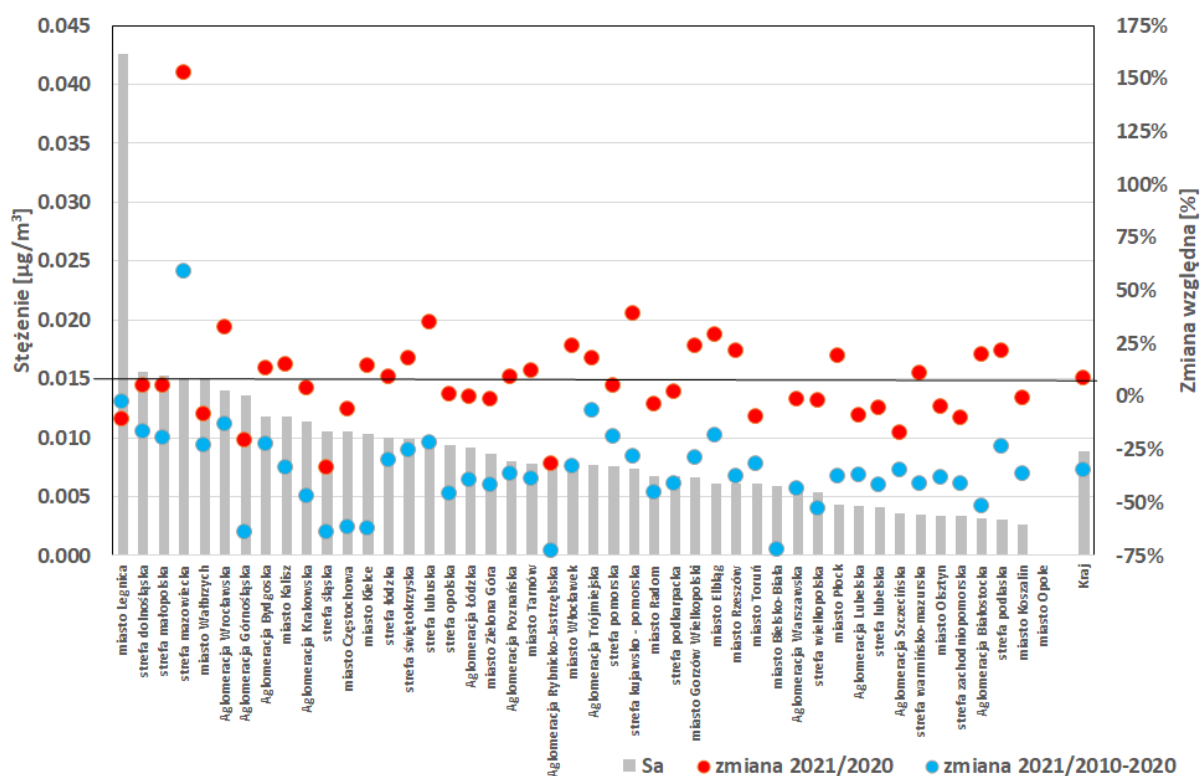


Rys. 11-1. Stacje pomiarowe ołowiu Pb w pyle zawieszonym PM10 w 2021 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

11.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

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

Stężenie średnie roczne Pb w pyłe zawieszonym PM₁₀ uśrednione na obszarze kraju z wartości średnich dla stref, wyniosło w 2021 r. 0,009 µg/m³. Największą wartość średnią – ponad 0,04 µg/m³ – odnotowano w strefie miasto Legnica. Była to wartość o ponad 60% wyższa od notowanych w kolejnych w rankingu strefach: dolnośląskiej, małopolskiej, mazowieckiej i w mieście Wałbrzych. Na żadnej z 61 stacji prowadzących pomiary stężenia metali ciężkich w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2021 r. nie został przekroczony poziom dopuszczalny dla ołowiu, a wartość maksymalna stanowiła 8,5% tego poziomu. Najmniejsze wartości średnie – na poziomie ok. 0,003 µg/m³ – zaobserwowano w mieście Koszalin, strefie podlaskiej, Aglomeracji Białostockiej, strefie zachodniopomorskiej, mieście Olsztyn i strefie warmińsko-mazurskiej. Różnica pomiędzy wartością największą a najmniejszą wyniosła ok. 0,04 µg/m³ (Rys. 11-2 i Tab. 11-2).



Rys. 11-2. Stężenia średnie roczne ołowiu Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2021 r. na tle zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2020

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 2021 r. (stężenie średnie roczne Sa)

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

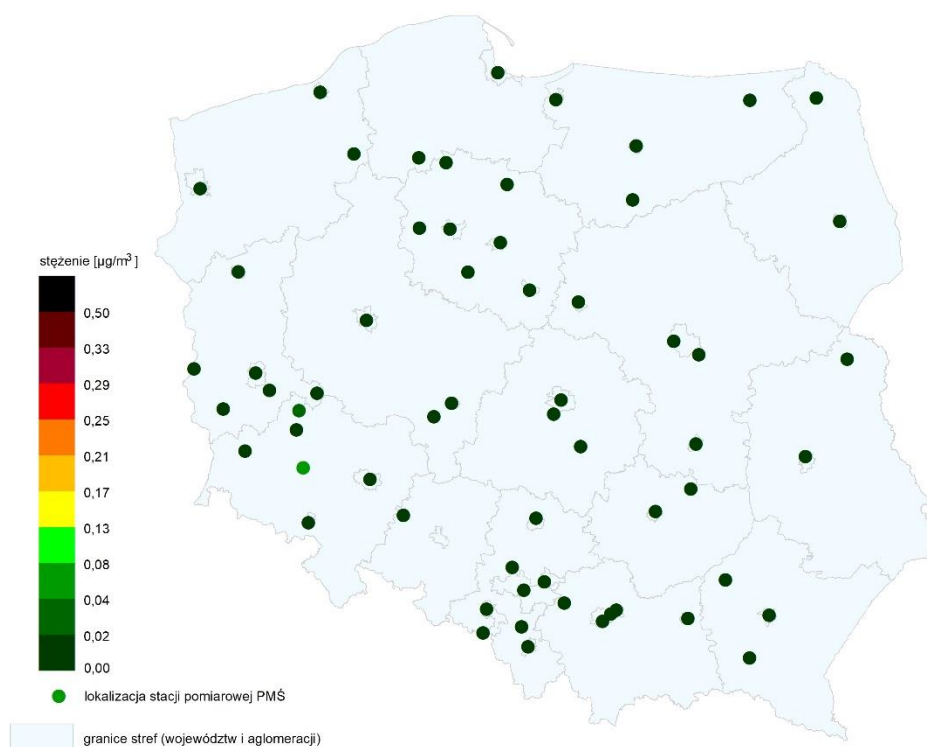
Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			Zmiana względna Sa [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z Sa > 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Min.	Śred.	Maks.	2021/ 2020	2021 / 2010-2020
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	1		0,014	0,014	0,014	32,4%	-13,1%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		0,043	0,043	0,043	-11,1%	-2,7%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		0,015	0,015	0,015	-8,6%	-23,5%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	3		0,008	0,016	0,024	4,8%	-16,9%
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	1		0,012	0,012	0,012	13,4%	-22,5%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		0,006	0,006	0,006	-10,0%	-31,9%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		0,008	0,008	0,008	23,6%	-32,9%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	4		0,003	0,007	0,012	38,6%	-28,3%
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1		0,004	0,004	0,004	-9,4%	-37,2%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	1		0,004	0,004	0,004	-5,9%	-41,9%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		0,007	0,007	0,007	23,5%	-29,0%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		0,009	0,009	0,009	-1,8%	-42,2%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4		0,006	0,010	0,014	34,6%	-22,2%
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	2		0,009	0,009	0,010	-0,6%	-39,6%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1		0,010	0,010	0,010	8,9%	-30,0%
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	3		0,010	0,011	0,014	3,6%	-47,2%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		0,008	0,008	0,008	12,2%	-39,3%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	1		0,015	0,015	0,015	5,1%	-19,7%
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	1		0,006	0,006	0,006	-1,5%	-43,6%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		0,004	0,004	0,004	18,8%	-37,9%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		0,007	0,007	0,007	-4,1%	-45,5%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	1		0,015	0,015	0,015	152,5%	58,7%
opolskie	PL1601	miasto Opole	0						
opolskie	PL1602	strefa opolska	1		0,009	0,009	0,009	0,5%	-46,1%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		0,006	0,006	0,006	21,6%	-37,7%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	2		0,007	0,007	0,007	2,2%	-41,4%
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1		0,003	0,003	0,003	19,4%	-52,1%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1		0,003	0,003	0,003	21,1%	-23,9%
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	1		0,008	0,008	0,008	18,1%	-6,7%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	1		0,008	0,008	0,008	4,9%	-18,8%
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	2		0,012	0,014	0,015	-20,7%	-64,4%
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		0,008	0,008	0,008	-32,1%	-73,1%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		0,006	0,006	0,006		-72,5%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1		0,011	0,011	0,011	-5,9%	-61,6%

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.	2021/ 2020	2021 / 2010-2020
śląskie	PL2405	strefa śląska	3		0,008	0,011	0,015	-33,8%	-64,3%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1		0,010	0,010	0,010	14,4%	-62,3%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1		0,010	0,010	0,010	17,5%	-25,7%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		0,003	0,003	0,003	-5,0%	-38,2%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		0,006	0,006	0,006	28,8%	-18,5%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	2		0,002	0,003	0,005	10,7%	-41,2%
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	1		0,008	0,008	0,008	8,8%	-36,4%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		0,012	0,012	0,012	15,1%	-33,5%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	1		0,005	0,005	0,005	-2,3%	-53,0%
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	1		0,004	0,004	0,004	-17,5%	-35,1%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		0,003	0,003	0,003	-0,8%	-36,6%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		0,003	0,003	0,003	-10,3%	-41,1%
Kraj			61	0	0,002	0,009	0,043	8,5%	-34,9%

Dla ponad 36% stref średnie roczne stężenie ołowiu w pyłe zawieszonym PM₁₀ było w roku 2021 mniejsze niż rok wcześniej. W strefach, w których odnotowano spadek stężeń Pb różnice względne wyniosły od -1,5% w Aglomeracji Warszawskiej do -33,8% w strefie śląskiej, przy czym spadki większe niż o 20% odnotowano w 3 strefach. Dla wartości w 3 strefach (Aglomeracja Łódzka, strefa opolska i miasto Koszalin) zmiany były mniejsze niż 1%, co traktowane jest jako brak zmian. W strefach, w których stwierdzono wzrost stężeń Pb (25) różnice względne sięgnęły od 2,2% w strefie podkarpackiej do 152,5% w strefie mazowieckiej, przy dla średniej różnicy w kraju na poziomie 8,5%.

W niemal wszystkich strefach – poza strefą mazowiecką – zaobserwowano spadek średnich stężeń ołowiu w pyłe zawieszonym PM₁₀ w roku 2021 w stosunku do wartości średnich z okresu 2010-2020, przy czym największe różnice – ponad 60% – wystąpiły w Aglomeracji Białostockiej, mieście Kielce, strefie śląskiej, Aglomeracji Górnośląskiej, mieście Bielsko-Biała i Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (w dwóch ostatnich strefach spadek ponad 70%), a najmniejsza w mieście Legnica (- 2,7%). Średnio w kraju stężenie ołowiu w pyłe zawieszonym spadło w 2021 roku o 35% w stosunku do wartości uśrednionej w wieloleciu.

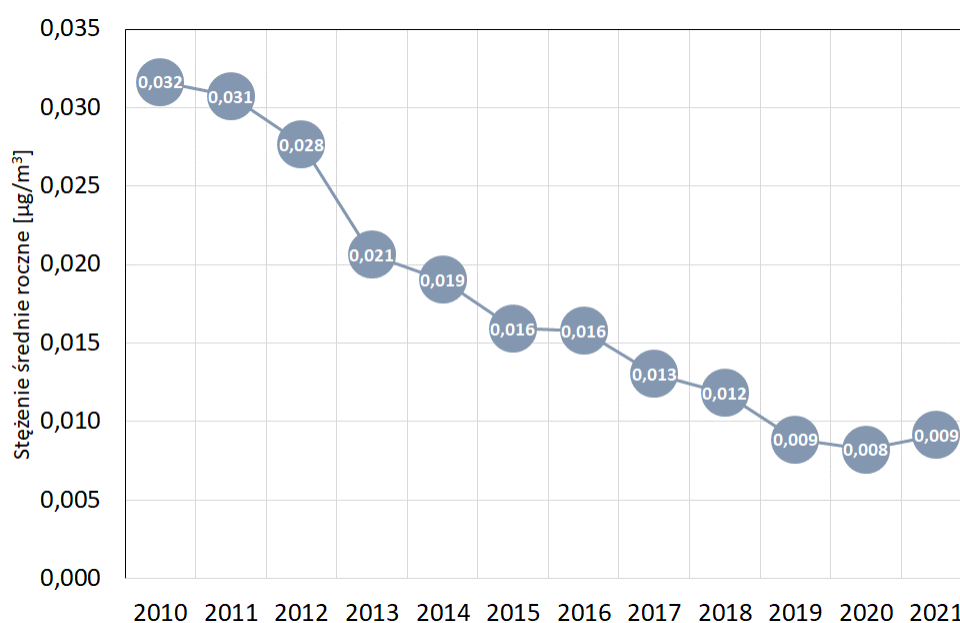
Średnie roczne stężenie ołowiu w pyłe zawieszonym PM₁₀ osiągnęło największą wartość na stacji w Legnicy oraz na południu kraju – na stacjach dolnośląskich, małopolskich, śląskich a także na Mazowszu. Najmniejsze stężenia obserwowano na stacjach na północy i północnym wschodzie kraju. Przy skali przyjętej 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 2021 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 stacji pomiarowych 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 ostatnich trzech latach wartości 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 2010-2021

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

Najwyższe stężenia ołowiu w pyłe zawieszonym PM₁₀ były notowane na stacjach miejskich, a najniższe na ogół 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. Różnice względne pomiedzy wartościami z roku 2021 i 2010 wyniosły odpowiednio -73% dla stacji miejskich i -70% dla stacji pozamiejskich. Na stacjach podmiejskich i komunikacyjnych zmiany w analizowanym okresie były mniejsze (Tab. 11-3). W ostatnim roku można zaobserwować brak zmian średniego stężenia na stacjach tła miejskiego i pozamiejskich, a wzrost na stacjach podmiejskich (brak pomiarów na stacjach komunikacyjnych w latach 2020 i 2021) w stosunku do wartości notowanych rok wcześniej.

Tab. 11-3. Zmiany stężeń średnich rocznych ołowiu Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w latach 2010-2021 z uwzględnieniem typów stacji

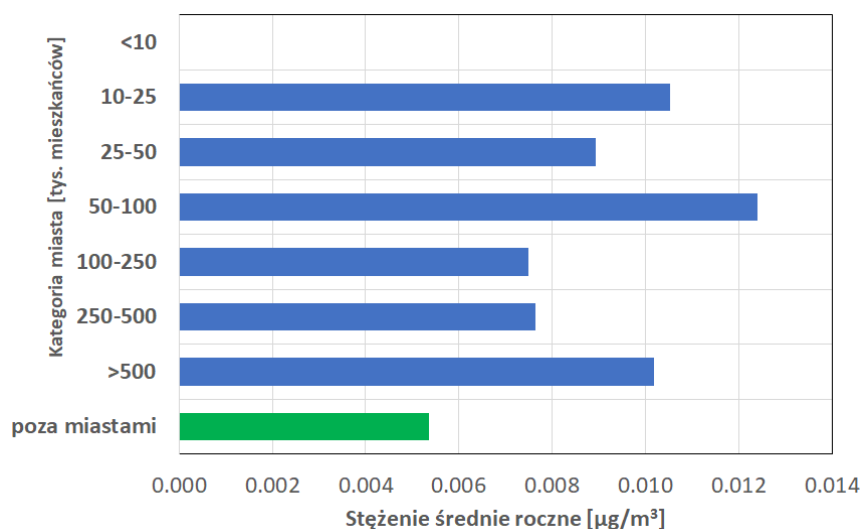
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Stężenie S_a [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
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
podmiejska	0,010			0,009	0,010	0,014	0,011	0,011	0,010	0,006	0,005	0,010
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

11.2. Jakość powietrza w miastach

Analiza dla miast w poszczególnych kategoriach wykazała, że najwyższe średnie roczne stężenie Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym w 2021 roku wystąpiło w miastach o liczbie ludności 50-100 tys., nieco mniejsze w miastach z kategorii 25-50 tys., a następnie w miastach liczących powyżej 500 tys. mieszkańców. Miasta o najniższym stężeniu ołowiu w pyłe PM10 to miasta liczące 100-250 tys. mieszkańców i aglomeracje o liczbie ludności 250-500 tys. Średnie roczne stężenie Pb w pyłe zawieszonym PM10 poza miastami było znacznie mniejsze niż w miastach – stanowiło blisko 70% wartości miast z najniższymi wartościami stężenia ołowiu i ponad 40% wartości z miast z najwyższymi stężeniami ołowiu w pyłe zawieszonym PM10 (Rys. 11-5).

W najmniejszych miastach, liczących poniżej 10 tys. mieszkańców, w 2021 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 2021 r.

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

Średnie roczne stężenia Pb dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2021, jak wartości uśrednione dla kraju, z tym samym zastrzeżeniem dotyczącym mniejszej liczby stacji na początku omawianego wielolecia. Największe stężenia ołowiu w pyłe zawieszonym PM10 notowano od roku 2016 w miastach liczących pomiędzy 50 a 100 tys. mieszkańców. Dopiero od tego roku utrzymywały się zbliżone

relacje pomiędzy stężeniami Pb w poszczególnych kategoriach miast, bo wcześniej były duże rozbieżności wyników i różne kategorie miast wykazywały największe wartości stężenia ołowiu. Od 2014 r. najmniejsze wartości stężenia ołowiu charakteryzowały obszary pozamiejskie, a w latach 2018-2020 także miasta liczące poniżej 10 tys. mieszkańców. W 2021 roku dla kategorii miast 10-25 tys. odnotowano wzrost średniego rocznego stężenia ołowiu w pyłe zawieszonym PM10 w stosunku do wartości obserwowanych rok wcześniej (Tab. 11-4). Dla pozostałych kategorii miast oraz dla obszarów pozamiejskich miała miejsce stabilizacja średnich stężeń Pb.

Tab. 11-4. Zmiany stężeń średnich rocznych Pb oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w latach 2010-2021 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

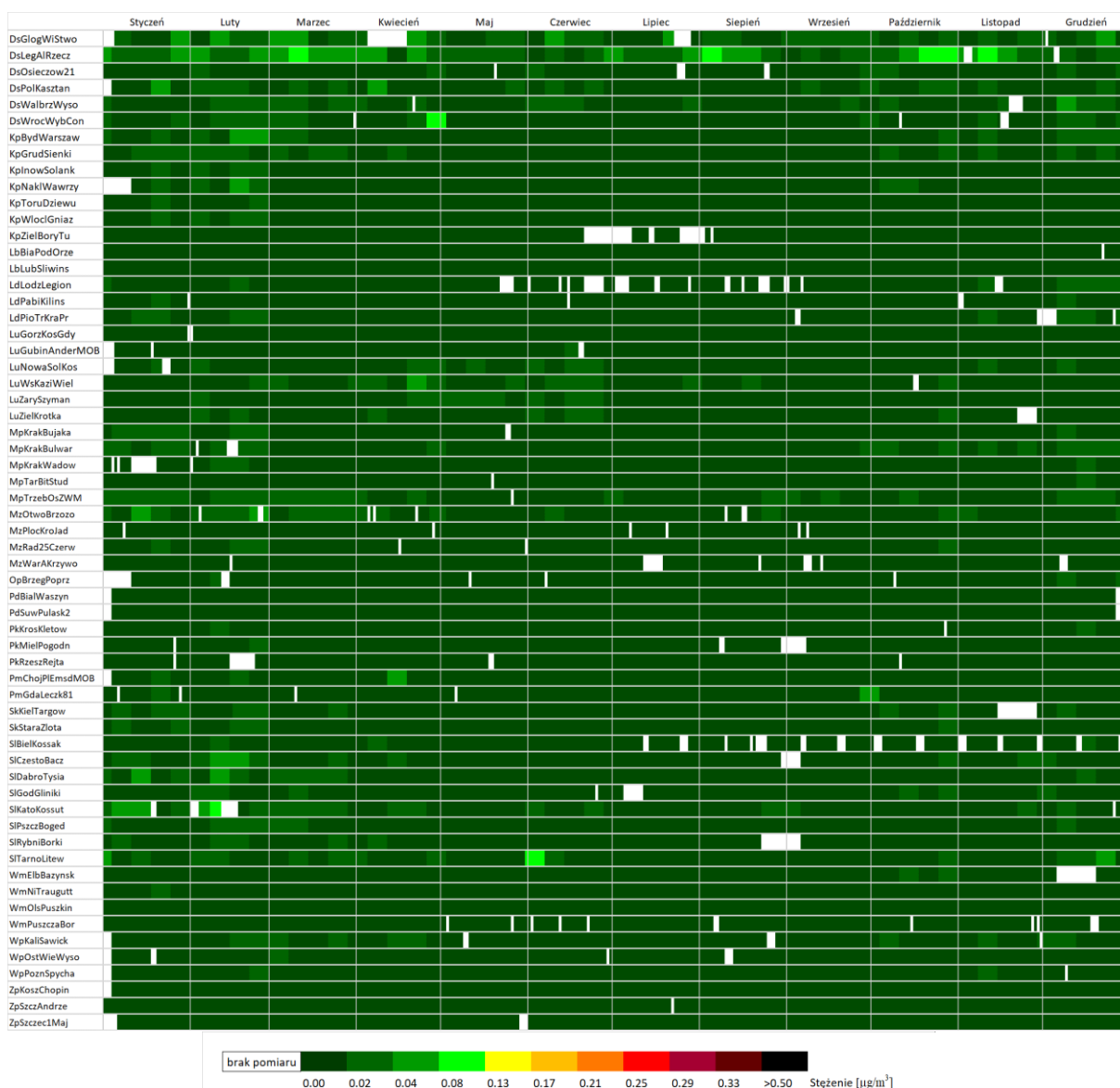
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

Kategoria miasta	Stężenie Sa [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
>500		0,013	0,012	0,016	0,024	0,022	0,016	0,015	0,013	0,009	0,009	0,010
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
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
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
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
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
<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

11.3. Epizody wysokich stężeń

Na rysunku 11-6 przedstawiono przebieg dobowych stężeń ołowiu w pyłe zawieszonym PM10 w 2021 r. na analizowanych stacjach pomiarowych. Dla poszczególnych stanowisk każda wartość stężenia dobowego oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia - zgodnie ze skalą kolorów pokazaną w legendzie na dole rysunku. Ponieważ wyniki pochodzą z próbek łączonych z tygodniowych, to taka sama wartość stężenia dobowego przypisana jest do każdego z dni objętych pomiarami. Miejsce puste, bez kolorowego paska oznacza, że dla tego dnia nie ma danej.

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, zwłaszcza na stacji w Legnicy, widać okresy nieco podwyższonych wartości stężeń Pb wiosną i jesienią.



Rys. 11-6. Zmiany stężeń średnich dobowych ołowiu Pb oznaczanego w pyle zawieszonym PM10 w 2021 r.

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

W przypadku Pb oznaczanego w pyle zawieszonym PM10 epizody wysokich stężeń nie wystąpiły w 2021 roku.

12. Stężenia ozonu O₃

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

Tab. 12-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza O₃

Kryterium	Okres uśredniania stężenia	Stężenie kryterialne [µg/m ³]	Wartość uwzględniona w ocenie [µg/m ³] ^{*)}	Parametr odpowiadający wartości normowanej
poziom docelowy	8 godzin ¹⁾	120 ²⁾	120,5	Percentyl S93.2
poziom celu długoterminowego	8 godzin ¹⁾	120 ³⁾	120,5	S8h(k)max
poziom informowania	1 godzina	180	180,5	S1h
poziom alarmowy	1 godzina	240	240,5	S1h

Objaśnienia

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

²⁾ 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

³⁾ najwyższa wartość maksimum dobowego ze stężeń 8-godz. kroczących w roku kalendarzowym

^{*)} 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. 12-1. Stacje pomiarowe ozonu O₃ w 2021 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Ocenę zanieczyszczenia powietrza ozonem w 2021 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 98 stanowisk pomiarowych, w tym 66 tła miejskiego, 11 podmiejskich oraz 21 pozamiejskich (Rys. 12-1).

12.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

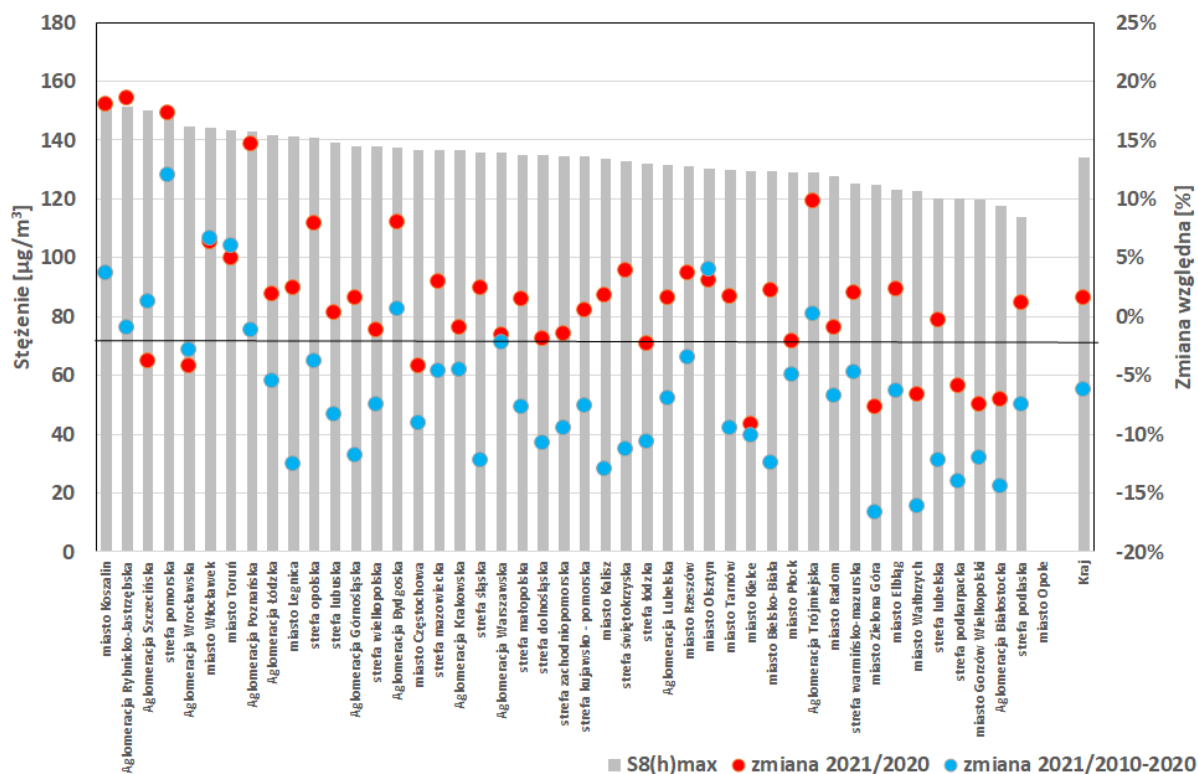
Poniżej przedstawiono wyniki analiz dla ozonu w 2021 roku w zakresie wartości odniesionych do poziomu docelowego oraz poziomu celu długoterminowego w kraju oraz w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i zmian w okresie 2010-2021. Uwzględniono również wyniki analizy trendów zmian. Przedstawiono ponadto relacje pomiędzy występującymi stężeniami na różnych typach stacji.

Maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich kroczących O_3 (poziom celu długoterminowego) uśrednione na obszarze kraju z wartości średnich dla stref, wyniosło w 2021 r. $133,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Największe wartości średnie $S8h(k)_{\text{max}}$ przekraczające $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ odnotowano w mieście Koszalin, w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej oraz w Aglomeracji Szczecińskiej, zaś najmniejszą - w strefie podlaskiej (Rys. 12-2, Tab. 12-2). W przypadku 17 stref na 45 analizowanych (w strefie miasto Opole nie prowadzono pomiarów O_3 w 2021 roku) zanotowano spadek wartości $S8h(k)_{\text{ma}}$ w 2021 roku stosunku do roku poprzedniego (największy w mieście Kielce o nieco ponad 9%), zaś w przypadku 3 (stref lubelskiej, lubuskiej oraz kujawsko-pomorskiej) stężenia tego parametru praktycznie nie zmieniły. W przypadku pozostałych 25 stref, maksymalne dobowe stężenia 8-godz. spośród średnich kroczących wzrosły w ostatnich 2 latach, najbardziej widoczne (przekraczające 18%) dotyczyły miasta Koszalin oraz Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (Rys. 12-2 i Tab. 12-2).

Odnosząc wartości $S8h(k)_{\text{max}}$ z 2021 r. do średnich z okresu 2010-2020 można zauważyć spadek stężeń O_3 na obszarach większości stref (37 z 45 poddanych analizie) oraz wzrost w 6 (największy, przekraczający 10% w strefie pomorskiej) oraz brak zmian w 2 strefach. Spadki zawierały się w granicach od blisko -17% w mieście Zielona Góra do -1,0% w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (Rys. 12-2 i Tab. 12-2).

Przekroczenie poziomu celu długoterminowego zanotowano na blisko 88% stanowisk - 86 z 98 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 2021 r. $105,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Różnice pomiędzy strefami nie były duże. Największe wartości średnie percentyla 93,2 przekraczające $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$, odnotowano w Aglomeracji Krakowskiej, zaś najniższe (poniżej $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$) w Aglomeracji Lubelskiej oraz w Gorzowie Wielkopolskim (Rys. 12-2, Tab. 12-3). W przypadku 14 stref na 45 analizowanych (w strefie miasto Opole nie prowadzono pomiarów O_3 w 2021 roku) zanotowano spadek wartości percentyla 93,2, największy, przekraczający 17%, w Aglomeracji Lubelskiej. Na obszarze 4 stref (miast Kielce, Toruń, Legnica i Rzeszów) stężenia tego parametru praktycznie nie zmieniły. W przypadku pozostałych 27 stref, stężenia percentyla 93,2 wzrosły, najbardziej widoczne przekraczające 15% dotyczyły Aglomeracji Krakowskiej.

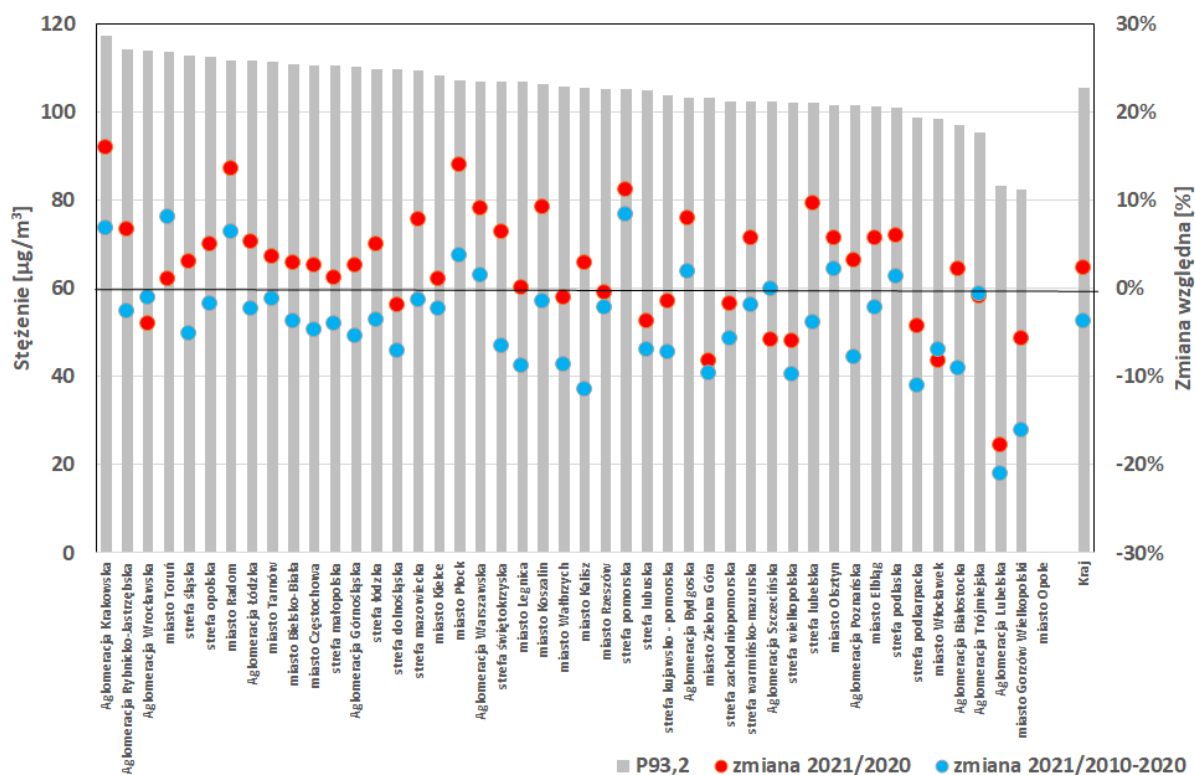


Rys. 12-2. Maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w 2021 r. na tle zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2020

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

Analizując wartość percentyla 93,2 w 2021 r. z uzyskaną średnią z okresu 2010-2020 można zauważyć spadek stężeń O_3 w 2021 roku na obszarach 34 z 45 rozważanych stref. Najbardziej widoczne spadki (przekraczające 10%) dotyczyły strefy podkarpackiej, miast Kalisza, Gorzowa Wielkopolskiego i Opola oraz Aglomeracji Lubelskiej. Obserwowane wzrosty dotyczyły 9 stref, najwyższe obserwowane na poziomie 8% w strefie pomorskiej oraz mieście Toruń. W przypadku 2 stref (Aglomeracja Szczecińska i Trójmiejska), obserwowane stężenia percentyla 93,2 w 2021 r. były niemal na identycznym poziomie jak średnia z wielolecia (Rys. 12-2 i Tab. 12-3).

Przekroczenie percentyla 93,2 zanotowano na jednej stacji, 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 2021 r. na tle zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2020

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

Tab. 12-2. Parametry jakości powietrza dla ozonu O₃ w 2021 r. (maksymalne stężenie średnie dobowe ze średnich kroczących S8h(k)max oraz parametr 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.	2021/2020	2021 / 2010-2020	
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	2	2	139,7	144,8	149,9	-4,2%	-2,9%	3944,4
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1	1	141,1	141,1	141,1	2,4%	-12,5%	2782,0
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1	1	122,6	122,6	122,6	-6,7%	-16,1%	3180,8
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	6	6	123,0	135,0	154,0	-1,9%	-10,8%	3856,5
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	1	1	137,5	137,5	137,5	7,9%	0,6%	2685,8
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1	1	143,4	143,4	143,4	4,9%	6,0%	4512,4
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1	1	144,3	144,3	144,3	6,3%	6,7%	3247,3
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	2	2	125,0	134,6	144,1	0,5%	-7,6%	3091,7
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1	1	131,5	131,5	131,5	1,6%	-6,9%	923,5
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	4	1	109,9	120,2	139,4	-0,4%	-12,3%	2854,8
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		119,9	119,9	119,9	-7,5%	-12,0%	853,9
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1	1	124,7	124,7	124,7	-7,8%	-16,7%	2616,1
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4	4	131,2	139,0	147,5	0,3%	-8,3%	3000,7
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	3	3	135,2	141,8	148,7	1,9%	-5,5%	3784,0
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	4	4	129,2	132,0	135,7	-2,4%	-10,6%	3786,3
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	1	1	136,5	136,5	136,5	-1,0%	-4,6%	3941,9
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1	1	129,9	129,9	129,9	1,6%	-9,6%	3993,1
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	5	5	125,9	135,0	142,8	1,5%	-7,7%	4090,6
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	4	4	127,1	135,5	146,7	-1,6%	-2,2%	3233,5
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1	1	129,2	129,2	129,2	-2,1%	-5,0%	3288,5
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1	1	127,8	127,8	127,8	-1,0%	-6,7%	3858,9
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6	6	123,4	136,6	149,8	2,9%	-4,6%	3619,0
opolskie	PL1601	miasto Opole	0							
opolskie	PL1602	strefa opolska	2	2	137,9	140,9	143,9	7,9%	-3,9%	4246,3
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1	1	130,9	130,9	130,9	3,7%	-3,5%	3588,8
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	5	3	111,8	120,1	125,2	-5,9%	-14,0%	2496,5
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1		117,6	117,6	117,6	-7,1%	-14,4%	2101,3
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	2		111,1	114,0	116,9	1,1%	-7,5%	2829,0
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	3	2	119,0	128,9	135,6	9,7%	0,2%	2210,8
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	5	5	126,2	148,5	160,4	17,2%	12,0%	3569,0
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	3	3	132,5	137,8	142,5	1,5%	-11,9%	3570,4
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	1	151,4	151,4	151,4	18,5%	-1,0%	4120,8

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.	2021/2020	2021 / 2010-2020	
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1	1	129,4	129,4	129,4	2,2%	-12,5%	4195,8
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1	1	136,7	136,7	136,7	-4,2%	-9,1%	3767,9
śląskie	PL2405	strefa śląska	4	4	131,3	135,8	139,8	2,4%	-12,2%	4120,8
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1	1	129,5	129,5	129,5	-9,2%	-10,2%	3288,5
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	2	2	130,2	132,7	135,1	3,9%	-11,3%	3730,9
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1	1	130,3	130,3	130,3	3,0%	4,0%	2687,1
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1	1	122,9	122,9	122,9	2,2%	-6,4%	2725,5
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	4	1	117,4	125,3	133,4	1,9%	-4,8%	2916,4
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	1	1	142,8	142,8	142,8	14,6%	-1,2%	2417,6
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1	1	133,6	133,6	133,6	1,8%	-13,0%	3340,7
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	3	3	127,0	137,7	148,3	-1,2%	-7,5%	2827,5
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	1	1	150,2	150,2	150,2	-3,8%	1,2%	3524,0
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1	1	153,0	153,0	153,0	18,0%	3,7%	3294,9
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1	1	134,7	134,7	134,7	-1,5%	-9,6%	2374,9
Kraj			98	86	109,9	133,9	160,4	1,6%	-6,3%	3224,2

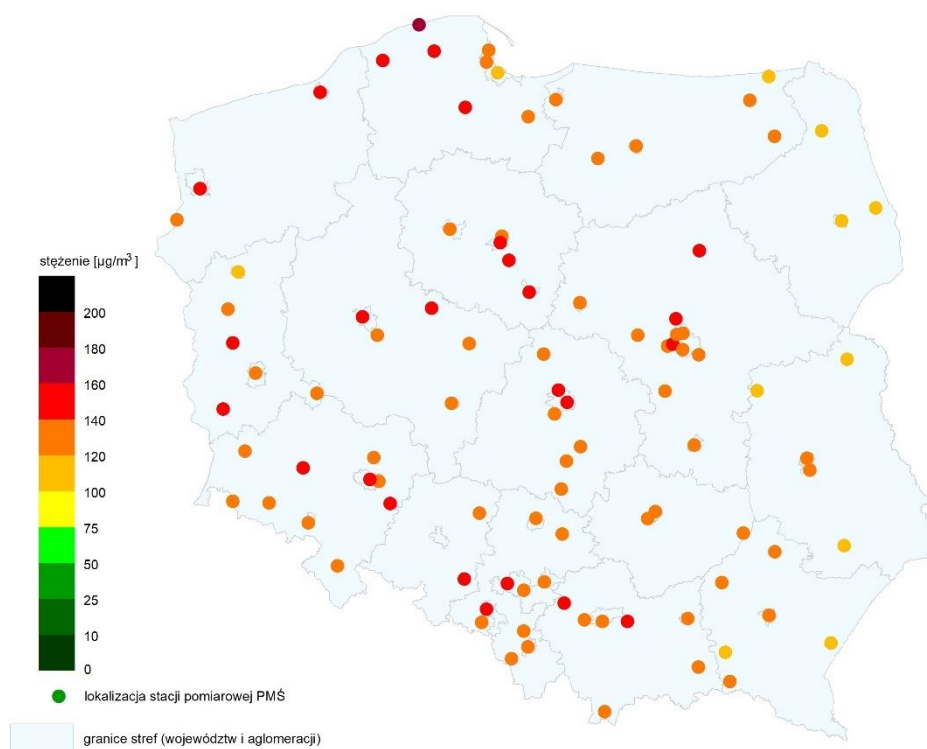
Tab. 12-3. Parametry jakości powietrza dla ozonu O₃ w 2021 r. (percentyl 93,2 z maksymalnych stężeń średnich dobowych ze średnich kroczących S8h(k)max)

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		
			Uwzgl, w ocenie	z P93,2 > 120 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2021/2020	2021 / 2010-2020	Min.	Śred.	Maks.
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	2		111,8	113,7	115,7	-4,1%	-1,2%	17,3	19,2	21,0
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		106,7	106,7	106,7	0,0%	-8,9%	13,0	13,0	13,0
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		105,8	105,8	105,8	-1,1%	-8,7%	7,7	7,7	7,7
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	6		107,0	109,6	112,4	-2,0%	-7,2%	4,0	11,1	20,0
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	1		103,3	103,3	103,3	7,8%	1,8%	5,3	5,3	5,3
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		113,5	113,5	113,5	0,9%	8,0%	15,0	15,0	15,0
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		98,4	98,4	98,4	-8,3%	-7,0%	6,3	6,3	6,3
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	2		100,4	103,6	106,9	-1,6%	-7,4%	4,0	6,7	9,3
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1		83,3	83,3	83,3	-17,8%	-21,0%	4,3	4,3	4,3
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	4		94,0	101,9	112,5	9,5%	-3,9%	1,0	2,3	4,7
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		82,3	82,3	82,3	-5,8%	-16,2%	2,7	2,7	2,7
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		103,0	103,0	103,0	-8,3%	-9,7%	10,0	10,0	10,0
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4		95,4	104,8	114,5	-3,7%	-7,1%	6,0	14,2	22,7

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		
			Uwzgl, w ocenie	z P93,2 > 120 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2021/ 2020	2021 / 2010-2020	Min.	Śred.	Maks.
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	3		110,1	111,6	112,8	5,2%	-2,4%	6,0	9,9	14,3
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	4		108,9	109,6	110,7	4,9%	-3,6%	3,0	7,8	12,5
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	1		117,3	117,3	117,3	15,9%	6,7%	9,0	9,0	9,0
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		111,2	111,2	111,2	3,5%	-1,3%	9,3	9,3	9,3
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	5		106,9	110,4	114,8	1,2%	-4,1%	3,3	10,0	17,0
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	4		103,1	106,9	109,0	9,0%	1,4%	4,3	7,4	11,7
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		107,0	107,0	107,0	13,9%	3,6%	7,3	7,3	7,3
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		111,6	111,6	111,6	13,5%	6,3%	8,3	8,3	8,3
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6		103,3	109,4	113,0	7,8%	-1,5%	6,3	10,7	22,5
opolskie	PL1601	miasto Opole	0									
opolskie	PL1602	strefa opolska	2		110,0	112,4	114,8	5,0%	-1,8%	12,7	13,3	14,0
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1		105,2	105,2	105,2	-0,6%	-2,2%	4,0	4,0	4,0
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	5		85,1	98,7	110,5	-4,4%	-11,1%	1,7	6,9	10,3
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1		97,0	97,0	97,0	2,1%	-9,1%	4,0	4,0	4,0
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	2		98,4	100,8	103,3	5,8%	1,2%	0,0	1,5	3,0
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	3		88,5	95,4	100,6	-1,0%	-0,6%	0,7	2,0	3,0
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	5	1	87,5	105,0	121,2	11,2%	8,3%	3,0	7,3	11,3
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	3		107,1	110,2	115,8	2,6%	-5,5%	8,0	11,3	13,3
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		114,1	114,1	114,1	6,6%	-2,6%	10,7	10,7	10,7
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		110,8	110,8	110,8	2,8%	-3,9%	7,3	7,3	7,3
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1		110,4	110,4	110,4	2,6%	-4,7%	7,0	7,0	7,0
śląskie	PL2405	strefa śląska	4		109,0	112,7	116,0	2,9%	-5,2%	5,0	9,0	14,3
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1		108,1	108,1	108,1	0,9%	-2,4%	9,0	9,0	9,0
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	2		104,7	106,9	109,1	6,4%	-6,7%	2,0	5,3	8,7
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		101,5	101,5	101,5	5,6%	2,1%	4,0	4,0	4,0
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		101,2	101,2	101,2	5,6%	-2,2%	5,0	5,0	5,0
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	4		100,1	102,4	107,2	5,6%	-2,0%	0,3	3,4	6,7
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	1		101,4	101,4	101,4	3,0%	-7,8%	5,3	5,3	5,3
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		105,4	105,4	105,4	2,8%	-11,5%	10,3	10,3	10,3
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	3		95,3	102,1	107,2	-6,1%	-9,8%	3,7	9,3	15,7
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	1		102,4	102,4	102,4	-5,9%	-0,2%	13,7	13,7	13,7
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		106,3	106,3	106,3	9,1%	-1,6%	10,7	10,7	10,7
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		102,4	102,4	102,4	-1,8%	-5,8%	11,0	11,0	11,0
Kraj			98	1	82,3	105,3	121,2	2,2%	-3,7%	0,0	8,2	22,7

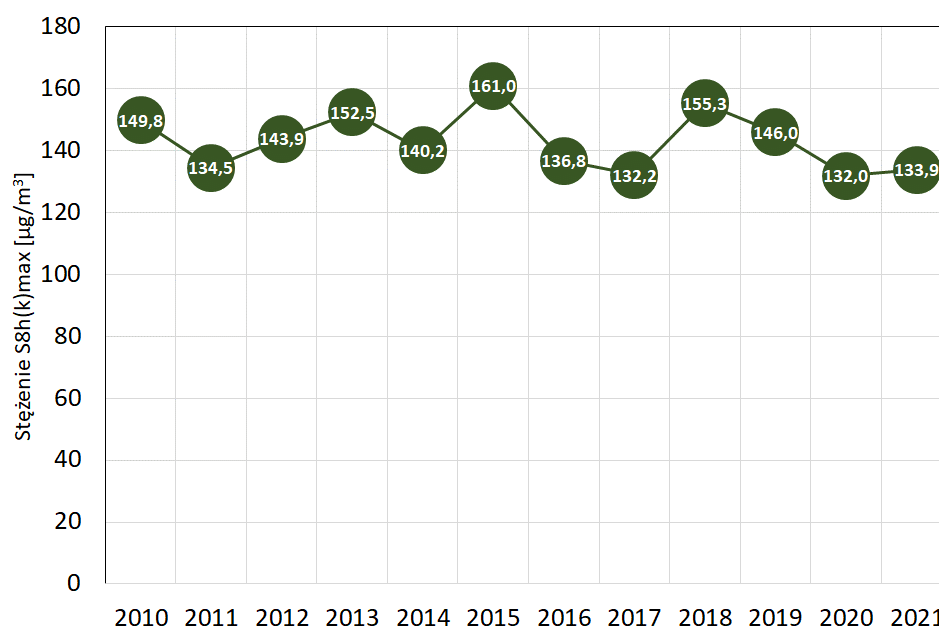
Rozkład przestrzenny maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących O_3 na poszczególnych stacjach w roku 2021 wykazuje na niewielkie zróżnicowanie wartości na stacjach PMŚ. Najniższe wartości obserwowane były generalnie na wschodzie i południowym wschodzie kraju w Aglomeracji Białostockiej i strefie podlaskiej. 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 2021 r.

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

Analiza zmian stężeń maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących O_3 w okresie 2010-2021 wykazywały zauważalną tendencję rosnącą w latach 2011-2015, potem nastąpił okres spadku w ciągu 3 lat i wzrost w roku 2018, gdzie następnie stężenia spadały (Rys. 12-5). Amplituda maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących w okresie 2010-2021 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 już na 74-75, a od roku 2016 już na 98-104, co może mieć wpływ na uzyskane wyniki zmian w czasie.



Rys. 12-5. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w Polsce w okresie 2010-2021

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

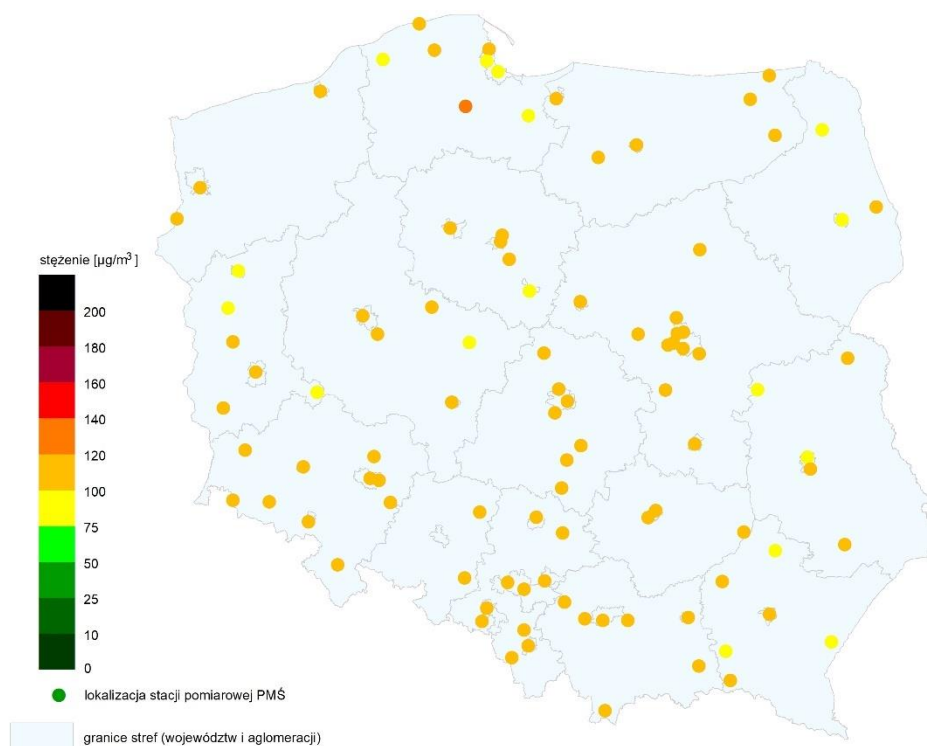
Najwyższe stężenia maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących były notowane na stacjach podmiejskich. W ostatnich latach stężenia O_3 na stacjach miejskich i pozamiejskich były zbliżone (Tab. 12-4).

Tab. 12-4. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących O_3 w latach 2010-2021 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
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
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
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

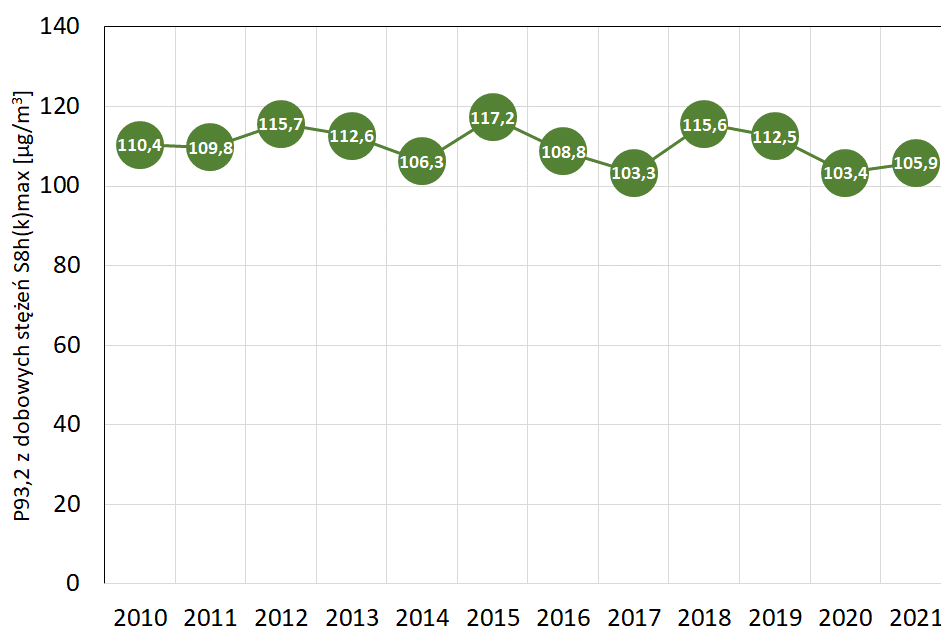
Rozkład przestrzenny percentyla 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących O_3 na poszczególnych stacjach w roku 2021 wykazuje na podobne zależności jak w przypadku parametru S8h(k)max (Rys. 12-3 i 12-6).



Rys. 12-6. Percentyl 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 na stacjach pomiarowych w 2021 r.

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

Zmiany wartości percentyla 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących O_3 w okresie 2010-2021 wykazywały podobne zależności jak w przypadku maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących (Rys. 12-7). Amplituda percentyla 93,2 w okresie 2010-2021 była jednak niższa niż w przypadku S8h(k)max i wyniosła $13,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przy zmienności liczby stacji jak opisano przy analizie trendów S9h(k)max . Podobne też były zależności w zakresie zmienności stężeń z uwzględnieniem typu stacji przy zauważalnych wyższych różnicach pomiędzy miastami oraz obszarami pozamiejskimi, gdzie wyraźnie najniższe wartości percentyla 93,2 obserwuje się w miastach (Tab. 12-5).



Rys. 12-7. Zmiany Percentyla 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w Polsce w okresie 2010-2021

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

Tab. 12-5. Zmiany percentyla 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w latach 2010-2021 z uwzględnieniem typów stacji

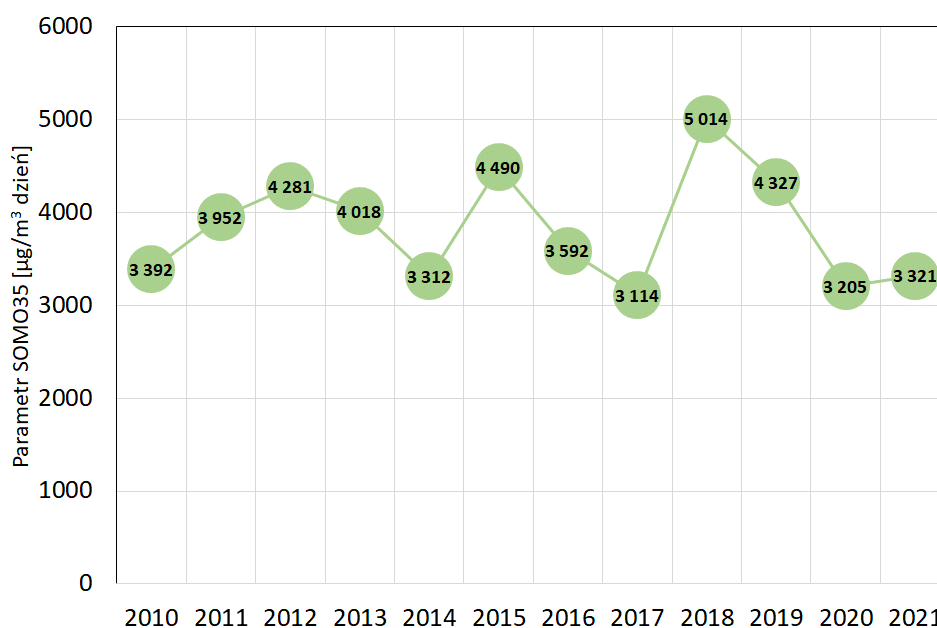
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

Typ stacji	Stężenie percentyla 93,2 [$\mu g/m^3$]											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
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
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
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

Jednym ze wskaźników stosowanych do oceny zagrożenia dla zdrowia wynikającego z narażenia na O_3 jest parametr SOMO35. Jego wartość oblicza się na podstawie maksimum dziennych ze stężeń 8-godz., jako sumę różnic pomiędzy wartością tego stężenia a wartością $70 \mu g/m^3$ (35 ppb), dla każdego dnia w roku. Stężenie graniczne $70 \mu g/m^3$ wynika z publikowanych badań epidemiologicznych w Wytycznych Światowej Organizacji Zdrowia opublikowanych w 2006 roku, jako wartości poniżej której nie obserwuje się skutków zdrowotnych.

Parametr SOMO35 uśredniony na obszarze kraju z wartości średnich dla stref wyniósł w 2021 r. $3224 \mu g/m^3$ na dzień. Największe wartości SOMO35 przekraczające $1000 \mu g/m^3$ na dzień odnotowano w mieście Toruń oraz w strefie opolskiej, zaś najmniejszą, nie przekraczającą $1000 \mu g/m^3$ na dzień w strefie miasto Gorzów Wielkopolski (Tab. 12-2).

Analiza zmian parametru SOMO35 w okresie 2010-2021 wykazywała znacznie wyraźniej zarysowane zmiany niż w przypadku parametrów omawianych wcześniej, przy amplitudzie w okresie 2010-2021 wynoszącej $1900 \mu g/m^3$ dzień (Rys. 12-8).

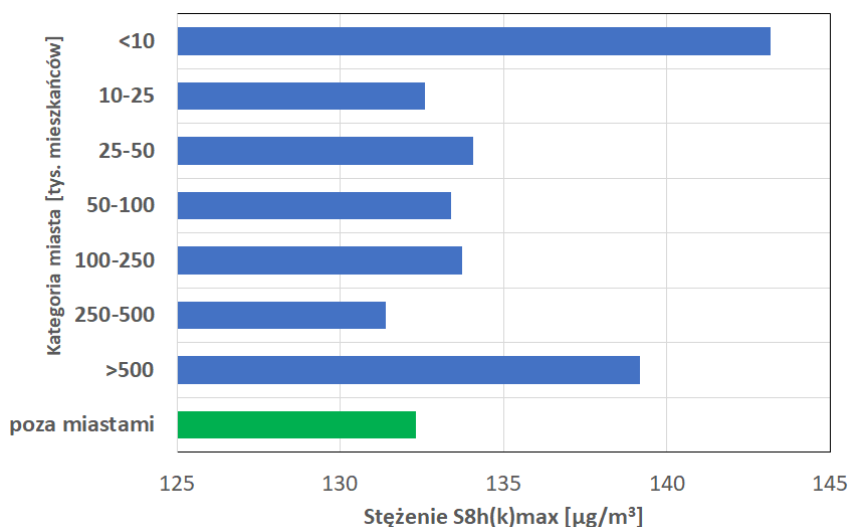


Rys. 12-8. Zmiany parametru SOMO35 dla ozonu O_3 w Polsce w okresie 2010-2021
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

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 2021 roku wykazała, że najwyższe wartości obserwuje się w najmniejszych miastach (o liczbie mieszkańców poniżej 10 tys.) i następnie w dużych miastach (powyżej 0,5 mln mieszkańców). Miasta o najniższym stężeniu to miasta zamieszkałe przez 250-500 tys. mieszkańców oraz tereny pozamiejskie (Rys. 12-9).

Średnie stężenia $S_{8h(k)max}$ dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2021, 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 2021 r.

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

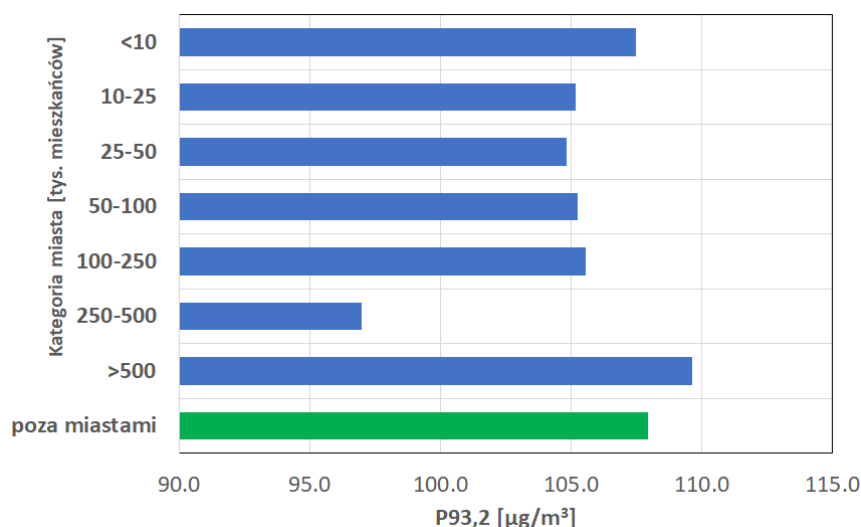
Tab. 12-6. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu (O_3) w latach 2010-2021 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

Kategoria miasta	Stężenie SS8h(k)max [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
>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
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
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
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
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
10-25			145,1	145,1	144,1	159,3	130,5	124,4	156,5	141,3	129,0	132,6
<10			148,7	157,7	141,5	158,5	142,8	133,4	155,4	160,6	131,0	143,2
Obszar poza miastami	147,8	143,7	148,4	148,6	141,6	164,9	137,7	135,7	160,1	150,0	131,9	132,3

Nieco odmienne zależności dla 2021 roku uzyskano dla różnic 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 dużych miastach (powyżej 0,5 mln mieszkańców) i następnie w miastach o liczbie mieszkańców poniżej 10 tys. oraz obszarach pozamiejskich. Najniższe ponownie 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 2010-2021 jak wartości uśrednione dla 2021 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 2021 r.

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

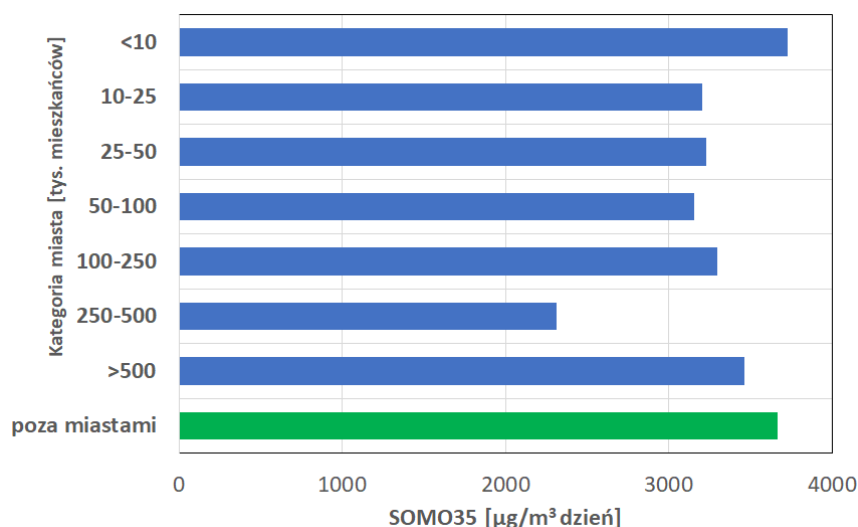
Tab. 12-7. Zmiany percentyla 93,2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w latach 2010-2021 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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
>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
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
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
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
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
10-25			123,8	116,7	108,3	117,3	105,8	99,4	114,9	112,8	101,8	105,2
<10			122,0	115,8	103,9	111,3	112,9	104,3	117,5	115,6	103,5	107,5
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

Wydaje się, że zależności dla 2021 roku uzyskane 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 2010-2021 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 2021 r.

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

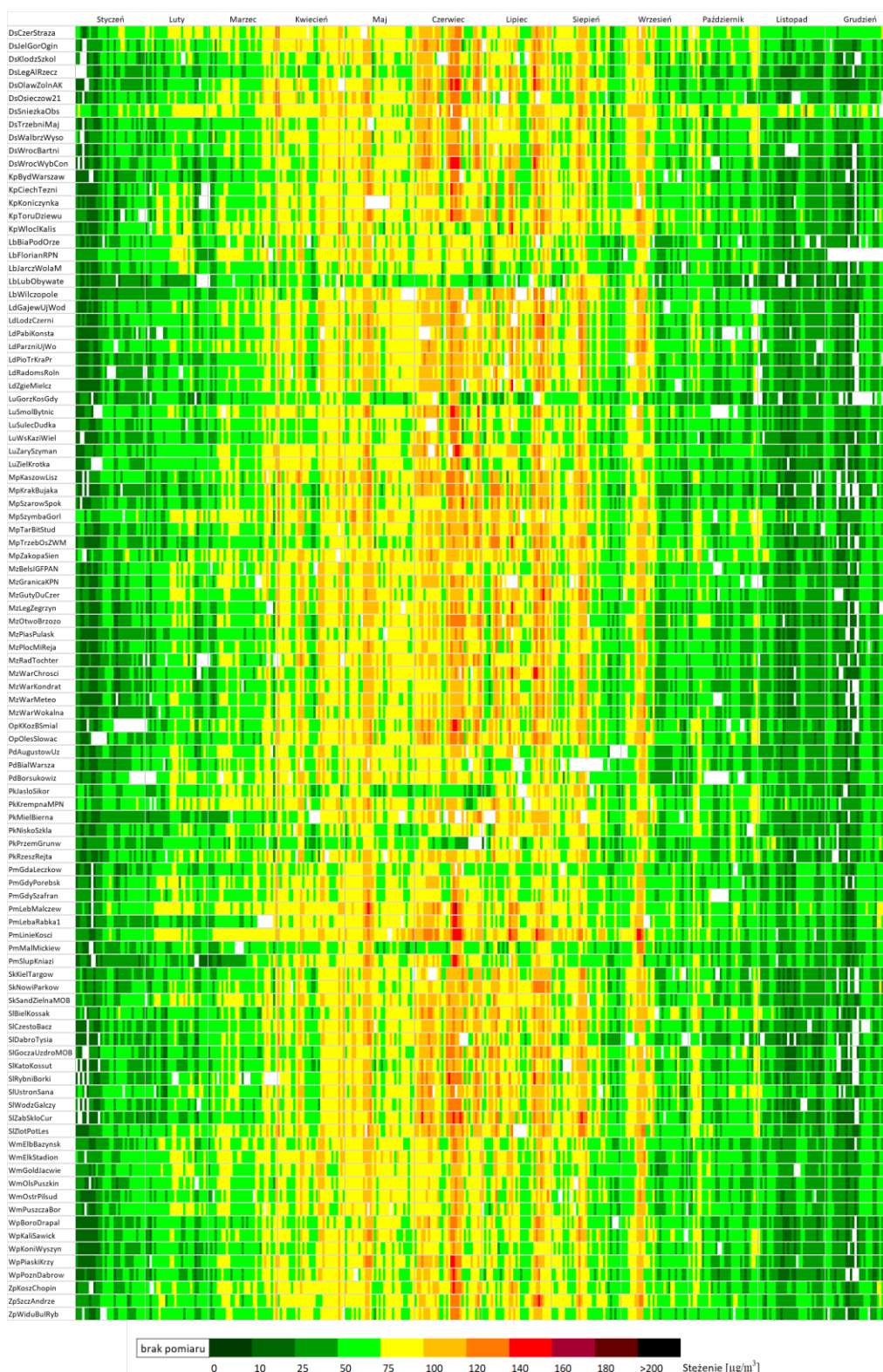
Tab. 12-8. Zmiany parametru SOMO35 dla ozonu O₃ w latach 2010-2021 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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
>500	2605	3202	3136	3310	2697	4110	3642	2683	5010	4195	3128	3461
250-500	3288	3019	4073	3938	2855	3551	2526	2311	3458	3229	2779	2311
100-250	3462	3886	4420	3740	3045	4206	3200	2710	4614	4116	3164	3297
50-100	3455	3361	2745	3767	3442	4747	3702	3510	5272	4617	3349	3152
25-50	3269	4880	5443	3753	3253	4541	3769	3191	4845	4180	3038	3231
10-25			6164	4555	3791	4525	3322	2638	4851	4354	2937	3205
<10			4955	4837	3492	4598	4386	3334	5593	4471	3378	3728
Obszar poza miastami	4343	5327	4974	4638	3812	5146	4022	3765	5705	4781	3422	3663

12.3. Epizody wysokich stężeń

Przeprowadzona analiza rozkładów maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących wykazała, że w 2021 r. epizody wysokich stężeń dla O₃ nie wystąpiły, co potwierdza rozkład dobowych zmienności (Rys 12-12).



Rys. 12-12. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich krocących ozonu O_3 w 2021 r.

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

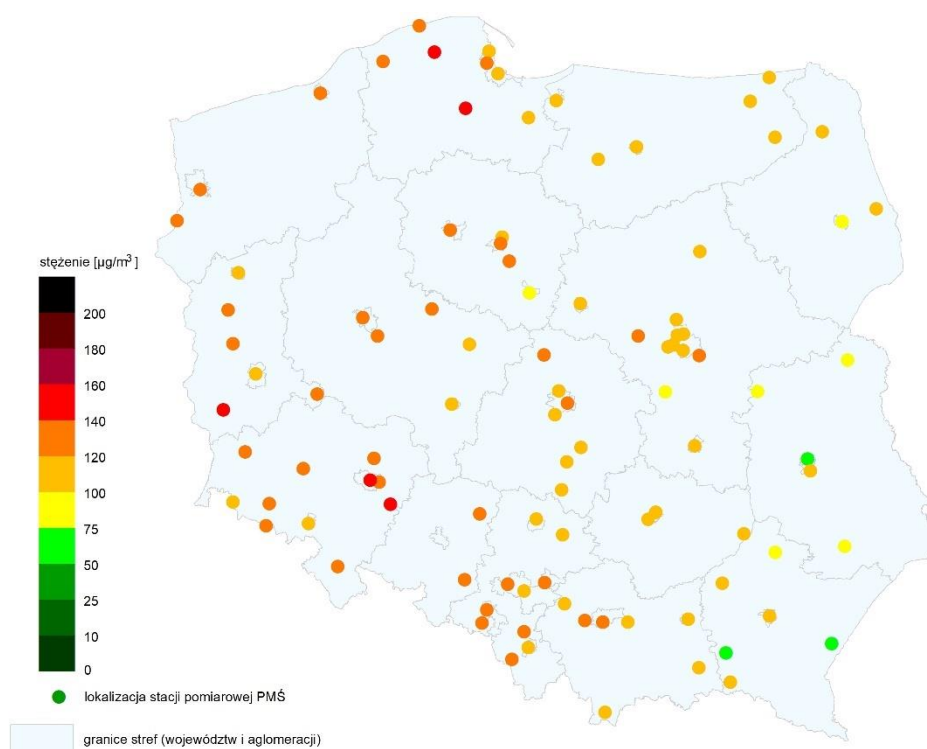
Analiza wykazała, że występuje jednak okres podwyższonych stężeń, przekraczających 160% średniego $S_{8h(k)max}$. Sytuacja ta trwała 4 dni od 17 do 20 czerwca 2021, kiedy to na 77 stacjach przekroczona została wartość uznana za próg wynosząca $108,6 \mu g/m^3$. Zróżnicowanie uśrednionych wartości w ciągu tych 4 dni maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród

średnich kroczących było znaczne, o czym świadczą wartości minimalne i maksymalne (Tab. 12-9, Rys. 12-13). Okres podwyższonych stężeń widoczny był głównie w zachodniej, południowej i środkowej części Polski.

Tab. 12-9. Charakterystyka epizodu wysokich stężeń ozonu O_3 w 2021 roku

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

Epizod podwyższonych stężeń			Stężenie $S_{8h(k)max}$ podczas epizodu [$\mu g/m^3$]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu ($108,6 \mu g/m^3$) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2021-06-17 do 2021-06-20	4	77	38,30	116,11	160,44



Rys. 12-13. Stężenia średnie z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących ozonu O_3 w okresie epizodu wysokich stężeń (17-26.06.2021)

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

W 2021 roku przekroczenie wartości poziomu informowania wystąpiło jeden raz w Aglomeracji Krakowskiej. Na żadnym stanowisku pomiarowym w kraju w 2021 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 2021 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2021. Ocenę wykonano z odniesieniem do określonych prawnie kryteriów ustanowionych w celu ochrony roślin, podanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2021 r. poz. 845).

Tab. 12-10. 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 ¹⁾	18 000 ²⁾	18 000,5	AOT40 5L
poziom celu długoterminowego	okres wegetacyjny ¹⁾	6 000	6 000,5	AOT40

Objaśnienia

¹⁾ okres od 1 maja do 31 sierpnia

²⁾ wartość uznaje się za dotrzymaną, jeżeli nie przekracza jej średnia AOT40 obliczona dla okresów wegetacyjnych z pięciu kolejnych lat (w przypadku braku danych pomiarowych z pięciu lat dopuszcza się obliczenie średniej z co najmniej trzech lat)

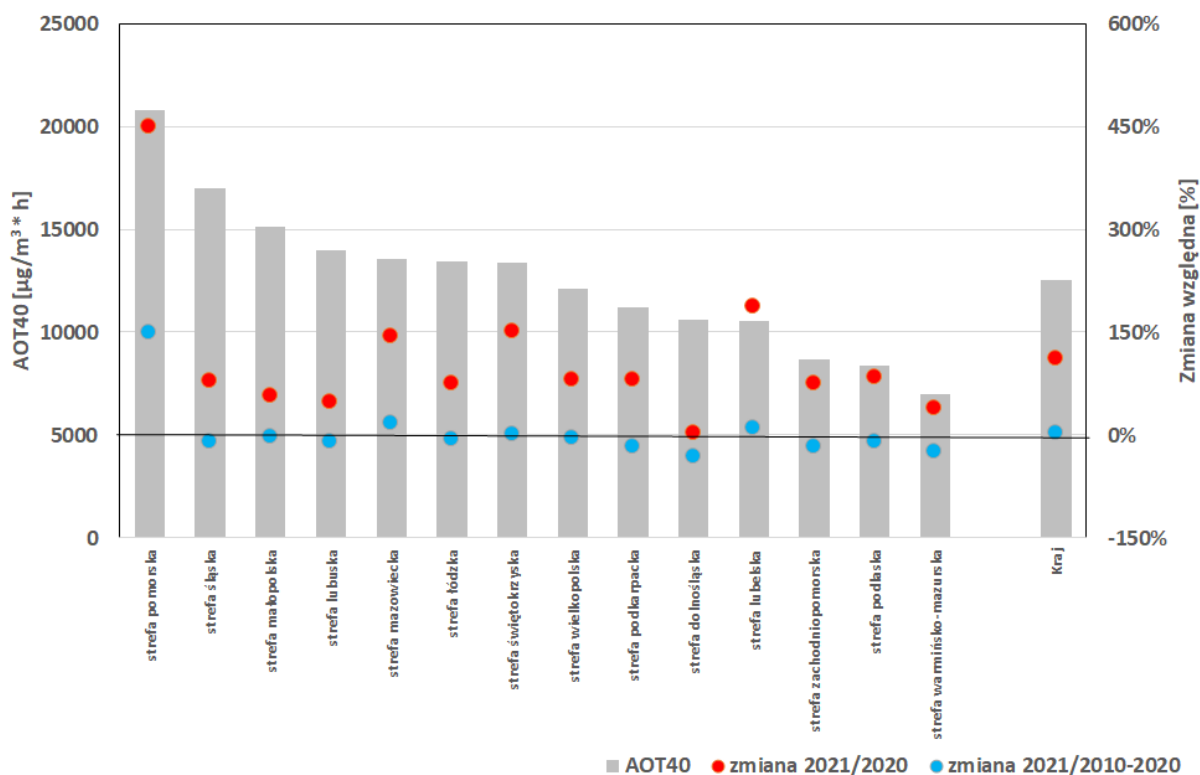
*) zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu dopuszczalnego sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego do całości.

Poniżej przedstawiono wyniki analiz dla ozonu w 2021 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 2010-2021. Uwzględniono również wyniki analizy trendów zmian. Przedstawiono ponadto relacje pomiędzy występującymi stężeniami na różnych typach stacji.

Parametr AOT40 (poziom celu długoterminowego) uśredniony na obszarze kraju z wartości średnich dla stref, wyniosło w 2021 r. 12558 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$. Największe wartości średnie AOT40 przekraczające 20000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ odnotowano w strefie pomorskiej, zaś najmniejszą (blisko 4-krotnie) - w strefie warmińsko-mazurskiej (Rys. 12-14, Tab. 12-11). We wszystkich 14 strefach na 16 analizowanych w których dokonuje się oceny z uwzględnieniem kryterium ochrony roślin (w strefie opolskiej i strefa kujawsko-pomorskiej pomiarów O_3 w 2021 roku były prowadzone) zanotowano spadek wartości AOT40 w 2021 roku stosunku do roku poprzedniego, największy w strefie pomorskiej wynoszący ponad 400% (Rys. 12-14 i Tab. 12-11).

Odnosząc wartości AOT40 z 2021 r. do średnich z okresu 2010-2020 można zauważyć spadek stężeń O_3 na obszarach większości stref (10 z 14 poddanych analizie, największy – przekraczający 30% w strefie dolnośląskiej) oraz wzrost w 4 (największy, wynoszący blisko 150% - w strefie pomorskiej) (Rys. 12-14 i Tab. 12-11).

Przekroczenie poziomu celu długoterminowego w 2021 roku zanotowano niemal na wszystkich stanowiska – 27 z 28 analizowanych (Tab. 12-11).



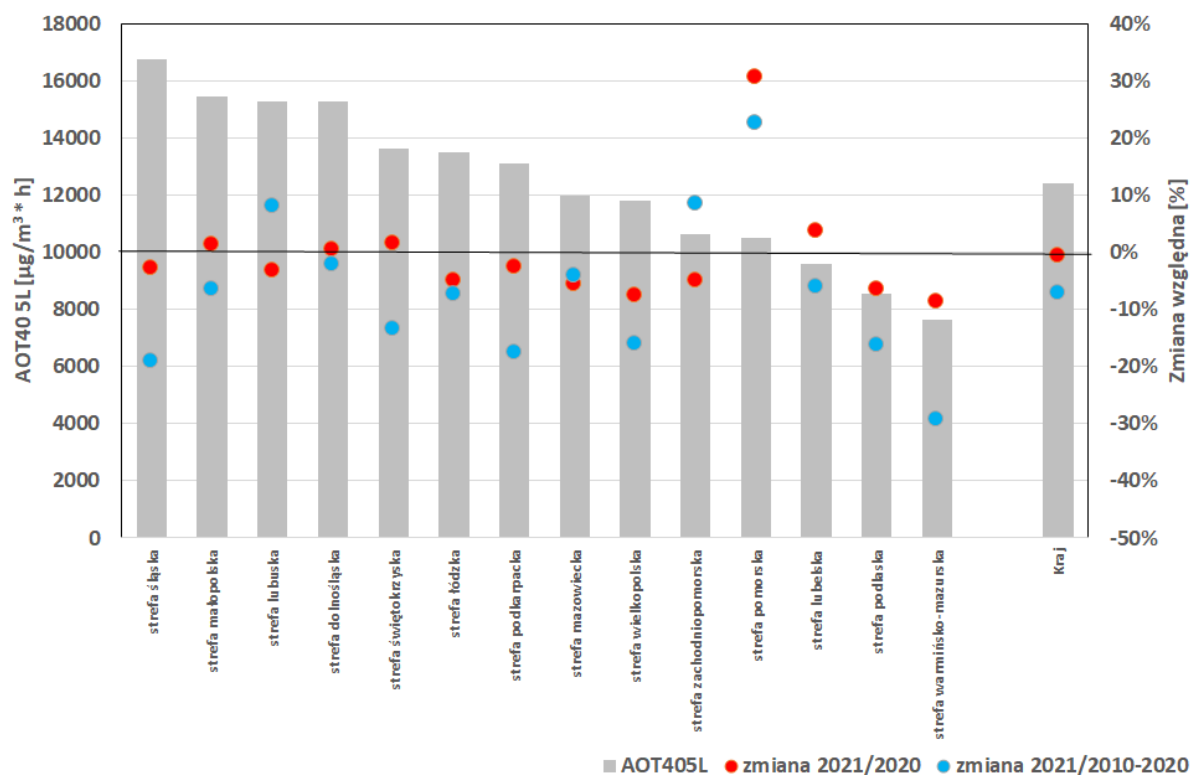
Rys. 12-14. Parametr AOT40 dla ozonu O_3 w 2021 r. na tle zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2020

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 2021 r. $12402 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$. Różnice pomiędzy wartościami AOT40 z 5 lat pomiędzy strefami były znacznie niższe niż w przypadku wartości obliczanych dla jednego roku. Największe wartości średnie AOT40 przekraczające $16000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ odnotowano w strefie śląskiej, zaś najniższe (poniżej $8000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) w strefie warmińsko-mazurskiej (Rys. 12-15, Tab. 12-12). W przypadku 9 stref z 14 analizowanych (w strefie opolskiej i strefa kujawsko-pomorskiej pomiarów O_3 w 2021 roku były prowadzone) zanotowano spadek wartości AOT40, największy, blisko 9% strefie warmińsko-mazurskiej. Na obszarze 4 stref (pomorskiej, lubelskiej, Świętokrzyskiej i małopolskiej) stężenia tego parametru były wyższe niż rok wcześniej (przy najwyższym ponad 30% wzroście w strefie pomorskiej). W przypadku strefy dolnośląskiej, wskaźnik AOT4 w 2021 roku się nie zmienił (Rys. 12-15, Tab. 12-12).

Analizując uśrednione z 5 lat wartość parametru AOT40 w 2021 r. z uzyskaną średnią z okresu 2010-2020 można zauważyć spadek stężeń O_3 w 2021 roku na obszarach 11 z 14 rozważanych stref. Najbardziej widoczny spadek (przekraczający 20%) dotyczył strefy warmińsko-mazurskiej. Obserwowane wzrosty dotyczyły 3 stref, najwyższy obserwowany na poziomie ponad 20% w strefie pomorskiej (Rys. 12-15 i Tab. 12-12).

Przekroczenie uśrednionego z 5 lat parametru AOT40 nie wystąpiło na żadnej stacji w Polsce (Tab. 12-12).



Rys. 12-15. Uśredniony z 5 lat parametr AOT40 dla ozonu O_3 w 2021 r. na tle zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2020

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

Tab. 12-11. Parametry jakości powietrza dla ozonu O₃ w 2021 r. (AOT40)

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

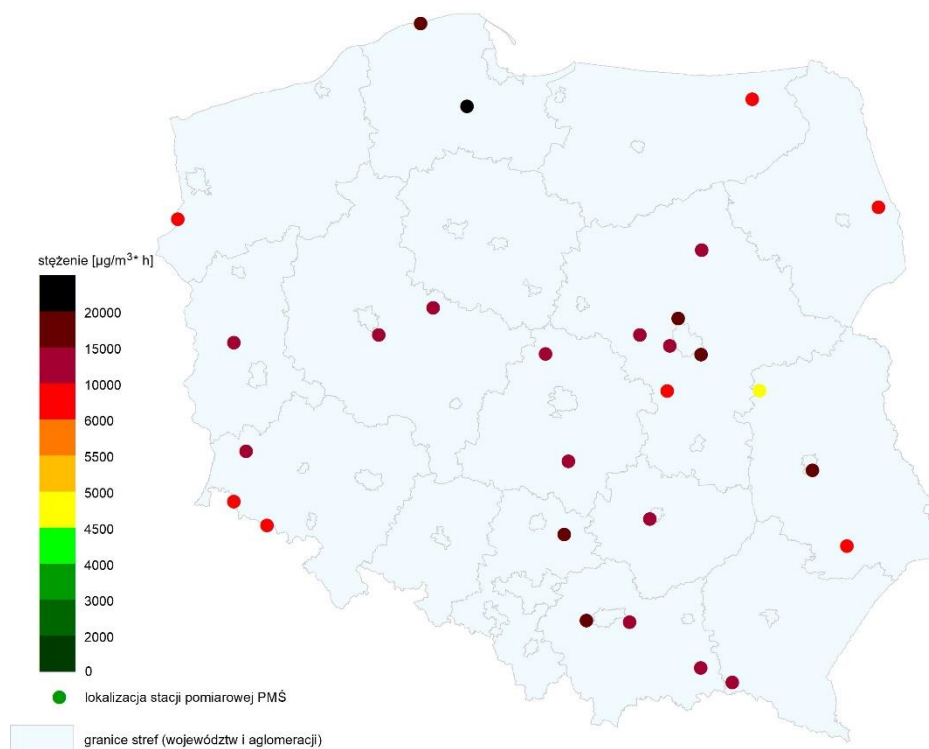
Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		AOT40 [µg/m ³ *h]			Zmiana względna AOT40 [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z AOT40 > 6 000 µg/m ³ *h	Min.	Śred.	Maks.	2021/2020	2021 / 2010-2020
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	3	3	8745	10618	13824	2,7%	-32.3%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	3	2	4715	10564	19520	187,2%	10.3%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	1	1	13971	13971	13971	47,4%	-10.8%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	2	2	12894	13445	13996	74,5%	-6.5%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	3	3	13257	15150	17351	56,8%	-3.2%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6	6	9268	13563	17060	142,8%	16.9%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	1	1	11234	11234	11234	80,0%	-16.3%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1	1	8372	8372	8372	83,4%	-9.6%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	2	2	15890	20773	25655	449,9%	149.9%
śląskie	PL2405	strefa śląska	1	1	16990	16990	16990	79,4%	-9.1%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1	1	13372	13372	13372	151,7%	1.6%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	1	1	7008	7008	7008	39,1%	-24.3%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	2	2	10536	12081	13625	81,1%	-3.8%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1	1	8673	8673	8673	75,8%	-17.9%
Kraj			28	27	4715	12558	25655	110.8%	3.2%

Tab. 12-12. Parametry jakości powietrza dla ozonu O₃ w 2021 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.	2021/2020	2021 / 2010-2020
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	3	0	11777	15250	17290	0,5%	-2.1%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	3	0	5679	9604	12807	3,6%	-6.2%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	1	0	15269	15269	15269	-3,3%	8.0%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	2	0	12554	13503	14452	-5,0%	-7.3%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	3	0	14055	15456	16867	1,3%	-6.5%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6	0	9302	11955	15934	-5,7%	-4.2%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	1	0	13088	13088	13088	-2,5%	-17.6%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1	0	8556	8556	8556	-6,6%	-16.4%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	2	0	9797	10508	11219	30,5%	22.4%
śląskie	PL2405	strefa śląska	1	0	16760	16760	16760	-2,9%	-19.1%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1	0	13628	13628	13628	1,5%	-13.5%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	1	0	7646	7646	7646	-8,8%	-29.4%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	2	0	10321	11781	13242	-7,6%	-16.1%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1	0	10626	10626	10626	-5,0%	8.5%
Kraj			28	0	5679	12402	17290	-0.7%	-7.1%

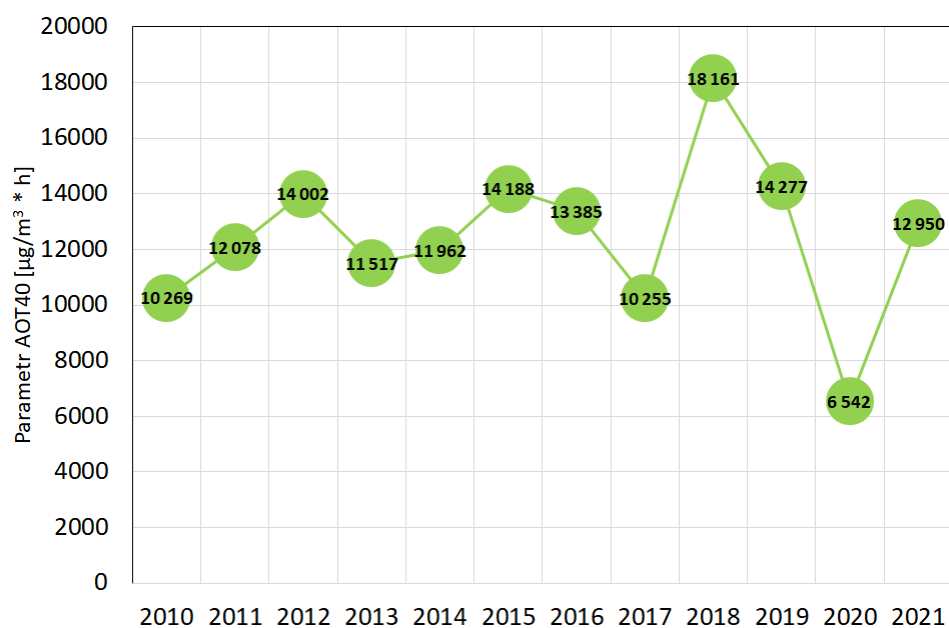
Rozkład przestrzenny AOT40 dla ozonu na poszczególnych stacjach w roku 2021 wykazuje na niewielkie zróżnicowanie wartości na stacjach PMS. Najniższe wartości obserwowane były generalnie na wschodzie i południowym wschodzie kraju w Aglomeracji Białostockiej i strefie podlaskiej. W pozostałych częściach kraju obserwowano wyższe stężenia (Rys. 12-16).



Rys. 12-16. Parametr AOT40 dla ozonu O_3 na stacjach pomiarowych w 2021 r.

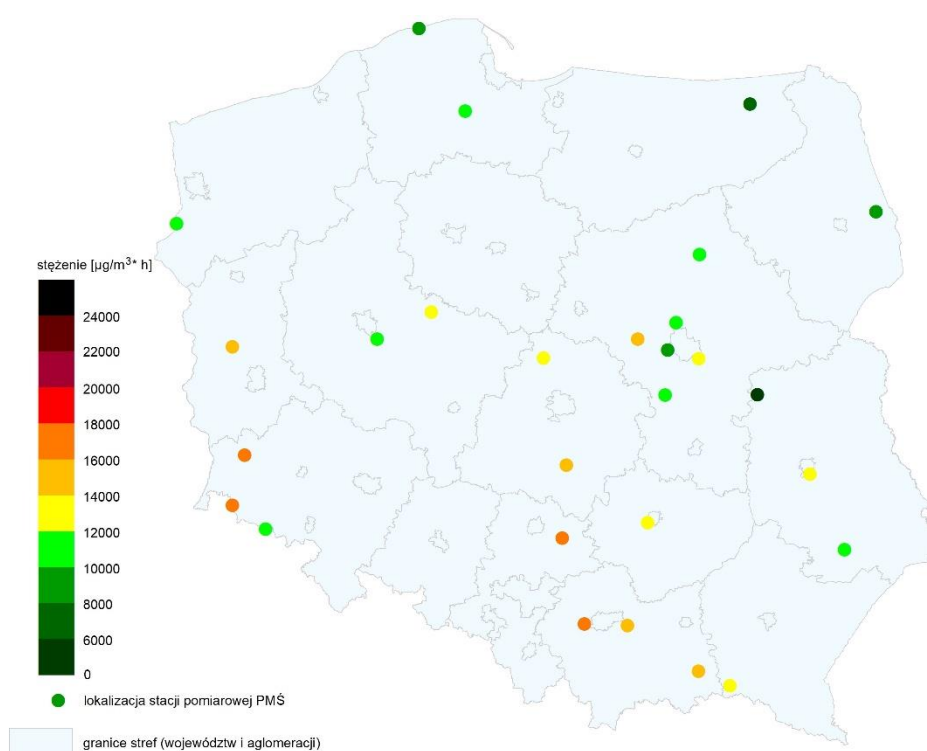
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Analiza zmian AOT40 w okresie 2010-2021 wykazywały zauważalną tendencję rosnącą aż do roku 2018, gdy nastąpił duży spadek w latach 2019-2020 i następnie znaczny wzrost w 2021 roku (Rys. 12-15). Amplituda AOT40 w okresie 2010-2021 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 ponad 20 (od 21 do 28 w zależności od roku), co może mieć wpływ na uzyskane wyniki zmian w czasie.



Rys. 12-17. Zmiany parametru AOT40 dla ozonu O_3 w Polsce w okresie 2010-2021
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

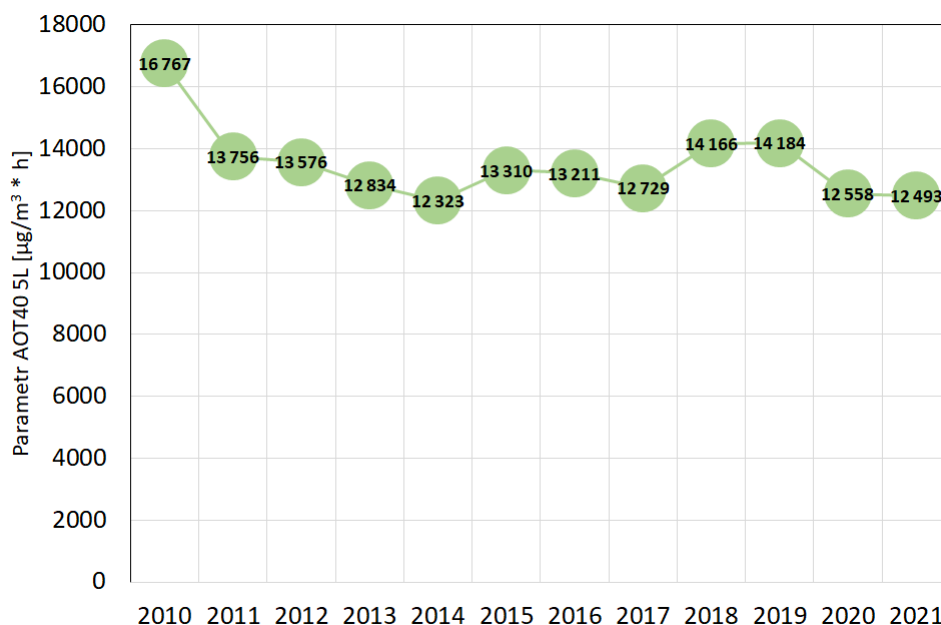
Rozkład przestrzenny uśrednionego AOT40 dla ozonu z 5 lat na poszczególnych stacjach w roku 2021 wykazuje na podobne zależności jak w przypadku parametru S8h(k)max (Rys. 12-18).



Rys. 12-18. Uśredniony z 5 lat parametr AOT40 dla ozonu O_3 na stacjach pomiarowych w 2021 r.
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Zmiany wartości uśrednionego AOT40 w okresie 2010-2021 wykazywały wyraźną tendencję spadkową do 2014 roku oraz rosnącą do 2019 roku. W ciągu ostatnich 2 lat (2020-2021) wartość AOT40 praktycznie pozostaje na niezmiennym poziomie.

Amplituda średniej wartości AOT40 z 5 lat w okresie 2010-2021 była znacznie niższa niż 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 2010-2021

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

Tab. 13-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza NO₂

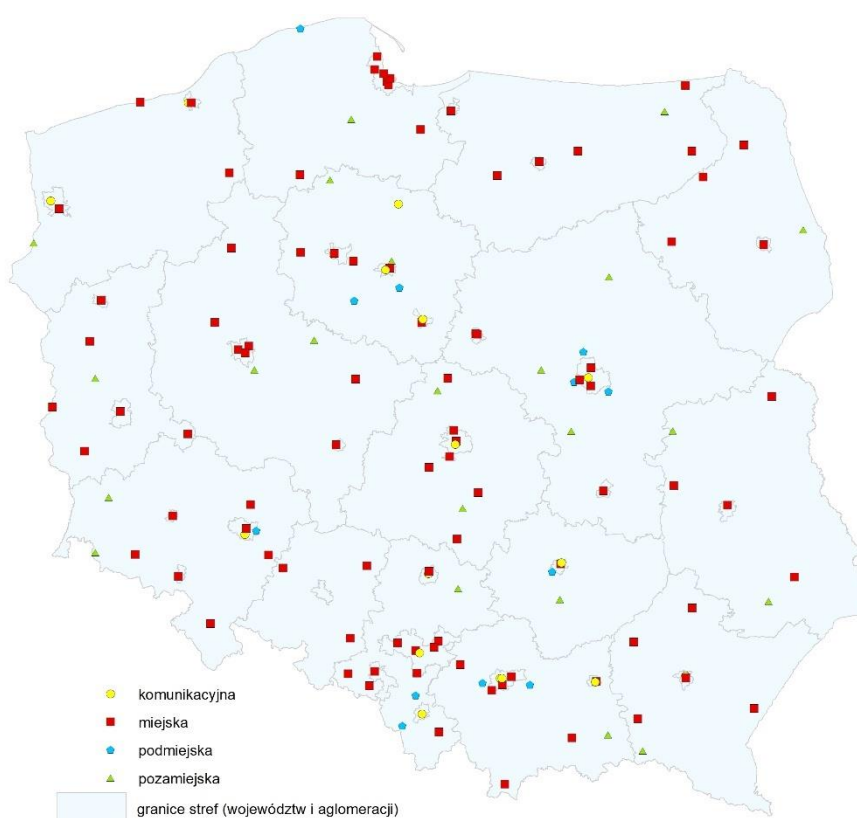
Kryterium	Okres uśredniania stężeń	Stężenie kryterialne [µg/m ³]	Wartość uwzględniona w ocenie [µg/m ³] ^{*)}	Parametr odpowiadający wartości normowanej
poziom dopuszczalny	rok kalendarzowy	40	40,5	Sa
	1 godzina	200 ¹⁾	200,5	Percentyl S99,8
poziom alarmowy	1 godzina	400	400,5	S1h

Objaśnienia

¹⁾ dopuszcza się przekroczenie tego poziomu 19 razy w roku

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

Ocenę zanieczyszczenia powietrza NO₂ w 2021 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 141 stanowisk pomiarowych, w tym 17 komunikacyjnych, 90 tła miejskiego, 12 podmiejskich i 22 pozamiejskich (Rys. 13-1).



Rys. 13-1. Stacje pomiarowe dwutlenku azotu NO₂ w 2021 r. uwzględnione w ocenie
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

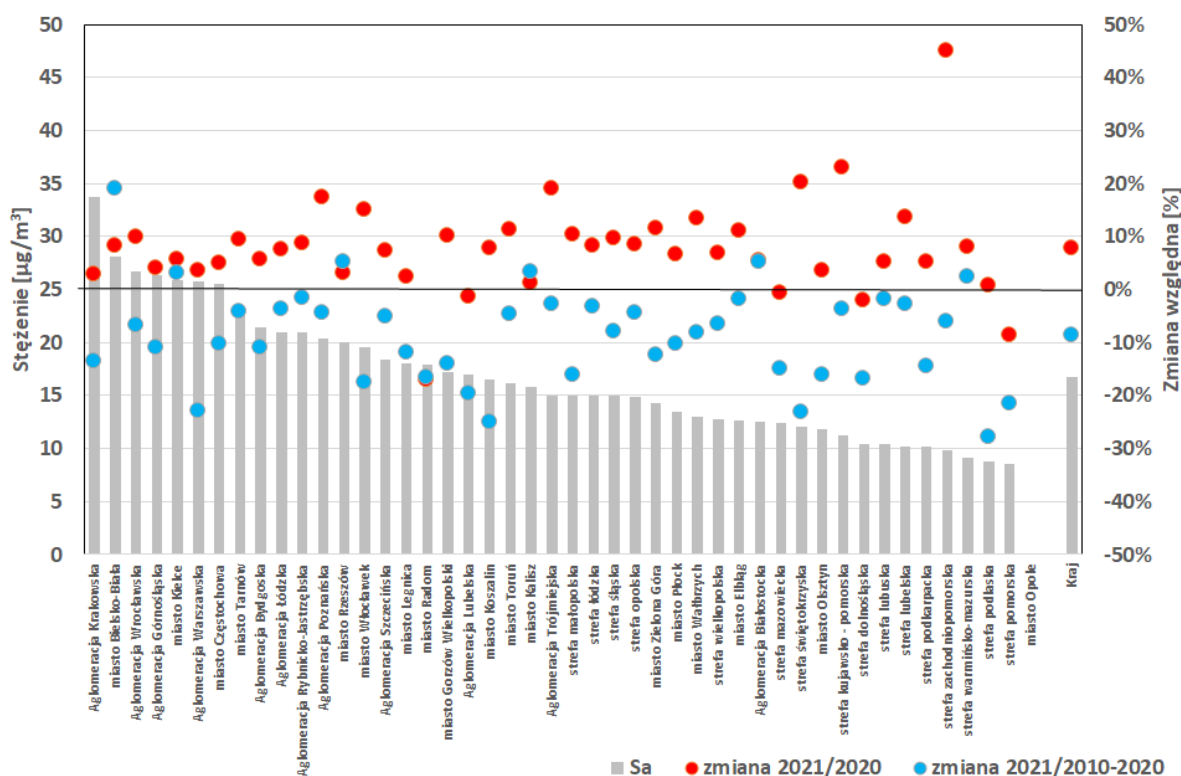
13.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W poniższym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla dwutlenku azotu (NO_2) w roku 2021 w zakresie stężeń odniesionych do poziomów dopuszczalnych określonych dla krótko (1-godz.) i długookresowego (rok) narażenia w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2021, w tym z analizą trendów zmian. Przedstawiono również relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji.

Stężenie średnie roczne NO_2 uśrednione na obszarze kraju z wartości średnich dla stref, w 2021 r. wyniosło $16,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Największe wartości Sa przekraczające $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ odnotowano w Aglomeracji Krakowskiej, zaś najmniejsze (poniżej $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) w strefie podlaskiej i pomorskiej (Rys. 13-2, Tab. 13-2). Zaledwie w 4 strefach na 45 analizowanych (w strefie miasto Opolo nie prowadzono pomiarów NO_2 w 2021 roku) zanotowano spadek stężeń Sa , największy w mieście Radom (nieco ponad 17%). W 2 strefach stężenia Sa praktycznie się nie zmieniły z roku na rok (strefa podlaska i mazowiecka), zaś w pozostałych 39 stężenia wzrosły, najbardziej widoczne (powyżej 20%) dotyczyły strefy zachodniopomorskiej (wzrost o 45%), kujawsko-pomorskiej i świętokrzyskiej.

Odnosząc wartości stężeń średnich rocznych z 2021 r. do średnich z okresu 2010-2020 zauważalny jest spadek stężeń NO_2 na obszarach 39 z 45 analizowanych stref, w szczególności widoczny dla strefy podlaskiej i Koszalina. Wzrost stężeń w stosunku do okresu 2010-2020 wystąpił dla 6 stref, największy dla Bielsko-Białej (Rys. 13-2 i Tab. 13-2).

Przekroczenie poziomu dopuszczalnego dla stężeń średnich rocznych zanotowano na 4 stanowiskach zlokalizowanych w pobliżu dróg, tj. na stanowiskach komunikacyjnych (Tab. 13-2).



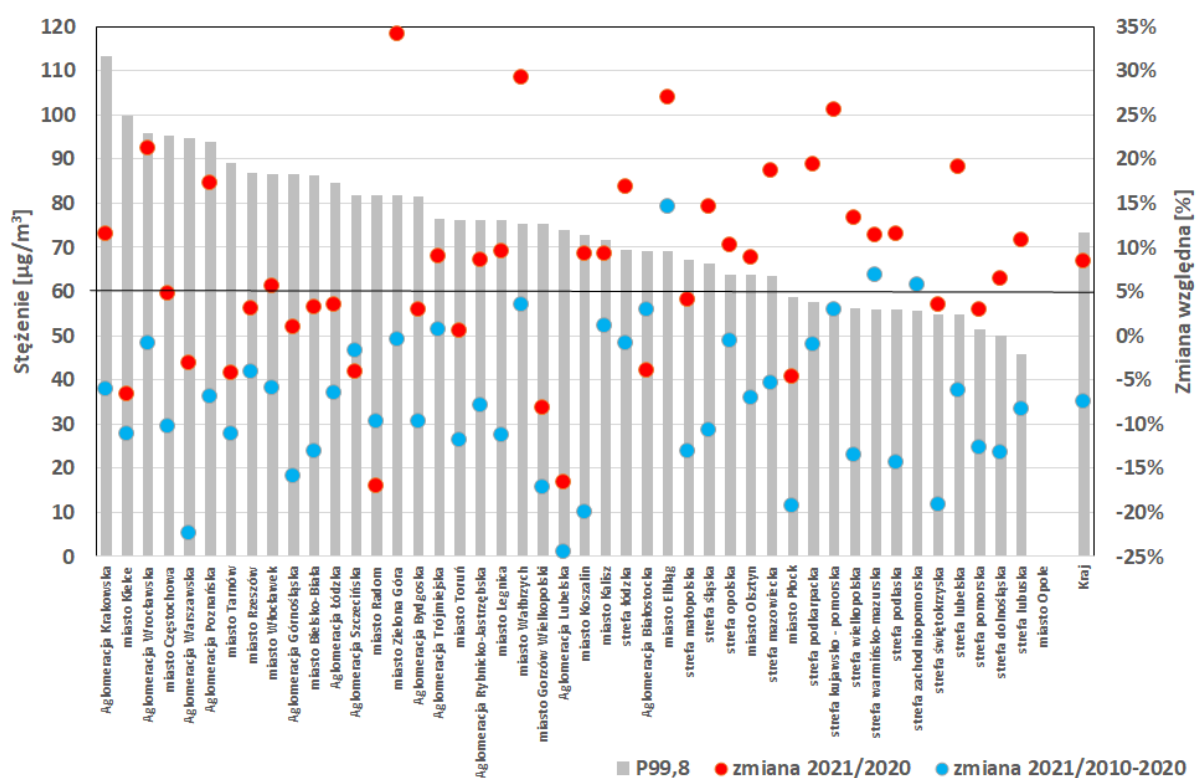
Rys. 13-2. Stężenie średnie roczne NO_2 w 2021 r. na tle zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2020

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 2021 r. 73,3 µg/m³. Różnice pomiędzy strefami były znaczne. Największe wartości średnie percentyla 99,8 przekraczające 100 µg/m³, odnotowano w Aglomeracji Krakowskiej, zaś najniższe (poniżej 50 µg/m³) w strefie lubuskiej (Rys. 13-2, Tab. 13-3). W przypadku 9 stref na 45 analizowanych (w strefie miasto Opole nie prowadzono pomiarów NO₂ w 2021 roku) zanotowano spadek wartości percentyla 99,8, największy (przekraczający 15%) w Aglomeracji Lubelskiej oraz w Radomiu. Na obszarze 2 stref (Aglomeracja Górnośląska i miasto Toruń) stężenia tego parametru praktycznie się nie zmieniły. W przypadku pozostałych 34 stref, stężenia percentyla 99,8 wzrosły, najwięcej (ponad 30%) w strefie zachodniopomorskiej oraz w Zielonej Górze.

Analiza zmian wartości percentyla 99,8 w 2021 r. w stosunku do uzyskanej średniej z okresu 2010-2020 wskazuje na generalne spadki w 2021 roku. Taka sytuacja dotyczy 33 z 45 rozważanych stref. Najbardziej widoczne spadki (przekraczające 20%) dotyczyły miasta Koszalin, Aglomeracji Warszawskiej i Aglomeracji Lubelskiej oraz miasta Opole. Obserwowane wzrosty dotyczyły 7 stref, najwyższy miasta Elbląg. W przypadku 5 stref, obserwowane stężenia percentyla 99,8 w 2021 r. były niemal na identycznym poziomie jak średnia z wielolecia (Rys. 13-2 i Tab. 13-3).

Przekroczenie poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń 1-godz. w roku 2021 nie wystąpiły na żadnym stanowisku NO₂ (Tab. 13-3).



Rys. 13-3. Percentyl S99,8 ze stężeń 1-godz. dwutlenku azotu NO₂ w 2021 r. na tle zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2020

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

Tab. 13-2. Parametry jakości powietrza dla dwutlenku azotu NO₂ w 2021 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.	2021/2020	2021 / 2010-2020
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	3	1	13,4	26,7	46,9	9,9%	-6,7%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		18,0	18,0	18,0	2,3%	-11,8%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		13,0	13,0	13,0	13,3%	-8,2%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	6		4,6	10,4	14,3	-2,0%	-16,8%
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	2		17,9	21,4	25,0	5,7%	-11,0%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	2		14,3	16,1	17,9	11,2%	-4,7%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	2		14,5	19,6	24,6	15,1%	-17,6%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	7		4,6	11,2	15,6	22,9%	-3,8%
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1		17,0	17,0	17,0	-1,4%	-19,8%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	5		5,1	10,2	13,7	13,5%	-2,8%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		17,2	17,2	17,2	10,1%	-14,0%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		14,2	14,2	14,2	11,4%	-12,5%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	5		4,3	10,4	17,9	5,1%	-1,8%
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	4		16,6	21,0	28,4	7,6%	-3,8%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	6		9,4	15,0	20,1	8,3%	-3,3%
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	4	1	23,0	33,8	50,0	2,8%	-13,5%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	2		18,5	22,7	26,9	9,5%	-4,2%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	7		5,1	15,0	18,0	10,3%	-16,2%
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	4	1	18,8	25,7	42,9	3,6%	-22,9%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	2		12,9	13,5	14,0	6,6%	-10,3%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		17,9	17,9	17,9	-17,1%	-16,7%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6		5,8	12,4	22,0	-0,7%	-15,0%
opolskie	PL1601	miasto Opole	0						
opolskie	PL1602	strefa opolska	3		14,2	14,9	16,0	8,5%	-4,4%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	2		12,2	20,1	27,9	3,1%	5,1%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	5		3,5	10,1	13,8	5,1%	-14,5%
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1		12,6	12,6	12,6	5,5%	5,2%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	4		2,8	8,8	12,9	0,6%	-27,9%
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	6		10,4	15,0	18,0	18,9%	-2,8%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	4		4,7	8,6	13,1	-8,6%	-21,6%
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	6	1	19,6	26,3	49,3	4,0%	-11,0%
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		20,9	20,9	20,9	8,7%	-1,7%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		28,1	28,1	28,1	8,3%	19,0%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	2		16,6	25,6	34,6	4,9%	-10,3%

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.	2021/2020	2021 / 2010-2020
śląskie	PL2405	strefa śląska	6		8,6	15,0	18,7	9,7%	-7,9%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	2		23,4	25,9	28,4	5,7%	3,0%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	2		7,7	12,1	16,5	20,1%	-23,2%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		11,9	11,9	11,9	3,5%	-16,2%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		12,6	12,6	12,6	10,9%	-2,0%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	5		3,9	9,1	13,1	8,0%	2,4%
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	2		17,6	20,4	23,1	17,4%	-4,4%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		15,8	15,8	15,8	1,2%	3,2%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	6		8,6	12,7	16,0	6,8%	-6,5%
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	2		14,3	18,4	22,5	7,3%	-5,3%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	2		12,7	16,5	20,3	7,7%	-25,0%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	3		7,5	9,9	13,2	45,0%	-6,0%
Kraj			141	4	2,8	16,7	50,0	7,8%	-8,7%

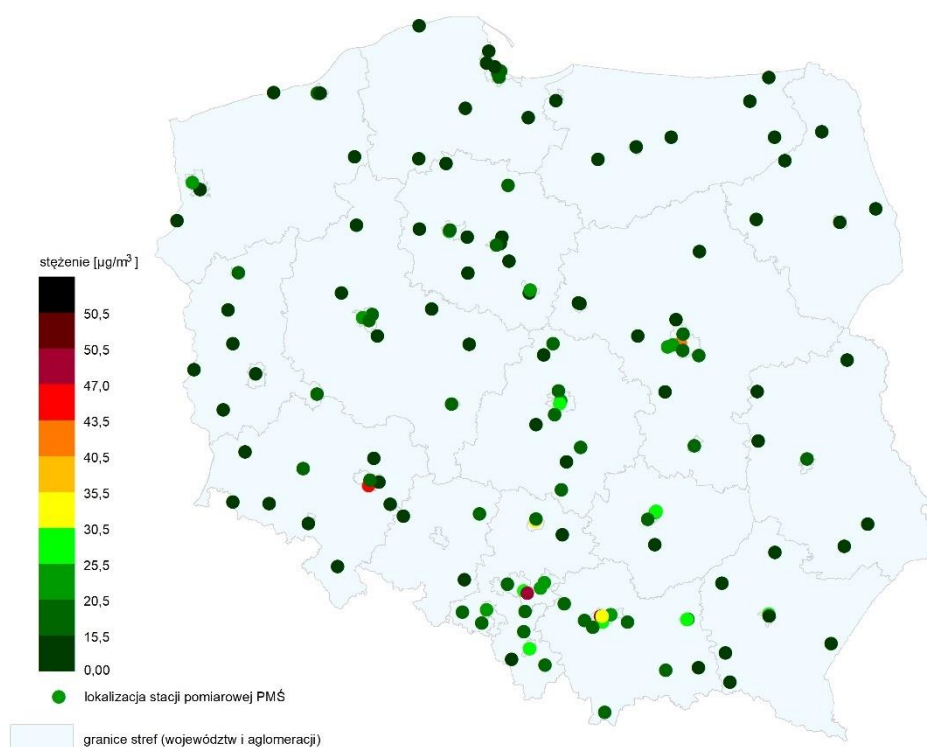
Tab. 13-3. Parametry jakości powietrza dla dwutlenku azotu NO₂ w 2021 r. (stężenie 1 godzinne, percentyl 99,8)

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 [%]		Liczba stacji z S1h >200 µg/m³ [-]		
				Min.	Śred.	Maks.	2021/ 2020	2021 / 2010-2020	Min.	Śred.	Maks.
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	3	63,0	95,9	138,2	21,1%	-0,9%			
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1	76,1	76,1	76,1	9,5%	-11,3%			
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1	75,3	75,3	75,3	29,2%	3,5%			
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	6	25,3	50,1	68,7	6,4%	-13,2%			
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	2	70,6	81,5	92,5	2,9%	-9,7%			
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	2	68,9	76,2	83,6	0,6%	-11,8%			
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	2	81,6	86,5	91,4	5,5%	-6,0%			
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	7	31,5	56,5	73,6	25,5%	2,9%			
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1	73,9	73,9	73,9	-16,7%	-24,5%			
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	4	24,4	54,7	72,8	19,0%	-6,3%			
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1	75,2	75,2	75,2	-8,2%	-17,2%			
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1	81,7	81,7	81,7	34,1%	-0,5%			
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	5	21,6	45,9	76,2	10,8%	-8,4%			
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	4	66,8	84,6	115,8	3,5%	-6,5%			
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	6	49,7	69,5	88,4	16,8%	-0,8%			
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	4	85,4	113,2	134,9	11,4%	-6,0%	0	0,25	1

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-] uwzględnionych w ocenie	Stężenie P99,8 [µg/m³]			Zmiana względna P99,8 [%]		Liczba stacji z S1h >200 µg/m³ [-]		
				Min.	Śred.	Maks.	2021/ 2020	2021 / 2010-2020	Min.	Śred.	Maks.
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	2	81,5	89,1	96,8	-4,3%	-11,2%			
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	7	33,0	67,1	86,4	4,0%	-13,1%			
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	4	84,5	94,6	120,7	-3,2%	-22,4%			
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	2	56,4	58,9	61,3	-4,7%	-19,4%			
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1	81,8	81,8	81,8	-17,0%	-9,7%			
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	6	38,3	63,4	96,2	18,7%	-5,3%			
opolskie	PL1601	miasto Opole	0								
opolskie	PL1602	strefa opolska	3	60,1	63,9	67,0	10,2%	-0,7%			
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	2	74,1	86,7	99,4	3,0%	-4,2%			
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	5	29,4	57,5	75,0	19,3%	-1,0%			
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1	69,1	69,1	69,1	-4,0%	2,9%			
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	4	16,2	56,0	73,2	11,5%	-14,4%			
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	6	53,5	76,5	90,7	8,9%	0,7%			
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	3	31,6	51,5	67,7	2,9%	-12,7%			
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	6	74,1	86,5	123,5	0,9%	-15,9%			
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	76,2	76,2	76,2	8,5%	-8,0%			
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1	86,2	86,2	86,2	3,2%	-13,1%			
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	2	75,0	95,4	115,8	4,7%	-10,4%			
śląskie	PL2405	strefa śląska	6	45,9	66,3	78,7	14,5%	-10,7%			
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	2	97,3	99,7	102,1	-6,7%	-11,2%			
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	2	36,6	54,8	73,0	3,4%	-19,1%			
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1	63,7	63,7	63,7	8,8%	-7,1%			
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1	69,1	69,1	69,1	27,0%	14,5%			
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	5	22,0	56,1	73,6	11,4%	6,8%			
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	2	77,8	93,9	109,9	17,2%	-7,0%			
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1	71,6	71,6	71,6	9,3%	1,0%			
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	6	38,7	56,2	67,6	13,3%	-13,6%			
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	2	74,5	81,8	89,1	-4,1%	-1,8%			
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	2	57,9	72,9	88,0	9,2%	-20,0%			
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	3	36,0	55,8	81,1	37,0%	5,7%			
Kraj			139	16,2	73,3	138,2	8,3%	-7,5%	0,00	0,01	1,00

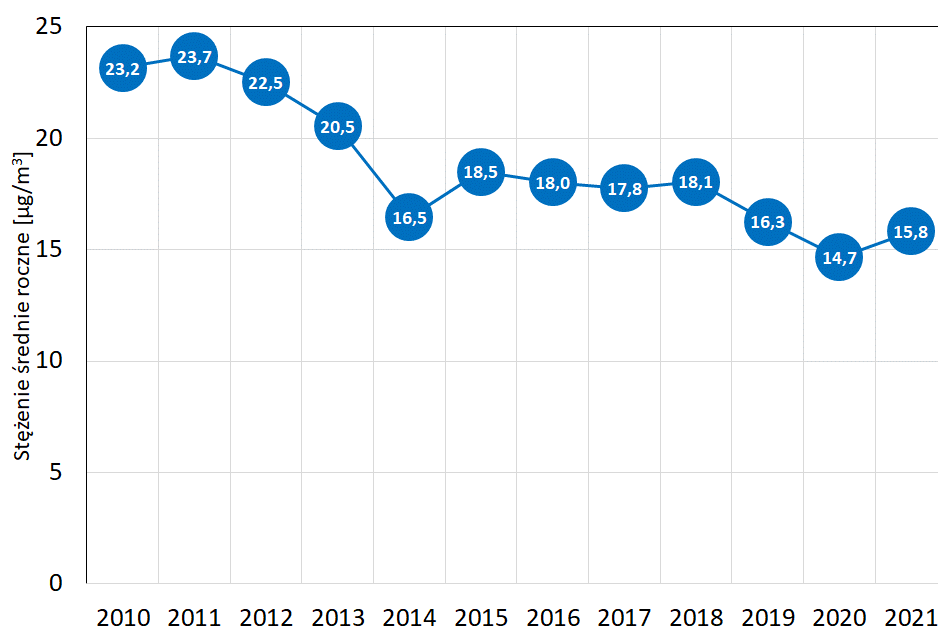
Rozkład przestrzenny stężeń średnich rocznych NO₂ na poszczególnych stacjach pomiarowych w roku 2021 wskazuje na generalnie niskie wartości. Najwyższe stężenia obserwowane były na stacjach komunikacyjnych zlokalizowanych w dużych miastach (Rys. 13-2 i 13-4).



Rys. 13-4. Stężenie średnie roczne dwutlenku azotu NO₂ na stacjach pomiarowych w 2021 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Analiza zmian stężeń średnich rocznych NO₂ w okresie 2010-2021 wskazuje na zauważalną tendencję spadkową w latach 2010-2014, niewielkim wzrostem w roku 2015 i następnie z nieznaczną tendencją spadkową do roku 2020. (Rys. 13-5). Amplituda stężeń średnich rocznych w rozważanym okresie 2010-2021 wyniosła 9,0 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 141 w 2021 roku), co może mieć wpływ na uzyskane wyniki zmian w czasie.

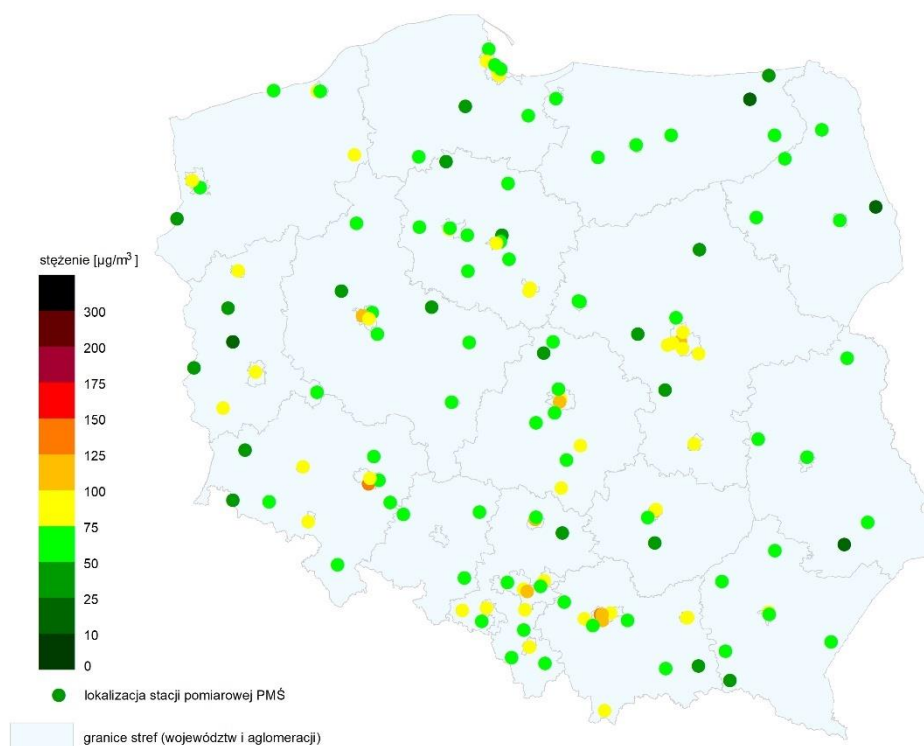
Najwyższe stężenia średnie roczne NO₂ były notowane są na stacjach komunikacyjnych, zaś najniższe na pozamiejskich. Stężenie średnie roczne na stacjach miejskich i podmiejskich były zbliżone, co szczególnie zauważalne jest w ostatnich latach. Podobne zależności obserwowano w całym analizowanym okresie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



Rys. 13-5. Zmiany stężeń średnich rocznych dwutlenku azotu NO_2 w Polsce w okresie 2010-2021
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 13-4. Zmiany stężeń średnich rocznych NO_2 w latach 2010-2021 z uwzględnieniem typów stacji
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

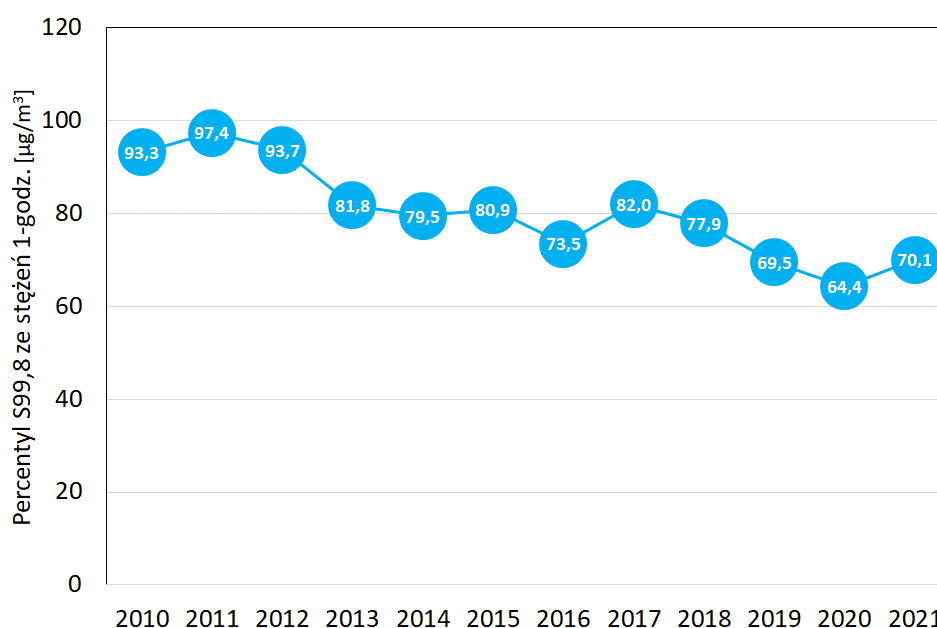
Typ stacji	Stężenie Sa [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
komunikacyjna	46,4	52,8	45,4	38,0	38,7	38,1	37,4	35,4	35,6	33,4	28,5	30,7
miejska	23,5	22,7	22,4	20,1	17,8	17,9	17,4	17,4	17,8	15,7	14,5	15,5
podmiejska	19,0	16,7	16,6	13,8	13,3	13,9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



Rys. 13-6. Percentyl S99,8 ze stężeń 1-godz. dwutlenku azotu NO_2 na stacjach pomiarowych w 2021 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Rozkład przestrzenny percentyla 99,8 na poszczególnych stacjach w roku 2021 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 2010-2021 wykazywały podobne zależności jak w przypadku stężeń średnich rocznych (Rys. 13-7). Amplituda Percentyla 99,8 w okresie 2010-2021 była jednak niższa niż w przypadku S8h(k)max i 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 2010-2021

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 2010-2021 z uwzględnieniem typów stacji

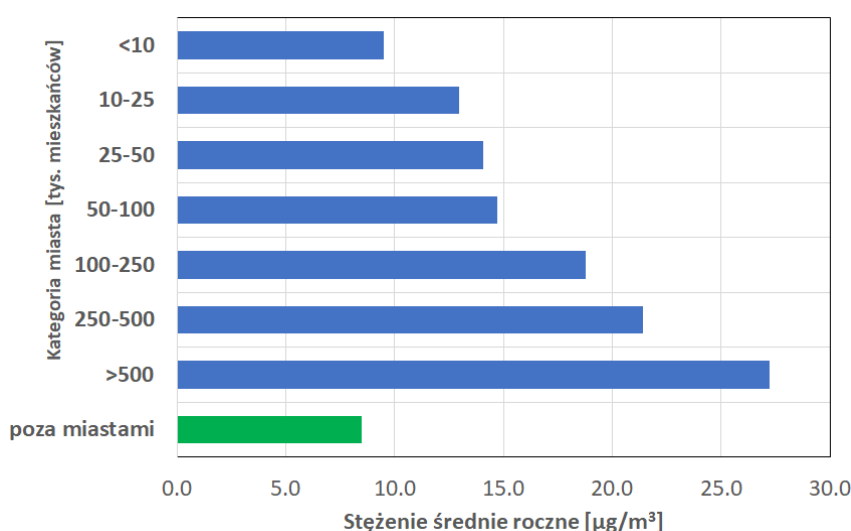
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

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

13.2. Jakość powietrza w miastach

Przeprowadzona analiza różnic uśrednionych stężeń średnich rocznych NO₂ dla miast w poszczególnych kategoriach liczebności populacji w 2021 roku wykazała, że najwyższe wartości obserwuje się w miastach o najwyższej liczbie mieszkańców (powyżej 0,5 mln), które stopniowo maleją w miarę spadku gęstości zaludnienia i osiągając najniższe wartości na obszarach poza miastami (Rys. 13-8).

Średnie stężenia roczne dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2021, jak wartości uśrednione dla 2021 roku, przy czym w ostatnich latach stężenia dla obszarów pozamiejskich i małych miast (z liczbą mieszkańców poniżej 10 tys.) zbliżyły się do siebie znacząco (Tab. 13-6).



Rys. 13-8. Średnie roczne stężenia dwutlenku azotu NO₂ w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2021 r.

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

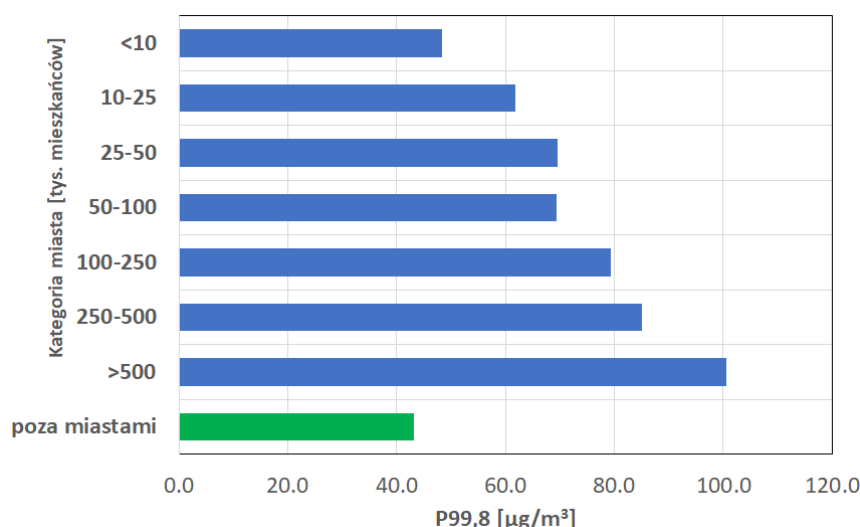
Tab. 13-6. Zmiany średnich rocznych stężeń dwutlenku azotu NO₂ w latach 2010-2021 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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
>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
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
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
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
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
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
<10			16,2	13,8	11,8	9,7	9,6	8,1	8,2	9,6	8,4	9,5
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

Podobne wyniki i zależności uzyskano również w przypadku percentyla 99,8, przy najwyższych stężeniach w aglomeracjach i dużych miastach, zaś najniższe na obszarach poza miastami, przy zauważalnym braku różnic w przypadku miast średnich z liczbą mieszkańców w granicach 25-50 tys. oraz 50-100 tys. (Rys. 13-9).

Podobne zależności zaobserwowano również w przypadku zmienności stężeń w okresie 2010-2021, przy zachowaniu widocznych różnic pomiędzy obszarami pozamiejskimi i małymi miastami (Tab. 13-6).



Rys. 13-9. Percentyl S99,8 ze stężeń 1-godz. dwutlenku azotu NO₂ w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2021 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 2010-2021 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
>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
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
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
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
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
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
<10			72,3	58,3	60,3	53,7	47,2	62,3	44,3	55,4	45,5	48,3
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

13.3. Epizody wysokich stężeń

Przeprowadzona analiza rozkładów stężeń średnich dobowych NO₂ wykazała, że w 2021 r. wystąpił jeden epizod wysokich stężeń (Rys 13-10). Przekroczenie o 200% średniego stężenia dobowego w skali kraju zanotowano w okresie 3 dni od 22 do 24 lutego 2021 roku, kiedy to na 78 stacjach przekroczona została wartość uznana za próg wynosząca 31,8 µg/m³. 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.

Tab. 13-8. Charakterystyka epizodu wysokich stężeń dwutlenku azotu NO₂ w 2021 roku

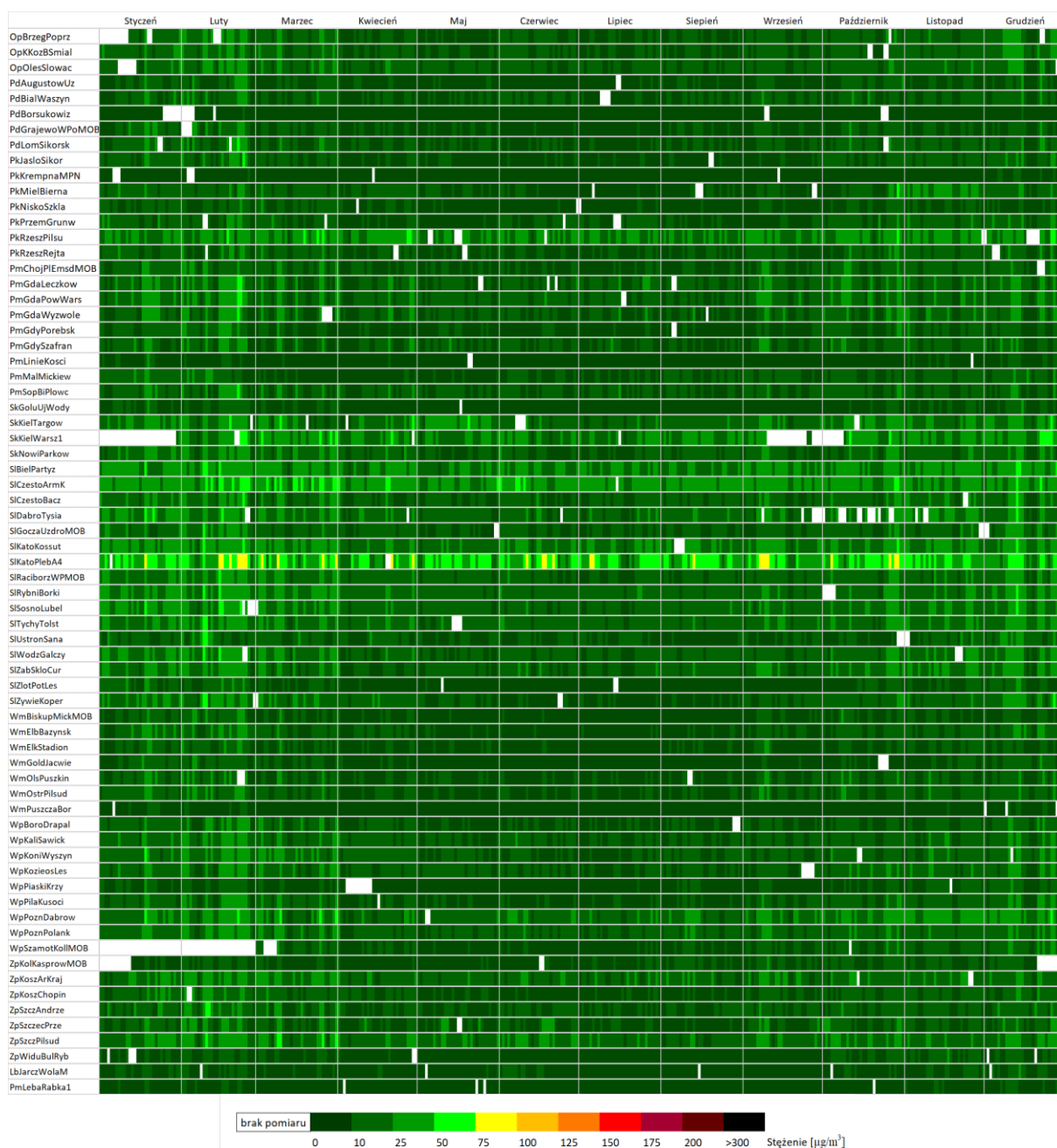
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Epizod			Stężenie S24 podczas epizodu [µg/m ³]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu (31,8 µg/m ³) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2021-02-22 do 2021-02-24	3	78	1,81	33,59	89,78

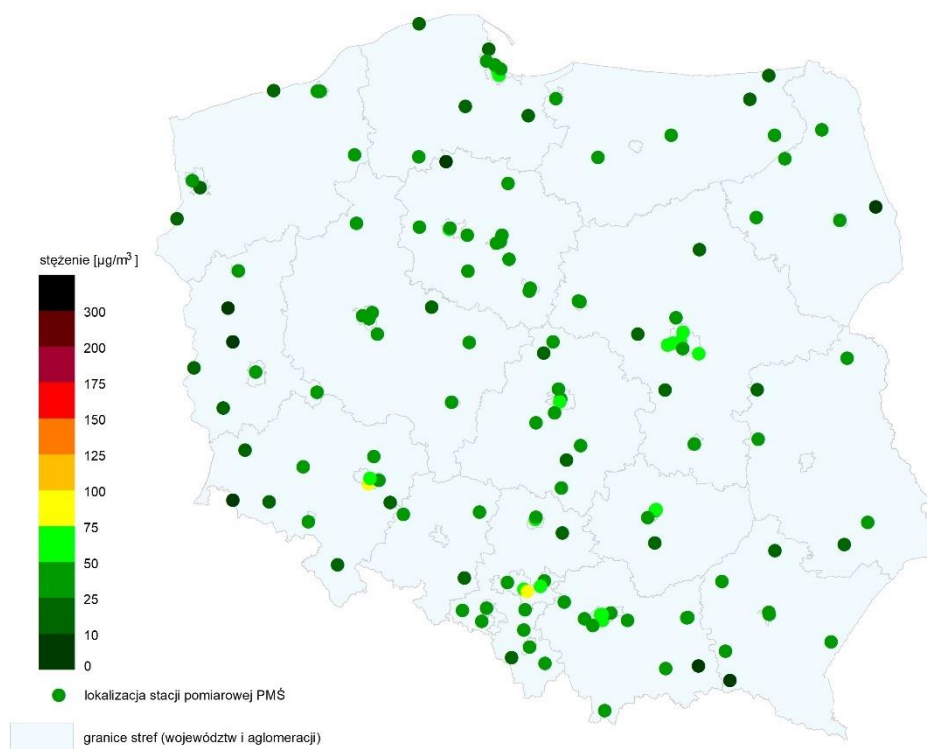


Rys. 13-10. Zmiany średnich dobowych stężeń dwutlenku azotu NO₂ w 2021 r. (cz. 1)

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



Rys. 13-10. Zmiany średnich dobowych stężeń dwutlenku azotu (NO₂) w 2021 r. (cz. 2)
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 13-11. Stężenia średnie dwutlenku azotu NO_2 w okresie epizodu wysokich stężeń (22-24.02.2021)

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

Na żadnym stanowisku pomiarowym w kraju w 2021 roku (podobnie jak w latach ubiegłych) nie stwierdzono przekroczeń poziomu alarmowego.

14. Stężenia dwutlenku siarki SO₂

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

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

Kryterium	Okres uśredniania stężeń	Stężenie kryterialne [µg/m ³]	Wartość uwzględniona w ocenie [µg/m ³] ^{*)}	Parametr odpowiadający wartości normowanej
poziom dopuszczalny	24 godziny	125 ¹⁾	125,0	Percentyl S99.2
	1 godzina	350 ²⁾	350,5	Percentyl S99.7
poziom alarmowy	1 godzina	500	500,5	S1h

Objaśnienia

¹⁾ dopuszcza się przekroczenie tego poziomu 3 razy w roku

²⁾ 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.

Ocenę zanieczyszczenia powietrza SO₂ w 2021 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 101 stanowisk pomiarowych, w tym 2 komunikacyjnych, 74 tła miejskiego, 6 podmiejskich i 19 pozamiejskich (Rys. 13-1).



Rys. 14-1. Stacje pomiarowe dwutlenku siarki SO₂ w 2021 r. uwzględnione w ocenie

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

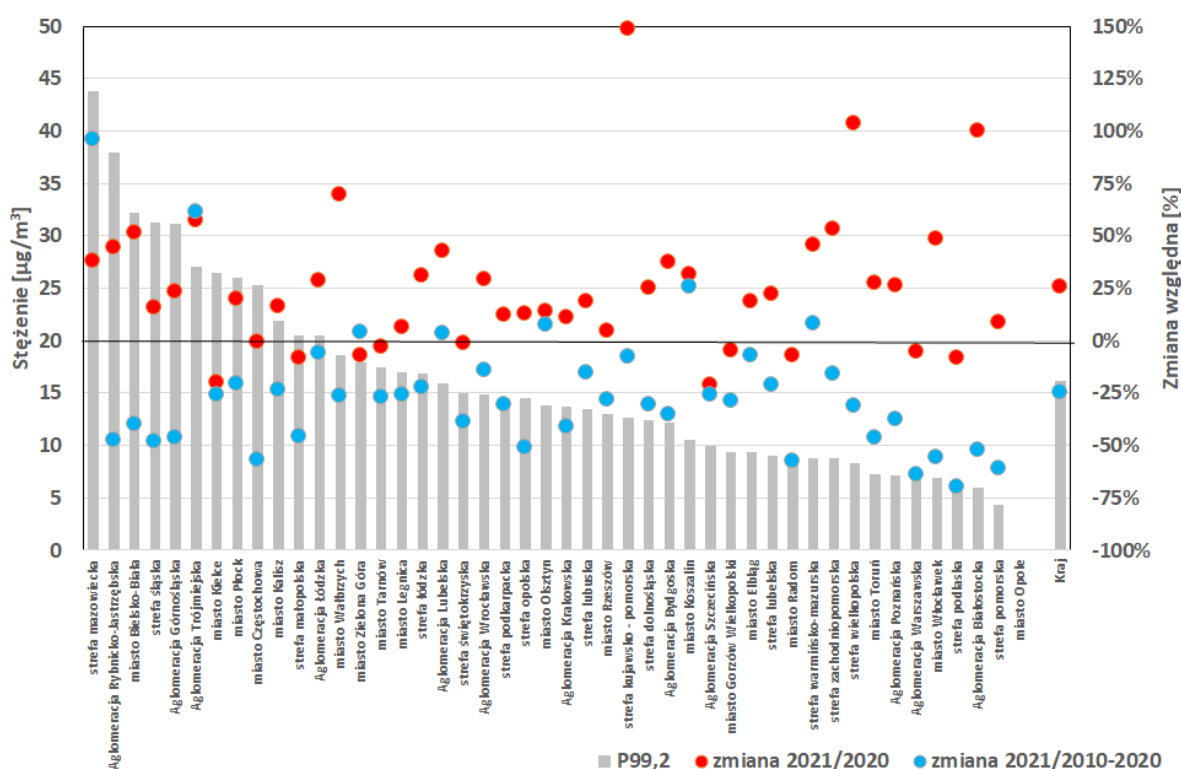
14.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla dwutlenku siarki (SO_2) w roku 2021 w zakresie stężeń odniesionych do poziomów dopuszczalnych określonych dla 1-godzinnego i dobowego narażenia w kraju w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2021. Przedstawione analizy zawierają również trendy zmian oraz relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji.

Stężenie średnie dobowe SO_2 definiowane percentylem 99,2 uśrednione na obszarze kraju z wartości średnich dla stref w 2021 r. wyniosło $16,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, zaś średnie roczne $4,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Największe wartości percentyla 99,2 przekraczające $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ odnotowano w strefie mazowieckiej oraz w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej, zaś najmniejszą (poniżej $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) w strefie pomorskiej (Rys. 14-2, Tab. 14-2). W 10 strefach na 45 analizowanych (w strefie miasto Opole nie prowadzono pomiarów SO_2 w 2021 roku) zanotowano spadek stężeń percentyla 99,2 w stosunku do roku 2020, największy w Aglomeracji Szczecińskiej i Kielcach (ponad 20%). W pozostałych 34 strefach z wyjątkiem Częstochowa gdzie stężenia się nie zmieniły), wartość percentyla 99,2 z roku na rok wzrosła, najbardziej zauważalnie (powyżej 100%) w Aglomeracji Białostockiej i strefie wielkopolskiej oraz kujawsko-pomorskiej.

Odnosząc wartości stężeń percentyla 99,2 z 2021 r. do średnich z okresu 2010-2020 zauważalny jest spadek stężeń na obszarach 38 z 45 analizowanych stref, w szczególności zauważalny wynoszący ponad 60% dla stref strefy podlaskiej i pomorskiej oraz dla Aglomeracji Warszawskiej. Wzrost stężeń w 2021 roku w stosunku do okresu 2010-2020 wystąpił dla 7 stref, największy blisko 96% dla strefy mazowieckiej (Rys. 14-2 i Tab. 14-2).

Przekroczenie poziomu dopuszczalnego dla stężeń średnich dobowych zanotowano tylko na 1 stanowisku podmiejskim zlokalizowanym w strefie mazowieckiej (Tab. 14-2).



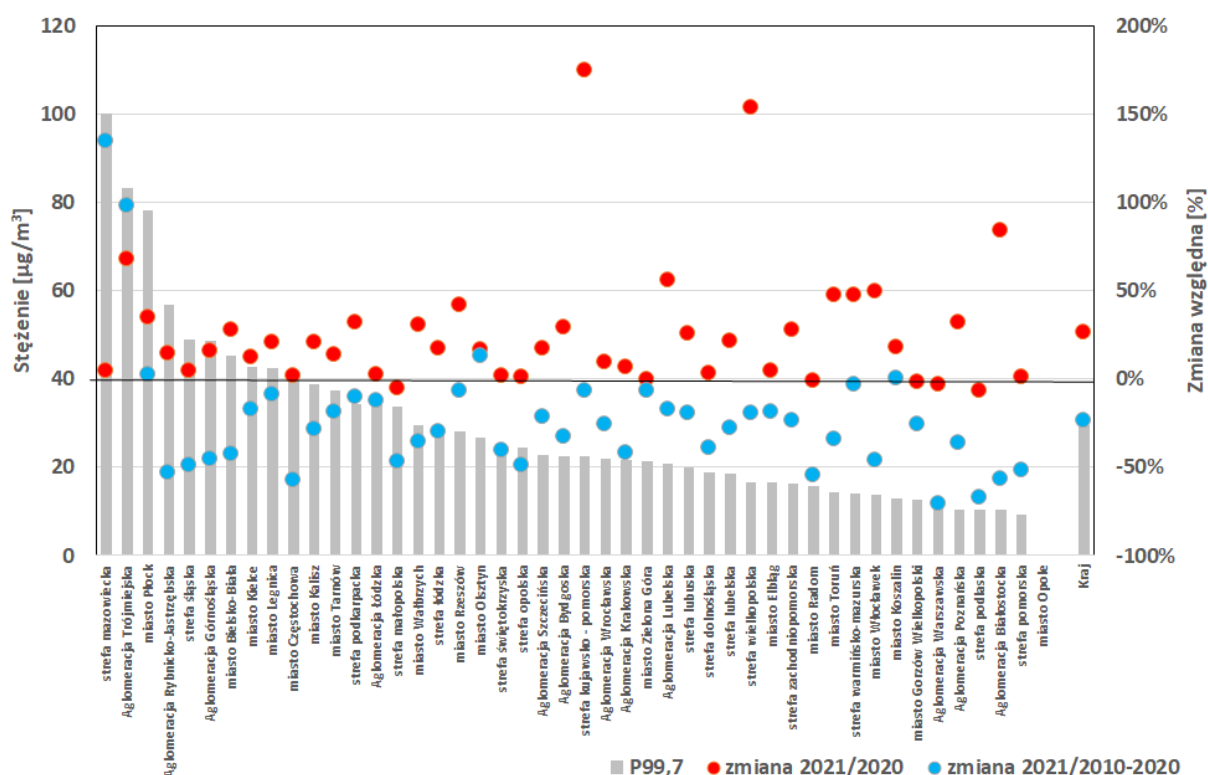
Rys. 14-2. Percentyl 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. SO_2 w 2021 r. na tle zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2020

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

Uśredniona wartość percentyla 99,7 ze stężeń 1-godz. dwutlenku siarki SO_2 na obszarze kraju z wartości uzyskanych w poszczególnych strefach w 2021 r. wyniosła $29,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Różnice pomiędzy strefami były znaczne. Największe wartości średnie percentyla 99,7 przekraczające $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, odnotowano w strefie mazowieckiej, zaś najniższe (poniżej $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) w strefie pomorskiej (Rys. 14-2, Tab. 14-3). W przypadku 5 stref na 45 analizowanych (w strefie miasto Opole nie prowadzono pomiarów SO_2 w 2021 roku) zanotowano spadek wartości percentyla 99,7, największy (nie przekraczający 7%) w strefie podlaskiej. Na obszarze 3 stref (pomorskiej i opolskiej oraz miasto Zielona Góra) stężenia tego parametru były niższe od 1%. W przypadku pozostałych 37 stref, stężenia percentyla 99,7 wzrosły, najwięcej (ponad 150%) w strefie kujawsko-pomorskiej i wielkopolskiej.

Analiza zmian wartości percentyla 99,7 w 2021 r. w stosunku do uzyskanej średniej z okresu 2010-2020 wskazuje na dominujące generalne spadki w 2021 roku. Taka sytuacja dotyczy 40 z 45 rozważanych stref. Najbardziej widoczne spadki (przekraczające 60%) dotyczyły strefy podlaskiej oraz Aglomeracji Warszawskiej. Obserwowane wzrosty dotyczyły zaledwie 4 stref, najwyższy przekraczający 100% dotyczył strefy mazowieckiej. (Rys. 14-2 i Tab. 14-3).

Przekroczenie poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń 1-godz. w roku 2021 nie wystąpiły na żadnym stanowisku SO_2 (Tab. 14-3).



Rys. 14-3. Percentyl 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. dwutlenku siarki SO_2 w 2021 r. na tle zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2020

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

Tab. 14-2. Parametry jakości powietrza dla dwutlenku siarki SO₂ w 2021 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 cenie	z P99,2 >125 µg/m ³	Min.	Śred.	Maks.	2021/ 2020	2021 / 2010-2020	Min.	Śred.	Maks.
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	5,2	1		14,9	14,9	14,9	28,8%	-14,0%			
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	6,2	1		17,0	17,0	17,0	6,2%	-25,9%			
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	7,4	1		18,6	18,6	18,6	69,3%	-26,7%			
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	5,4	2		9,8	12,4	15,1	25,2%	-30,9%			
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	2,6	1		12,2	12,2	12,2	37,2%	-35,2%			
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1,8	2		7,1	7,2	7,3	27,4%	-46,5%			
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1,4	1		6,9	6,9	6,9	48,2%	-56,0%			
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	2,2	4		6,7	12,7	25,8	148,6%	-7,7%			
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	5,0	1		16,0	16,0	16,0	42,7%	3,6%			
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	3,2	4		3,8	9,0	13,9	22,1%	-21,2%			
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	6,6	1		9,4	9,4	9,4	-4,6%	-29,0%			
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	9,2	1		18,0	18,0	18,0	-6,9%	3,7%			
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	6,4	4		5,4	13,5	20,5	18,7%	-15,2%			
łódzkie	PL1001	Aglomeracja łódzka	5,4	3		18,6	20,4	22,1	28,5%	-6,2%			
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	4,5	4		9,6	16,9	25,6	30,8%	-22,6%			
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	4,9	2		13,3	13,7	14,1	10,8%	-41,1%			
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	6,5	1		17,5	17,5	17,5	-2,9%	-27,0%			
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	5,9	6		7,6	20,5	31,5	-8,3%	-45,9%			
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	2,8	1		7,0	7,0	7,0	-5,2%	-64,1%			
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	4,8	2		18,9	26,0	33,1	19,6%	-20,4%			
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	2,1	1		8,9	8,9	8,9	-7,3%	-57,3%			
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	4,4	4	1	6,0	43,8	141,2	37,9%	95,8%	0	1	4
opolskie	PL1601	miasto Opole		0									
opolskie	PL1602	strefa opolska	5,1	1		14,5	14,5	14,5	13,0%	-51,2%			
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	4,3	1		13,0	13,0	13,0	4,6%	-28,5%			
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	3,7	4		9,8	14,6	24,0	11,9%	-30,8%			
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1,1	1		6,0	6,0	6,0	100,0%	-52,5%			
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1,5	2		2,5	6,2	10,0	-8,6%	-69,7%			
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	3,2	6		8,4	27,0	84,7	57,4%	61,1%	0	0,5	3
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	1,7	3		3,9	4,3	5,0	8,5%	-61,1%			
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	7,7	6		24,6	31,1	37,3	23,0%	-46,2%			
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	9,2	2		32,8	37,9	43,1	44,6%	-47,8%			
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	6,9	1		32,2	32,2	32,2	51,1%	-40,2%			

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 cenie	z P99,2 >125 µg/m³	Min.	Śred.	Maks.	2021/ 2020	2021 / 2010-2020	Min.	Śred.	Maks.
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	8,0	1		25,3	25,3	25,3	-0,9%	-57,0%			
śląskie	PL2405	strefa śląska	7,9	6		16,3	31,2	50,9	15,9%	-48,2%			
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	8,6	1		26,5	26,5	26,5	-20,1%	-25,7%			
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	6,1	4		11,7	15,0	19,7	-1,4%	-39,1%			
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	5,9	1		13,8	13,8	13,8	13,7%	7,5%			
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	3,8	1		9,3	9,3	9,3	18,6%	-7,0%			
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	4,0	4		3,5	8,8	12,0	45,5%	8,0%			
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	4,0	1		7,1	7,1	7,1	26,1%	-37,7%			
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	5,3	1		21,9	21,9	21,9	16,1%	-23,5%			
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	2,7	2		6,3	8,3	10,4	103,6%	-31,0%			
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	4,6	1		9,9	9,9	9,9	-21,4%	-26,0%			
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	4,0	1		10,5	10,5	10,5	31,7%	25,6%			
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	2,8	2		7,1	8,8	10,5	53,4%	-16,0%			
Kraj			4,8	101	1	2,5	16,1	141,2	25,6%	-25,0%	0,00	0,25	4,00

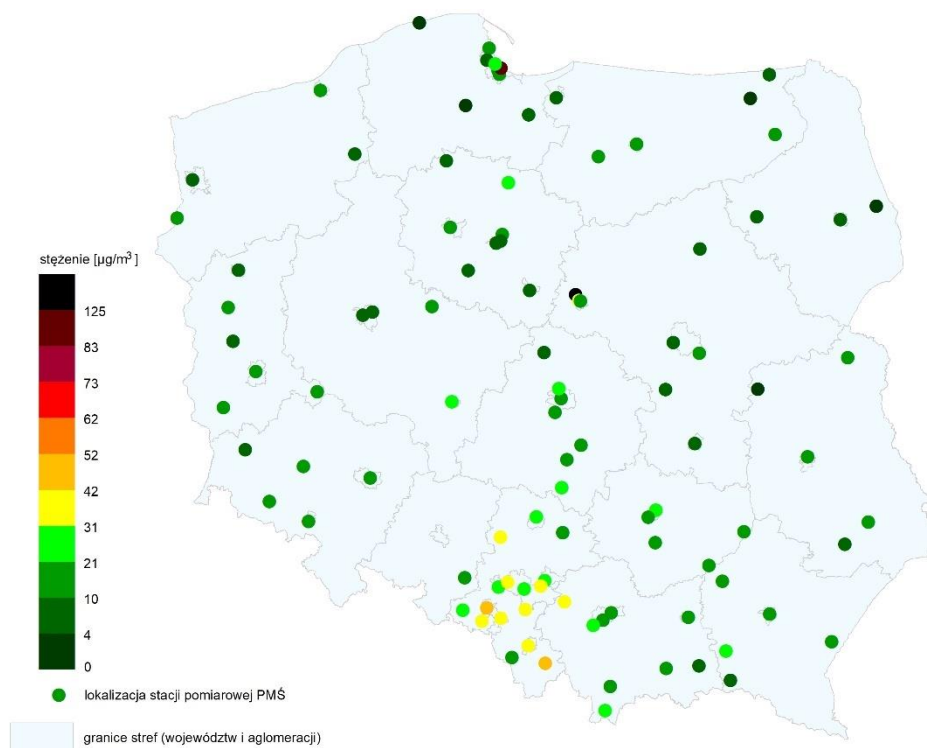
Tab. 14-3. Parametry jakości powietrza dla dwutlenku siarki SO₂ w 2021 r. (stężenie 1-godzinne, percentyl 99,7)

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

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji uwzgl. w ocenie [-]	P 99,7 [µg/m³]			Zmiana względna P99,7 [%]		S1h >3500 µg/m³			
				Min.	Śred.	Maks.	2021/ 2020	2021 / 2010-2020	Liczba stacji [-]	Liczba dni [-]		
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	1	21,9	21,9	21,9	9,5%	-26,2%				
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1	42,3	42,3	42,3	20,8%	-9,3%				
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1	29,5	29,5	29,5	30,4%	-35,5%				
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	2	15,2	18,7	22,3	3,2%	-39,3%				
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	1	22,6	22,6	22,6	29,1%	-33,1%				
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	2	13,9	14,3	14,6	46,9%	-34,0%				
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1	13,9	13,9	13,9	49,5%	-46,2%				
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	4	10,1	22,4	50,6	174,3%	-6,9%				
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1	20,9	20,9	20,9	56,0%	-17,5%				
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	3	8,6	18,5	26,7	20,9%	-27,7%				
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1	12,6	12,6	12,6	-1,7%	-26,1%				
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1	21,3	21,3	21,3	-0,3%	-6,8%				
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	4	10,4	20,0	26,3	25,5%	-19,7%				
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	3	28,5	34,3	38,2	2,2%	-12,2%				

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji uwzgl. w ocenie [-]	P 99,7 [µg/m³]			Zmiana względna P99,7 [%]		S1h >3500 µg/m³			
				Min.	Śred.	Maks.	2021/2020	2021 / 2010-2020	Liczba stacji [-]	Liczba dni [-]		
										Min.	Śred.	Maks.
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	4	14,8	28,0	44,0	17,1%	-29,9%				
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	2	21,5	21,6	21,7	6,3%	-42,1%				
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1	37,5	37,5	37,5	13,1%	-19,1%				
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	6	12,7	33,8	56,4	-5,7%	-47,0%				
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	1	12,6	12,6	12,6	-3,3%	-70,9%				
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	2	68,8	78,1	87,4	34,3%	2,6%				
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1	15,7	15,7	15,7	-1,6%	-54,6%				
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	4	12,2	100,1	324,4	4,2%	134,3%		0	4,5	18
opolskie	PL1601	miasto Opole	0									
opolskie	PL1602	strefa opolska	1	24,3	24,3	24,3	0,8%	-48,8%				
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	1	28,0	28,0	28,0	41,7%	-6,6%				
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	4	15,3	34,4	51,3	31,6%	-10,8%				
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1	10,3	10,3	10,3	83,9%	-57,2%				
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	2	4,6	10,5	16,4	-7,0%	-67,1%				
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	6	16,1	83,1	312,4	67,9%	97,4%	1	0	4,17	25
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	2	7,6	9,4	11,1	0,9%	-52,1%				
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	6	37,8	48,6	63,5	15,9%	-45,4%				
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2	48,2	56,8	65,4	14,1%	-53,3%				
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1	45,3	45,3	45,3	27,6%	-43,0%				
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1	41,6	41,6	41,6	1,7%	-57,5%				
śląskie	PL2405	strefa śląska	6	30,0	49,0	74,7	4,5%	-48,9%				
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1	42,8	42,8	42,8	12,3%	-17,2%				
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	4	22,5	25,3	28,0	1,4%	-41,0%				
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1	26,6	26,6	26,6	16,6%	13,0%				
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1	16,5	16,5	16,5	4,5%	-19,1%				
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	4	6,0	14,1	19,3	46,9%	-3,4%				
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	1	10,5	10,5	10,5	31,5%	-36,4%				
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1	38,9	38,9	38,9	20,5%	-28,4%				
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	2	15,5	16,7	17,8	153,5%	-19,7%				
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	1	22,8	22,8	22,8	17,2%	-21,3%				
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1	13,0	13,0	13,0	17,6%	-0,2%				
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	2	10,3	16,2	22,1	27,8%	-23,6%				
Kraj			99	4,6	29,4	324,4	25,9%	-23,5%	1	0,0	0,2	25,0

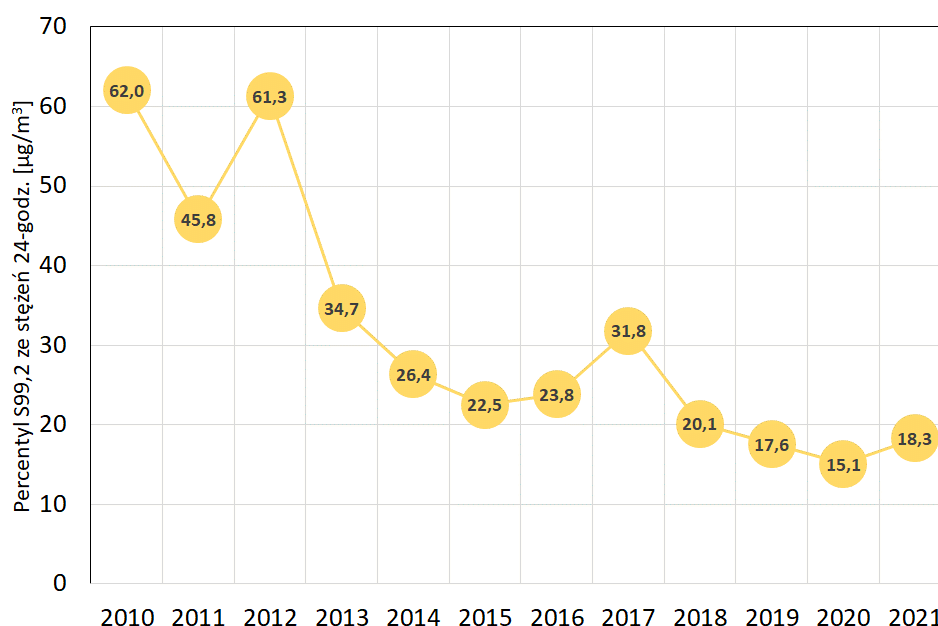
Rozkład przestrzenny percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. SO_2 na poszczególnych stacjach pomiarowych w roku 2021 wykazuje na najwyższe stężenia na stacjach zlokalizowanych w południowej części kraju (Rys. 14-2 i 14-4).



Rys. 14-4. Percentyl 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. dwutlenku siarki SO_2 na stacjach pomiarowych w 2021 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 2010-2021 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 2010-2021 wyniosła aż $46,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Należy zaznaczyć, że w latach 2010-2013 pomiary SO_2 były prowadzone na 31-37 stacjach w kraju w zależności od roku, podwojeniu liczby stacji w 2013 (53) oraz niemal potrojeniu w 2014 (122) i niewielkim wzroście do roku 2018 (130 stacji). Od tego roku liczba stacji wykonujących pomiary SO_2 do chwili obecnej nieznacznie spadła do 101 w latach 2020-2021. 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 SO₂ w Polsce w okresie 2010-2021

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

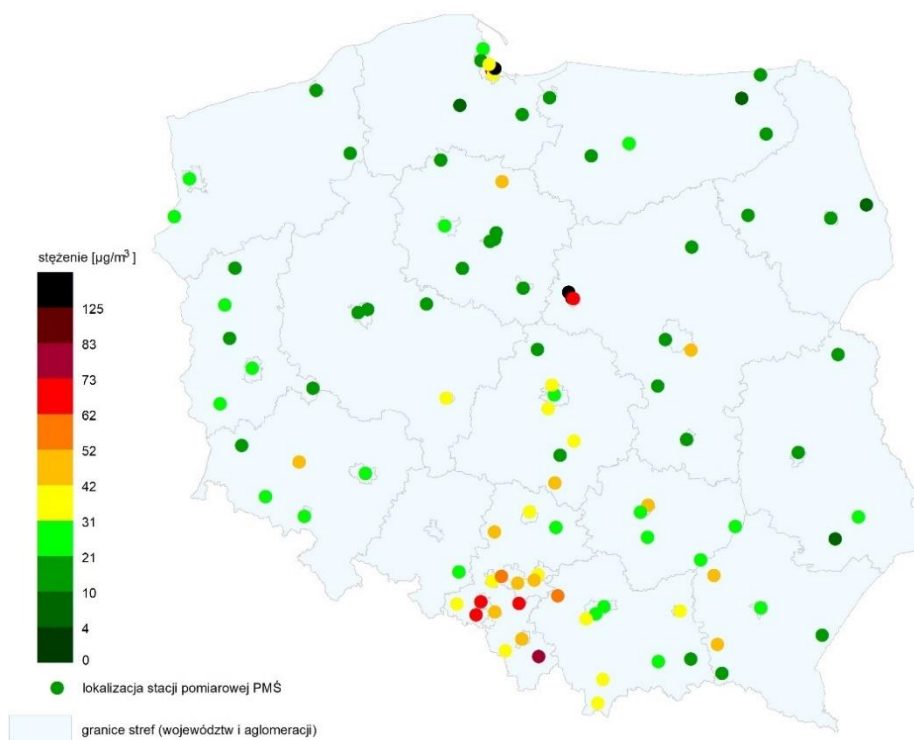
Do roku 2018, najwyższe stężenia percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. SO₂ notowane były na stacjach miejskich i komunikacyjnych, zaś najniższe na pozamiejskich. Od roku 2018 zauważalna jest tendencja wzrostowa stężeń na stacjach podmiejskich, które w okresie 2019- 2021 są znacznie wyższe niż na pozostałych obszarach (Tab. 14-4).

Tab. 14-4. Zmiany percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. dwutlenku siarki SO₂ w latach 2010-2021 z uwzględnieniem typów stacji

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

Typ stacji	Stężenie percentyla 99,2 [µg/m³]											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
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
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
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
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

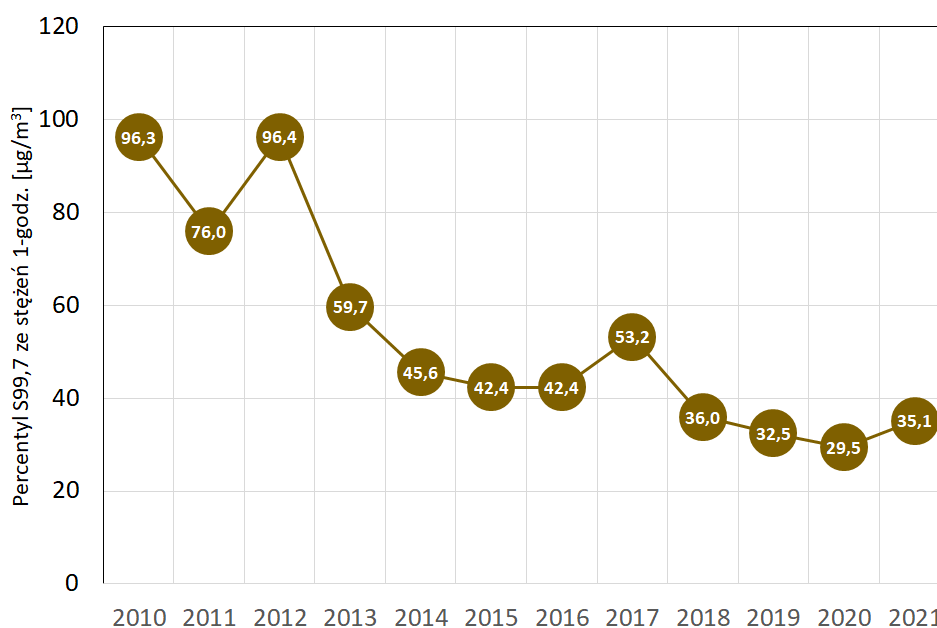
Rozkład przestrzenny percentyla 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. SO₂ na poszczególnych stacjach w roku 2021 wykazuje na większe zróżnicowanie stężeń niż w przypadku percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz., z wyraźnym zaznaczeniem obszarów południowej Polski oraz dużych miast i stacji zlokalizowanych 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 2021 r.

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

Zmiany wartości percentyla 99,7 w okresie 2010-2021 wykazywały identyczne zależności jak w przypadku percentyla 99,2 (Rys. 14-7). Amplituda percentyla 99,7 w okresie 2010-2021 była wyższa i wyniosła $66,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 2010-2021

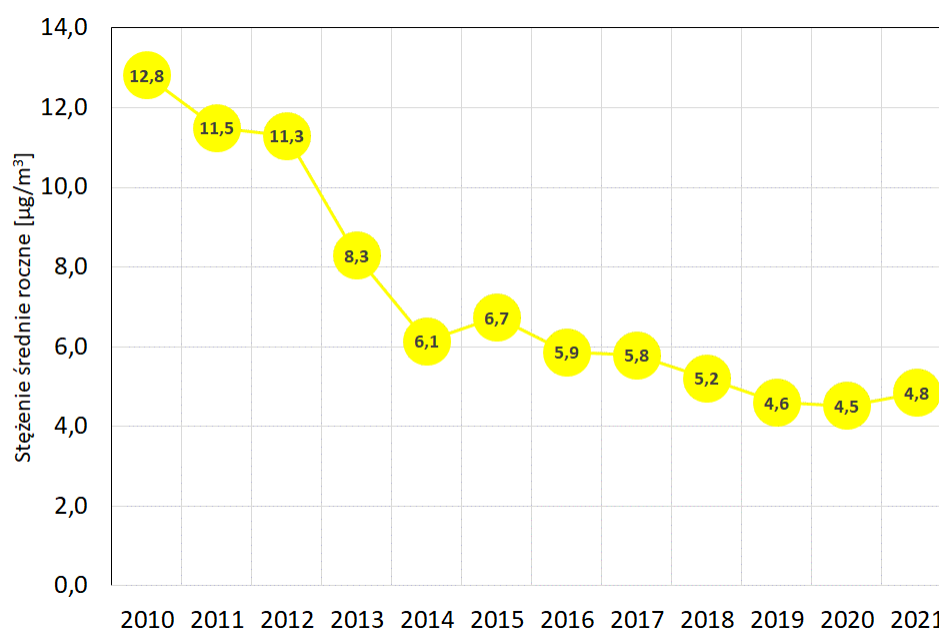
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 14-5. Zmiany percentyla 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. dwutlenku siarki SO₂ w latach 2010-2021 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
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
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
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
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

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



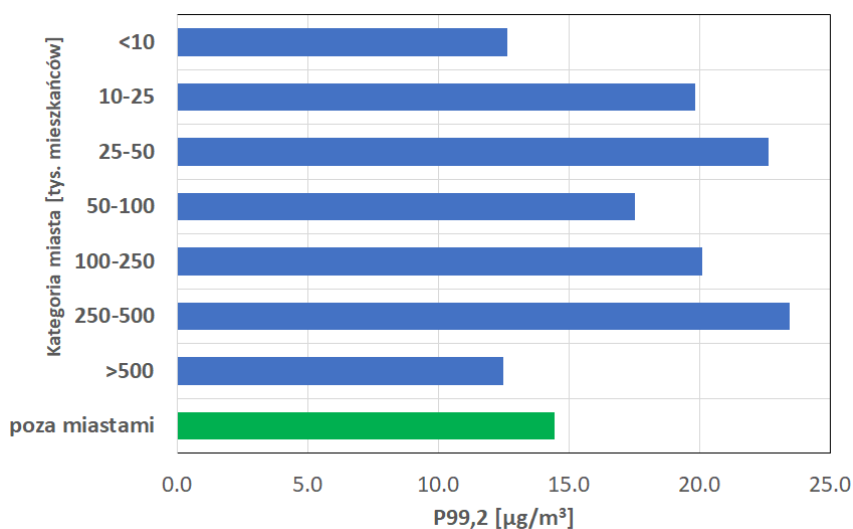
Rys. 14-8. Zmiany stężenie średniego rocznego dwutlenku siarki SO₂ w Polsce w okresie 2010-2021

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 2021 roku wykazała, że najwyższe wartości obserwuje się miastach o liczbie mieszkańców w granicach 250-500 tys. oraz 25-50 tys. Nieco niższe i niemal identyczne stężenia dotyczą miast w kategorii 10-25 tys. oraz 100-250 tys. oraz podobnych dla obszarów pozamiejskich i małych miast (poniżej 10 tys. mieszkańców). Zdecydowanie najniższe stężenia obserwowane były w dużych aglomeracjach z liczbą ludności powyżej 0,5 mln. (Rys. 14-9).

Średnie stężenia percentyla 99,2 ze stężeń 24-godz. dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2021 jak w przypadku stężeń uśrednionych dla 2021 roku, przy znacznie wyższych różnicach w latach 2010-2014 pomiędzy kategoriami miast z najwyższymi stężeniami (z liczbą mieszkańców 250-500 tys. oraz 25-50 tys.) w stosunku do pozostałych kategorii (Tab. 14-6).



Rys. 14-9. Percentyl 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. dwutlenku siarki SO_2 w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2021 r.

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

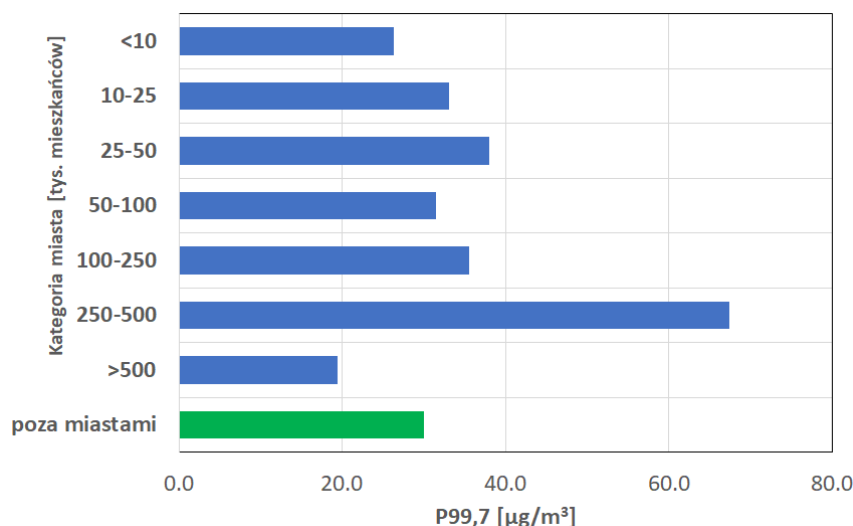
Tab. 14-6. Zmiany percentyla 99,2 ze stężeń średnich 24-godz. dwutlenku siarki SO_2 w latach 2010-2021 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

Kategoria miasta	Stężenie percentyla 99,2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
>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
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
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
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
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
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
<10			38,0	26,7	34,8	34,1	23,2	19,3	16,9	12,5	10,7	12,6
Obszar poza miastami	33,0	29,8	35,9	18,6	16,7	12,5	11,4	16,1	9,5	13,1	11,4	14,5

Odmienne wyniki i zależności uzyskano dla 2021 roku w przypadku percentyla 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. SO_2 , pomimo tego, że zdecydowanie najwyższe stężenie tego parametru uzyskano również dla dużych miast z liczbą mieszkańców w granicach 250-500 tys. i najniższych dla dużych miast powyżej 0,5 mln. Zmienność stężeń percentyla 99,7 pomiędzy pozostałymi kategoriami miast oraz obszarami pozamiejskimi była nieznaczna, przy podobnych stężeniach obserwowanych poza miastami i oraz miastami w granicach 50-100 tys. mieszkańców oraz 10-25 tys. (Rys. 14-10).

Podobne zależności zaobserwowano również w przypadku zmienności stężeń w okresie 2010-2021, przy wyraźnie zaznaczonym wzroście stężeń i tym samym różnic pomiędzy miastami o liczbie mieszkańców 250-500 tys. w latach 2020-2021 (Tab. 14-7).



Rys. 14-10. Percentyl 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. dwutlenku siarki SO_2 w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2021 r.

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

Tab. 14-7. Zmiany percentyla 99,7 ze stężeń średnich 1-godz. dwutlenku siarki (SO_2) w latach 2010-2021 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

Kategoria miasta	Stężenie percentyla 99,7 [µg/m³]											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
>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
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
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
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
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
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
<10			67,2	48,2	75,5	79,7	46,4	45,2	34,0	25,3	23,4	26,3
Obszar poza miastami	56,6	49,1	60,2	31,8	29,7	24,4	20,2	27,3	16,5	26,0	27,2	30,0

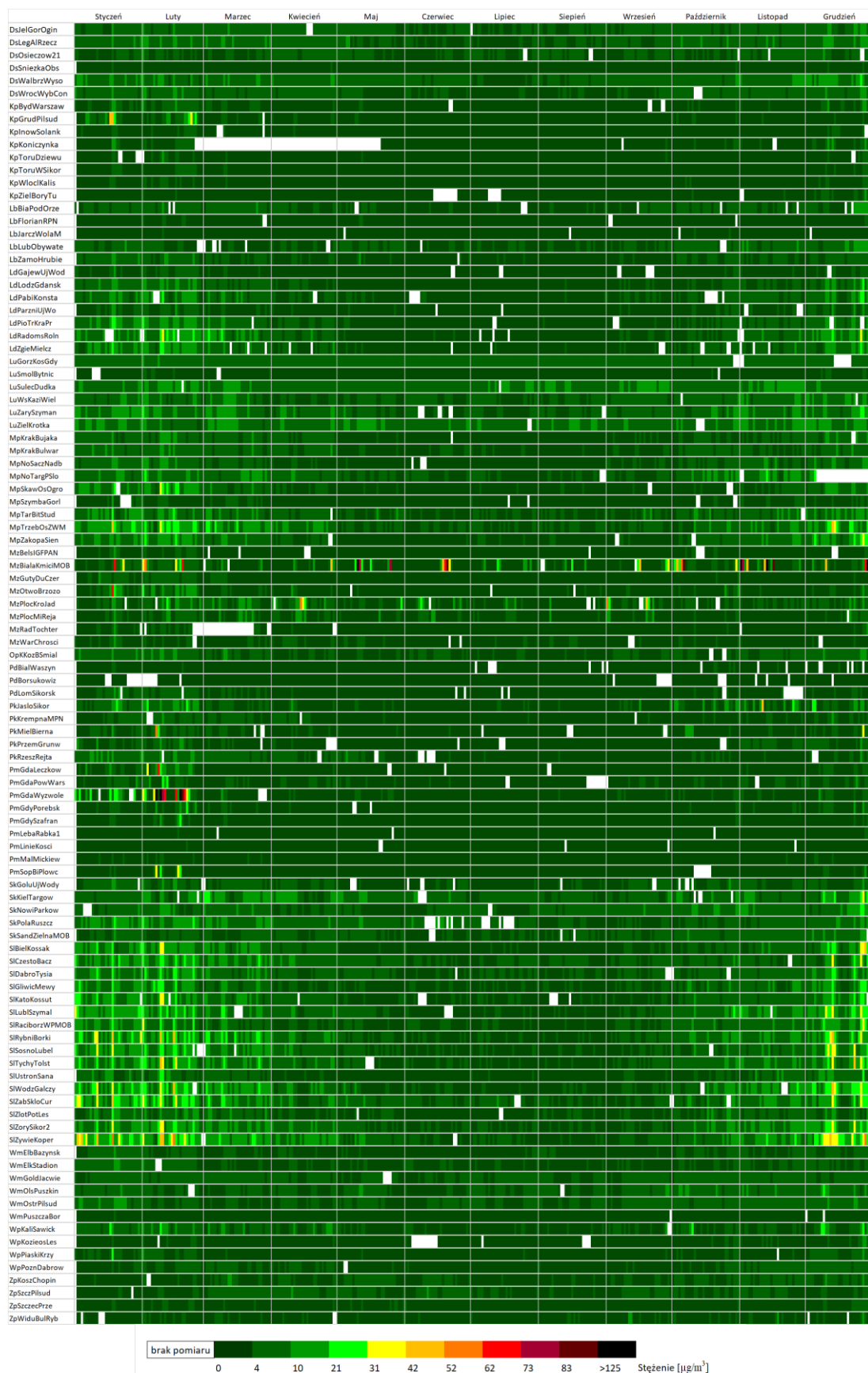
14.3. Epizody wysokich stężeń

Przeprowadzona analiza rozkładów stężeń średnich dobowych SO_2 wykazała, że w 2021 r. wystąpił jeden epizod wysokich stężeń (Rys 14-10). Przekroczenie o 200% średniego stężenia dobowego w skali kraju ($4,83 \mu\text{g}/\text{m}^3$) zanotowano w okresie 4 dni od 26 do 29 grudnia 2021 roku, kiedy to na 45 stacjach przekroczona została wartość uznana za próg wynosząca $9,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Zróżnicowanie przestrzenne uśrednionych wartości w ciągu tych 4 dni było znaczne, o czym świadczą wartości minimalne i maksymalne (Tab. 14-8, Rys. 14-11-12). Epizod zaznaczony był głównie w południowej części Polski.

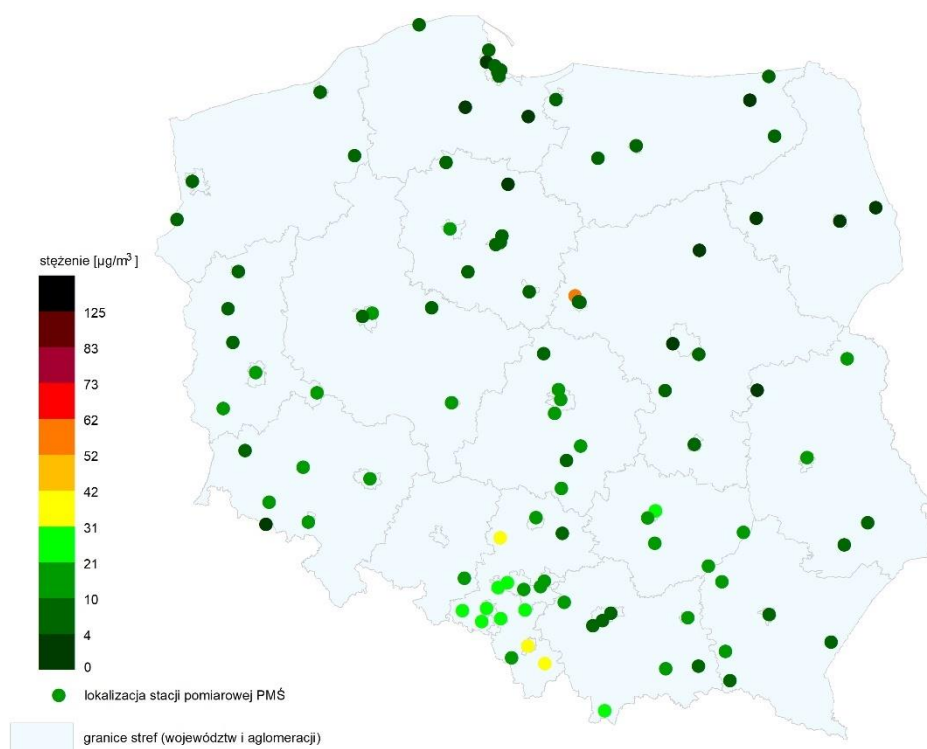
Tab. 14-8. Charakterystyka epizodu wysokich stężeń dwutlenku siarki SO_2 w 2021 roku

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

Epizod			Stężenie S24 podczas epizodu [µg/m³]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu ($9,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2021-12-26 do 2021-12-29	4	45	0,0	11,7	141,2



Rys. 14-11. Zmiany średnich dobowych stężeń dwutlenku siarki SO₂ w 2021 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 14-12. Stężenia średnie dwutlenku siarki SO_2 w okresie epizodu wysokich stężeń (26-29.12.2021)
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

15. Stężenia tlenu węgla CO

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

Tab. 15-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza tlenkiem węgla CO

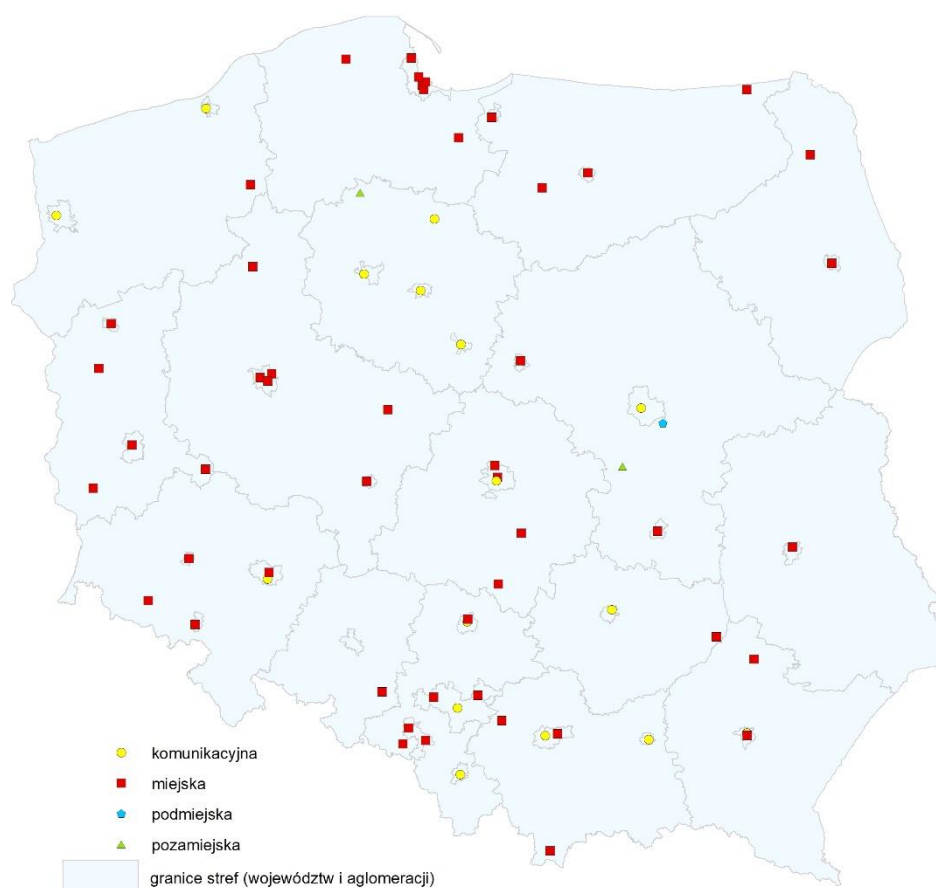
Kryterium	Okres uśredniania stężeń	Stężenie kryterialne [mg/m ³]	Wartość uwzględniona w ocenie [mg/m ³]*)	Parametr odpowiadający wartości normowanej
poziom dopuszczalny	8 godzin ¹⁾	10 ¹⁾	10,5	S8h(k)max

Objaśnienia

¹⁾ maksymalne stężenie 8-godz. w ciągu doby, stężenie 8-godz. obliczane jako średnia krocząca obliczana ze stężeń 1-godz.

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

Ocenę zanieczyszczenia powietrza ozonem w 2021 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 68 stanowisk pomiarowych, w tym 16 komunikacyjnych, 49 tła miejskiego, 1 podmiejskiej oraz 2 pozamiejskich (Rys. 15-1).



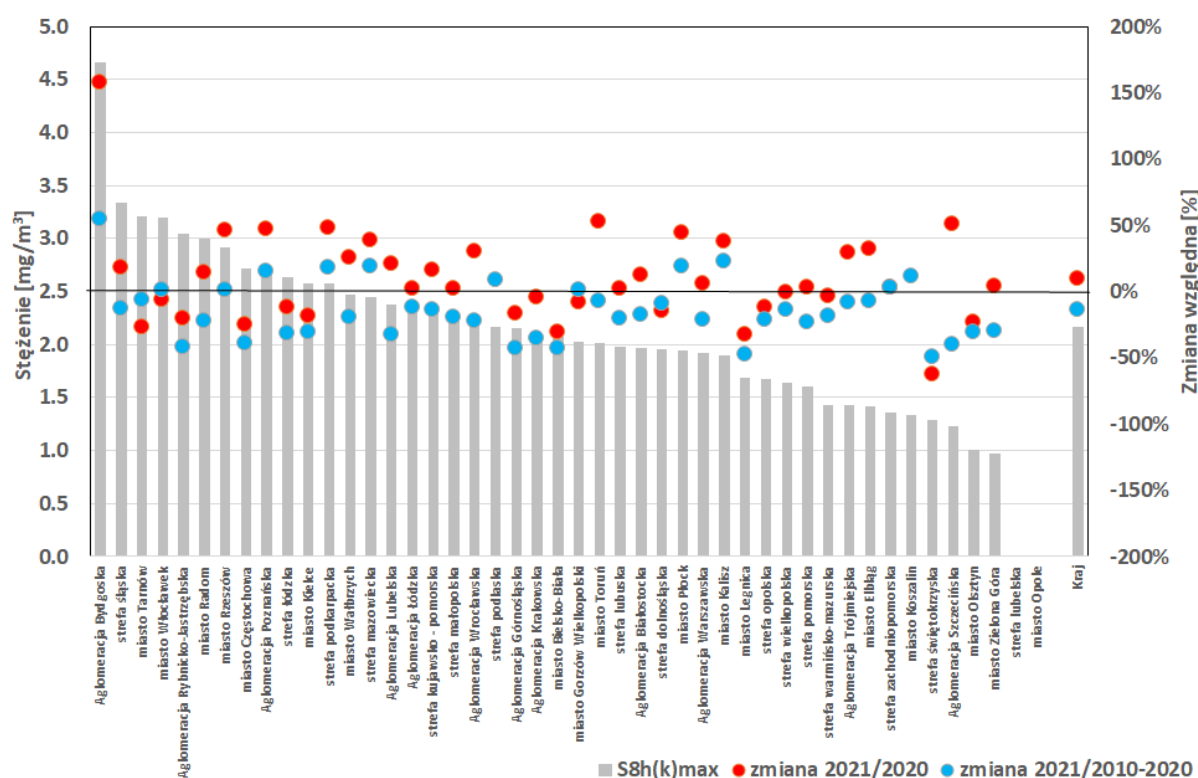
Rys. 15-1. Stacje pomiarowe tlenu węgla CO w 2021 r. uwzględnione w ocenie

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 2021 roku w zakresie stężeń odniesionych do poziomu dopuszczalnego w kraju oraz w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok i zmian w okresie 2010-2021. Uwzględniono również wyniki analizy trendów oraz relacje pomiędzy stężeniami obserwowanymi na różnych typach stacji.

Maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich krocących CO uśrednione na obszarze kraju z wartości średnich dla stref w 2021 r., wyniosło 2,16 mg/m³. Największe wartości średnie S8h(k)max przekraczające 4 mg/m³ w odnotowano w Aglomeracji Bydgoskiej, zaś najmniejszą, poniżej 1,0 mg/m³ w Zielonej Górze (Rys. 15-2, Tab. 15-2). W przypadku 25 stref na 44 analizowanych (w strefie lubelskiej i miasto Opole nie prowadzono pomiarów CO w 2021 roku) zanotowano wzrost stężenia S8h(k)max w latach 2020-2021, największy (ponad 150%) w Aglomeracji Bydgoskiej. Znaczące, ponad 50% wzrosty, wystąpiły również w Toruniu i Aglomeracji Szczecińskiej. W przypadku pozostałych 16 stref z wyjątkiem strefy wielkopolskiej gdzie stężenie w latach 2020-2021 różniło się mniej niż o 1%, maksymalne dobowe stężenia 8-godz. spośród średnich krocących spadły. Najbardziej widoczny spadek, ponad 60% zaobserwowano dla strefy świętokrzyskiej (Rys. 15-2 i Tab. 15-2).



Rys. 15-2. Maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich krocących tlenku węgla CO w 2021 r. na tle zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2020

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

Odnosząc wartości $S_{8h(k)max}$ z 2021 r. do średnich z okresu 2010-2020 można zauważyć spadek stężeń CO na obszarach większości stref (32 z 44 poddanych analizie) oraz wzrost w 9. Dla 3 stref (miast Rzeszowa, Włocławka i Gorzowa Wielkopolskiego) stężenia w roku 2021 różniły się od wartości średniej dla wielolecia o mniej niż 1%. Największy wzrost zaobserwowano w przypadku Aglomeracja Bydgoska (ponad 50%), zaś największy spadek (blisko 50%) w strefie świętokrzyskiej (Rys. 15-2 i Tab. 15-2).

Przekroczenie poziomu dopuszczalnego nie wystąpiło na żadnej stacji (Tab. 15-2).

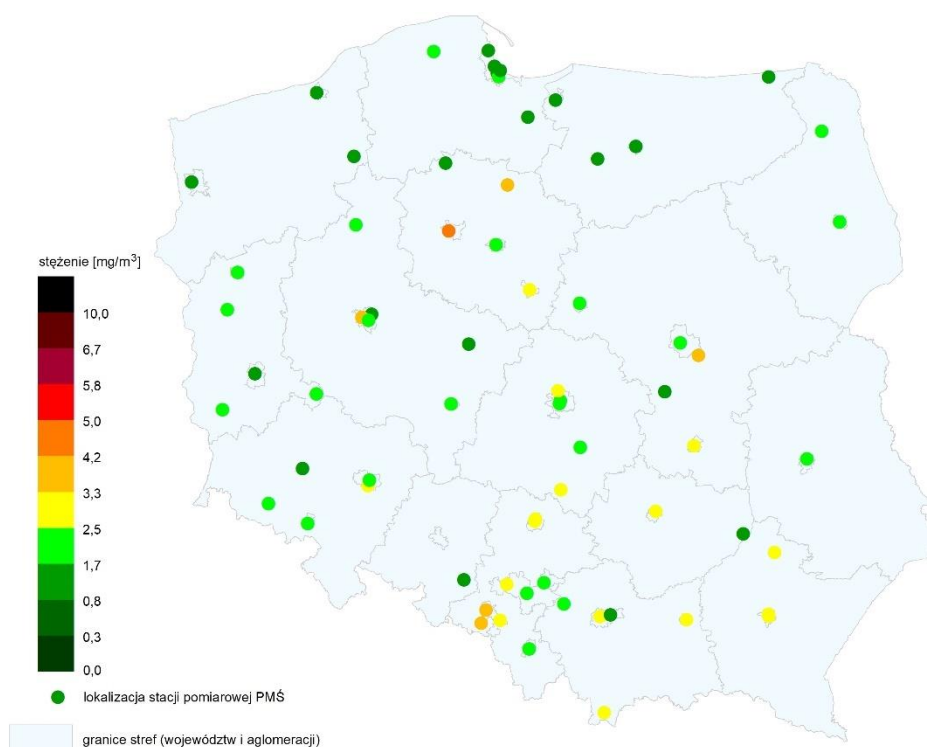
Tab. 15-2. Parametry jakości powietrza dla tlenku węgla CO w 2021 r. (maksymalne stężenie średnie dobowe ze średnich krocących S8h(k)max)

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

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie Sa [mg/m ³]			Zmiana względna S8h(k)max [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z S8h(k)max > 10 mg/m ³	Min.	Śred.	Maks.	2021/2020	2021/2010-2020
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	2		1,77	2,19	2,62	29,9%	-22,1%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		1,68	1,68	1,68	-32,9%	-48,1%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		2,48	2,48	2,48	24,8%	-19,8%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	1		1,96	1,96	1,96	-15,1%	-9,6%
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	1		4,66	4,66	4,66	157,6%	54,0%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		2,01	2,01	2,01	52,6%	-7,4%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		3,20	3,20	3,20	-6,5%	0,8%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	2		0,93	2,32	3,71	15,7%	-13,7%
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1		2,38	2,38	2,38	20,8%	-33,2%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	0						
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		2,02	2,02	2,02	-8,7%	0,5%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		0,98	0,98	0,98	3,5%	-30,1%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	3		1,81	1,98	2,26	1,5%	-20,9%
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	3		2,01	2,34	2,82	2,2%	-12,4%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	2		2,40	2,63	2,86	-12,1%	-32,2%
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	2		1,66	2,09	2,51	-4,8%	-36,0%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		3,21	3,21	3,21	-27,0%	-6,2%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	2		1,80	2,22	2,65	1,9%	-19,6%
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	1		1,93	1,93	1,93	5,4%	-21,3%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	1		1,94	1,94	1,94	43,6%	19,0%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		3,00	3,00	3,00	13,8%	-22,1%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	2		1,17	2,44	3,71	38,9%	18,4%
opolskie	PL1601	miasto Opole	0						
opolskie	PL1602	strefa opolska	1		1,68	1,68	1,68	-12,4%	-21,2%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	2		2,68	2,92	3,16	46,1%	0,9%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	1		2,57	2,57	2,57	48,0%	17,9%
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1		1,97	1,97	1,97	12,2%	-18,2%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1		2,17	2,17	2,17		8,8%
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	5		1,11	1,42	2,08	28,8%	-8,3%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	2		1,21	1,60	1,99	3,0%	-23,5%
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	3		1,70	2,15	2,91	-17,2%	-42,7%
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2		2,68	3,04	3,40	-20,9%	-42,5%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		2,07	2,07	2,07	-31,3%	-43,4%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	2		2,65	2,72	2,80	-25,1%	-39,0%

Województwo	Kod strefy	Nazwa strefy	Liczba stacji [-]		Stężenie S_a [mg/m ³]			Zmiana względna $S_{8h(k)max}$ [%]	
			uwzględnionych w ocenie	z $S_{8h(k)max} > 10 \text{ mg/m}^3$	Min.	Śred.	Maks.	2021/2020	2021/2010-2020
śląskie	PL2405	strefa śląska	1		3,34	3,34	3,34	17,5%	-13,0%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	1		2,57	2,57	2,57	-18,4%	-31,3%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1		1,29	1,29	1,29	-62,5%	-49,5%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		1,01	1,01	1,01	-23,7%	-31,3%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		1,41	1,41	1,41	32,0%	-7,4%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	2		1,43	1,43	1,43	-4,2%	-18,3%
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	2		2,12	2,72	3,32	46,7%	14,7%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		1,90	1,90	1,90	37,1%	22,2%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	3		1,30	1,64	2,18	-0,9%	-14,1%
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	1		1,23	1,23	1,23	50,3%	-40,5%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		1,33	1,33	1,33		10,8%
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		1,35	1,35	1,35	2,6%	2,6%
Kraj			68	0	0,93	2,16	4,66	9,8%	-14,3%

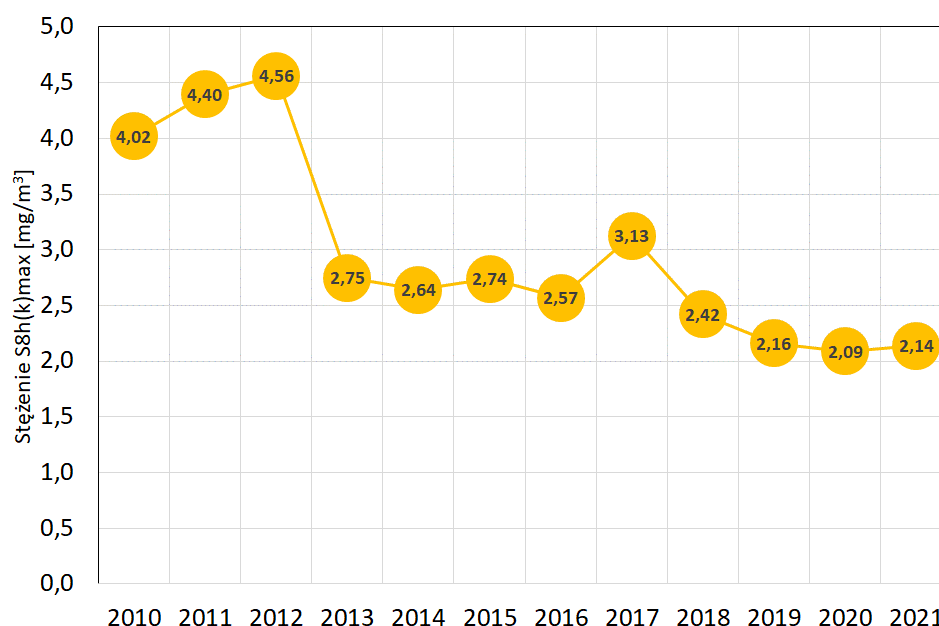
Rozkład przestrzenny maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących CO na poszczególnych stacjach w roku 2021 wykazuje na niskie i umiarkowane stężenia na całym obszarze kraju z wyraźnym zaznaczeniem miast (Rys. 15-2 i 15-3).



Rys. 15-3. Maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich kroczących tlenku węgla CO na stacjach pomiarowych w 2021 r.

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

Przeprowadzona analiza zmian stężeń maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących CO w okresie 2010-2021 wykazywały 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 kroczących w okresie 2010-2021 wyniosła 2,5 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 2010-2021

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

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 w roku 2021) 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 2010-2021 (Tab. 15-3).

Tab. 15-3. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących tlenku węgla CO w latach 2010-2021 z uwzględnieniem typów stacji

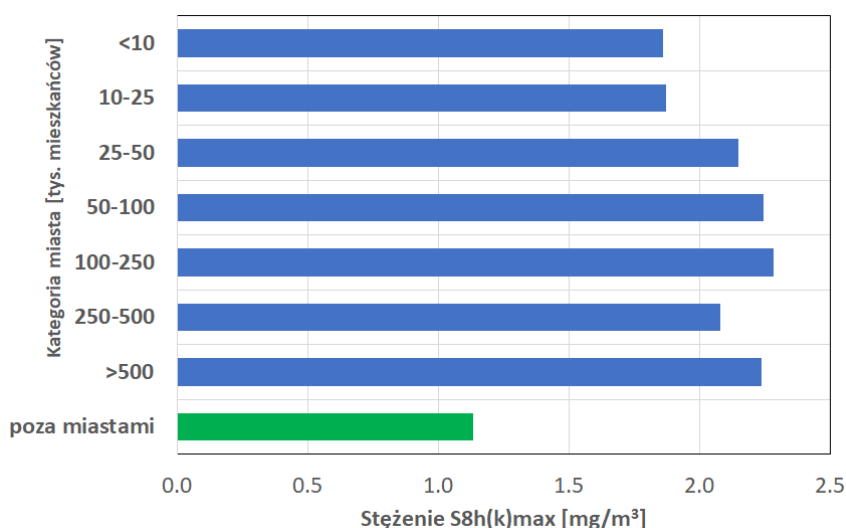
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

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

15.2. Jakość powietrza w miastach

Przeprowadzona analiza różnic uśrednionych maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących CO dla miast w poszczególnych kategoriach liczebności populacji w 2021 roku wykazała, że najwyższe wartości obserwuje się w miastach o liczbie mieszkańców poniżej od 50 do 250 tys. oraz w dużych miastach powyżej 0,5 mln mieszkańców. Różnice pomiędzy małymi miastami (do 25 tys. mieszkańców) oraz miastami w przedziale 250-500 tys. są nieznaczne. Najniższe wartości odnotowuje się na terenach pozamiejskich (Rys. 15-5).

Średnie stężenia S8h(k)max dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały podobną zmienność w okresie 2010-2021 przy zauważalnym wzroście stężeń na obszarach małych miast (poniżej 10 tys. mieszkańców) od 2017 roku (Tab. 15-4).



Rys. 15-5. Maksymalne dobowe stężenie 8-godz. spośród średnich kroczących tlenu węgla CO w miastach w danej kategorii liczby mieszkańców oraz na obszarach pozamiejskich w 2021 r.

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

Tab. 15-4. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących tlenu węgla CO w latach 2010-2021 z uwzględnieniem kategorii miast oraz obszarów pozamiejskich

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

Kategoria miasta	Stężenie SS8h(k)max [mg/m³]											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
>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
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
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
50-100			3,06	3,07	2,56	2,69	2,71	3,46	2,38	2,25	2,43	2,25
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
10-25					2,48	2,62	2,80	2,61	2,24	1,89	2,08	1,87
<10			3,49	2,11	1,93	1,95	1,55	2,84	1,76	1,24	1,48	1,86
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

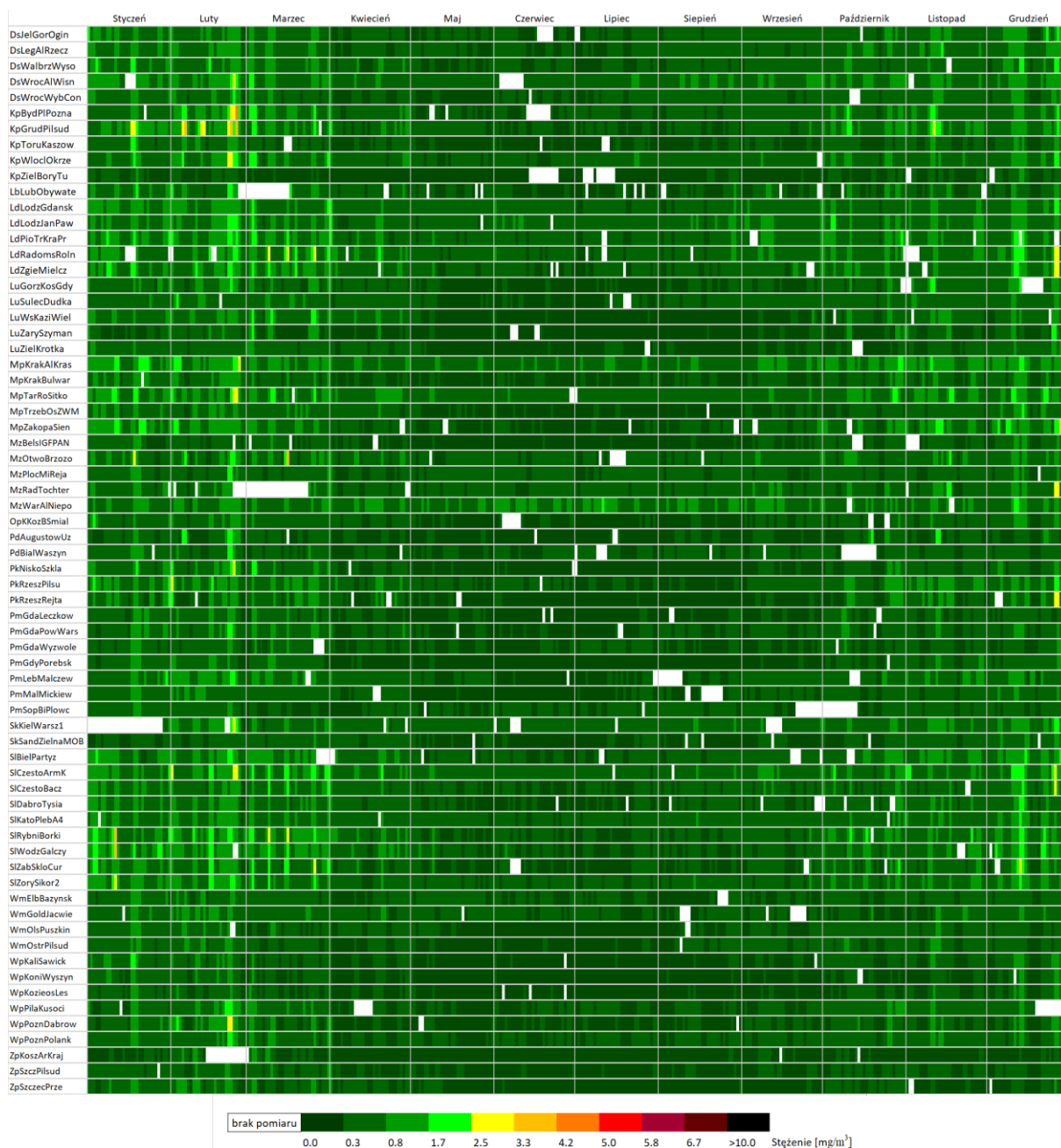
15.3. Epizody wysokich stężeń

Przeprowadzona analiza rozkładów maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących CO wykazała, że w 2021 r. wystąpił jeden epizod wysokich, gdy obserwowane były przekroczenia 200% stężenia średniego dobowego (0,54 mg/m³) obliczonego ze średnich S8h(k)max ze wszystkich stacji (Rys 15-6). Sytuacja taka wystąpiła w okresie od 22 do 25 lutego 2021 roku, kiedy to na 40 stacjach przekroczona została wartość uznana za próg wynosząca 1,08 mg/m³. Zróżnicowanie uśrednionych wartości w ciągu tych 4 dni maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących było znaczne, o czym świadczą wartości minimalne i maksymalne (Tab. 15-5, Rys. 15-7). Epizod widoczny był w szczególności w wielu miastach Polski.

Tab. 15-5. Charakterystyka epizodu wysokich stężeń tlenu węgla CO w 2021 roku

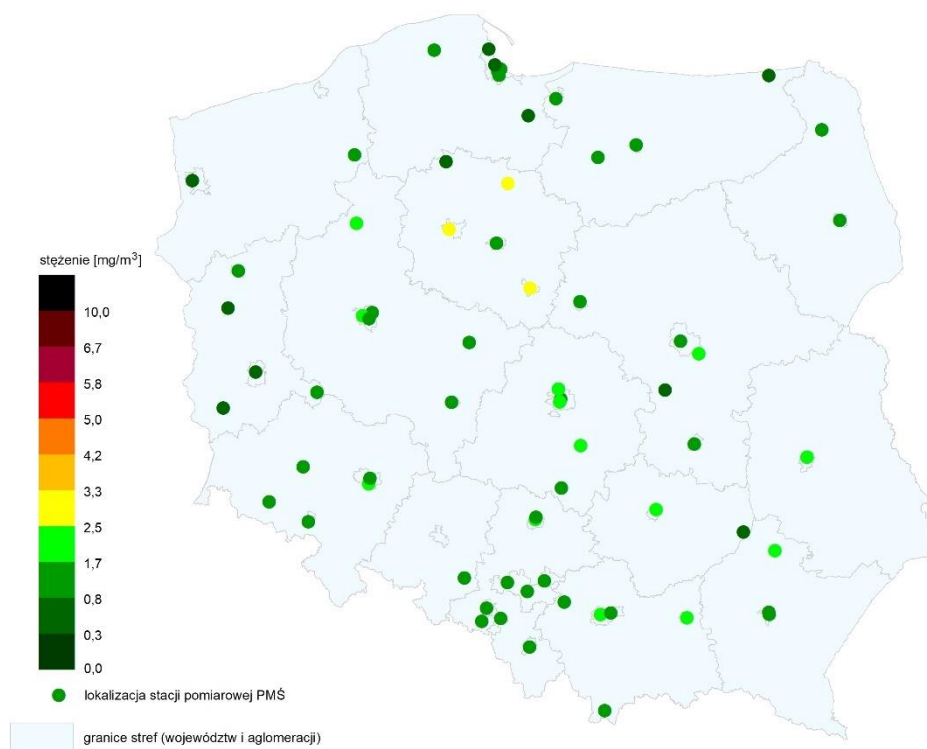
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Epizod			Stężenie S8h(k)maks podczas epizodu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu ($1,08 \text{ mg}/\text{m}^3$) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2021-02-22 do 2021-02-25	4	40	0,34	1,34	4,66



Rys. 15-6. Zmiany maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących tlenu węgla CO w 2021 r.

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



Rys. 15-7. Stężenia średnie z maksymalnych dobowych stężeń 8-godz. spośród średnich kroczących tlenku węgla CO w okresie epizodu wysokich stężeń (22-25.02.2021)
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

16. Stężenia benzenu C₆H₆

W niniejszym rozdziale przedstawiono podsumowanie wyników pomiarów benzenu C₆H₆ na stacjach PMŚ w Polsce w 2021 roku z uwzględnieniem zmian w okresie 2010-2021. Ocenę wykonano z odniesieniem do określonych prawnie kryteriów ustanowionych w celu ochrony zdrowia, podanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2021 r. poz. 845).

Tab. 16-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza C₆H₆

Kryterium	Okres uśredniania stężenia	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

¹⁾ dopuszcza się przekroczenie tego poziomu 19 razy w roku

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

Ocenę zanieczyszczenia powietrza benzenu C₆H₆ w 2021 roku wykonano na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 69 stanowisk pomiarowych, w tym 11 komunikacyjnych, 51 tła miejskiego, 5 podmiejskich i 2 pozamiejskich (Rys. 16-1).



Rys. 16-1. Stacje pomiarowe benzenu C₆H₆ w 2021 r. uwzględnione w ocenie

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

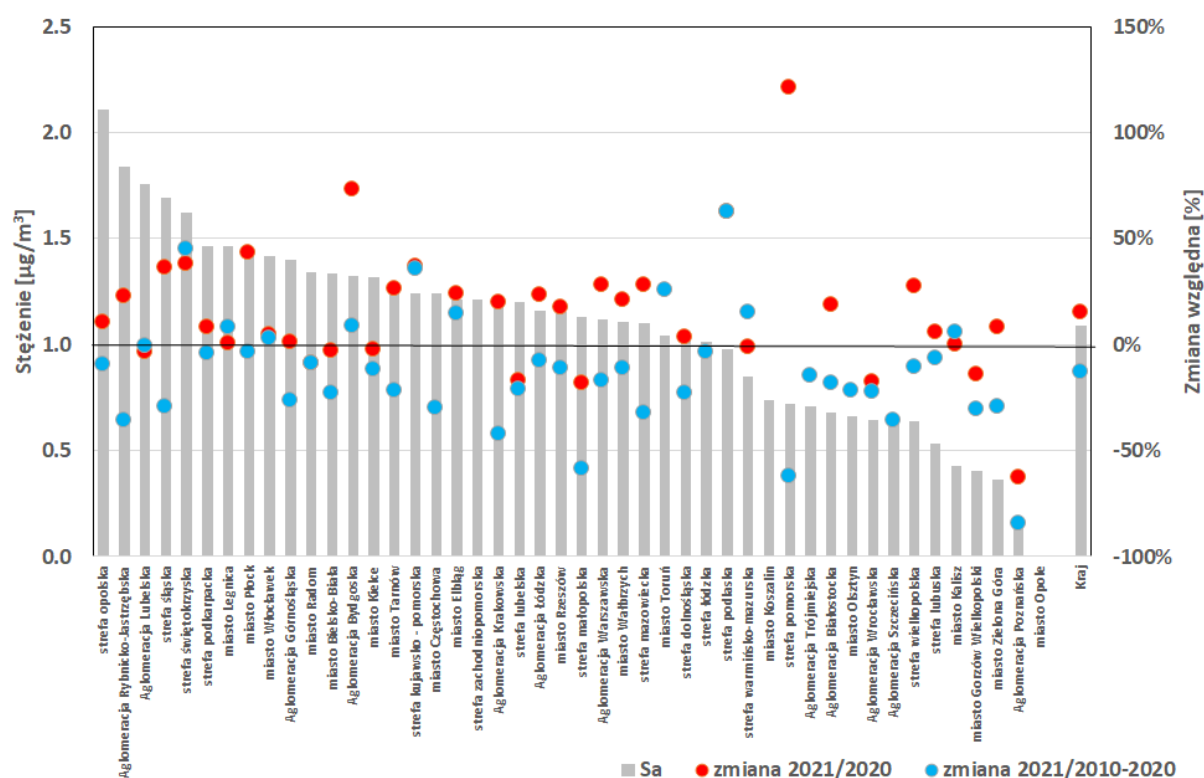
16.1. Ocena jakości powietrza w skali kraju

W poniższym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dla benzeno C_6H_6 w roku 2021 w zakresie stężeń odniesionych do rocznego poziomu dopuszczalnego w kraju i w poszczególnych strefach z uwzględnieniem zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2021, w tym z analizą trendów zmian. Przedstawiono również relacje pomiędzy stężeniami na różnych typach stacji.

Stężenie średnie roczne C_6H_6 uśrednione na obszarze kraju z wartości średnich dla stref w 2021 roku, wyniosło w 2021 r. $16,7 \mu g/m^3$. Największe wartości S_a przekraczające $2 \mu g/m^3$ odnotowano w strefie opolskiej, zaś najmniejszą (poniżej $0,2 \mu g/m^3$) w Aglomeracji Poznańskiej (Rys. 16-2, Tab. 16-2). W 10 strefach na 37 analizowanych (w strefie miasto Opole nie prowadzono pomiarów C_6H_6 w 2021 roku, zaś w 8 nie było wyników pomiarów w 2020 roku) zanotowano spadek stężeń S_a , największy w Aglomeracji Poznańskiej (ponad 30%). W 3 strefach stężenia S_a praktycznie się nie zmieniły z roku na rok (Aglomeracja Górnośląska oraz miasto Legnica i Kalisz), zaś w pozostałych 24 strefach stężenia wzrosły, najbardziej zauważalnie (powyżej 120%) w strefie pomorskiej (Tab. 16-2).

Odnosząc wartości stężeń średnich rocznych benzeno z 2021 r. do średnich z okresu 2010- 2020 zauważalny jest spadek stężeń na obszarach 12 z 43 analizowanych stref (w strefie miasto Opole nie prowadzono pomiarów C_6H_6 w 2021 roku., zaś dla stref zachodniopomorskiej i miasta Koszalin nie pomiary nie były prowadzone przed rokiem 2021), największy w Aglomeracji Poznańskiej (ponad 80%). Wzrost stężeń w roku 2021 w stosunku do okresu 2010-2020 wystąpił dla 10 stref, największy (ponad 60%) dla strefy podlaskiej (Rys. 16-2 i Tab. 16-2).

Przekroczenie poziomu dopuszczalnego dla stężeń średnich rocznych nie wystąpiło na żadnej stacji w 2021 roku (Tab. 16-2).



Rys. 16-2. Stężenie średnie roczne C_6H_6 w 2021 r. na tle zmian z roku na rok oraz w okresie 2010-2020
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

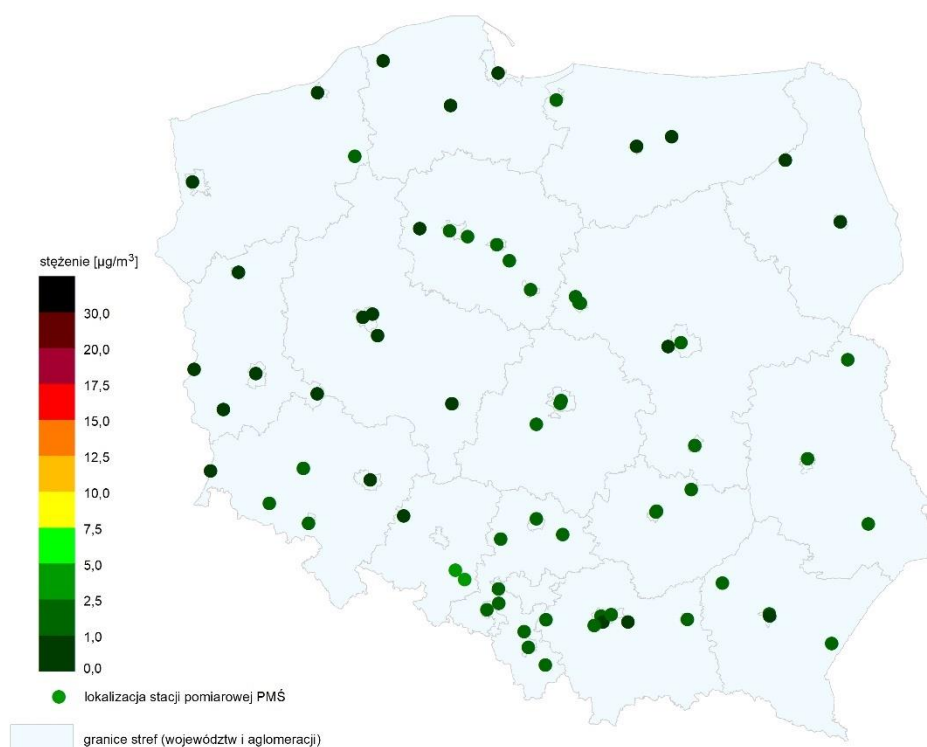
Tab. 16-2. Parametry jakości powietrza dla benzenu C₆H₆ w 2021 r. (Stężenie średnie roczne Sa)

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.	2021/2020	2021/2010-2020
dolnośląskie	PL0201	Aglomeracja Wrocławska	1		0,6	0,6	0,6	-17,8%	-22,4%
dolnośląskie	PL0202	miasto Legnica	1		1,5	1,5	1,5	0,1%	8,1%
dolnośląskie	PL0203	miasto Wałbrzych	1		1,1	1,1	1,1	20,7%	-11,2%
dolnośląskie	PL0204	strefa dolnośląska	2		1,0	1,0	1,1	3,1%	-23,0%
kujawsko-pomorskie	PL0401	Aglomeracja Bydgoska	1		1,3	1,3	1,3	72,8%	8,6%
kujawsko-pomorskie	PL0402	miasto Toruń	1		1,0	1,0	1,0		25,9%
kujawsko-pomorskie	PL0403	miasto Włocławek	1		1,4	1,4	1,4	4,8%	2,6%
kujawsko-pomorskie	PL0404	strefa kujawsko - pomorska	3		1,0	1,2	1,4	36,6%	35,5%
lubelskie	PL0601	Aglomeracja Lubelska	1		1,8	1,8	1,8	-3,5%	-0,6%
lubelskie	PL0602	strefa lubelska	2		1,2	1,2	1,2	-17,1%	-21,5%
lubuskie	PL0801	miasto Gorzów Wielkopolski	1		0,4	0,4	0,4	-14,1%	-30,9%
lubuskie	PL0802	miasto Zielona Góra	1		0,4	0,4	0,4	7,9%	-29,2%
lubuskie	PL0803	strefa lubuska	3		0,3	0,5	0,9	5,5%	-6,9%
łódzkie	PL1001	Aglomeracja Łódzka	2		1,0	1,2	1,3	23,0%	-8,1%
łódzkie	PL1002	strefa łódzka	1		1,0	1,0	1,0		-3,5%
małopolskie	PL1201	Aglomeracja Krakowska	3		0,6	1,2	1,5	19,9%	-42,2%
małopolskie	PL1202	miasto Tarnów	1		1,3	1,3	1,3	26,2%	-21,7%
małopolskie	PL1203	strefa małopolska	3		0,7	1,1	1,5	-18,2%	-59,0%
mazowieckie	PL1401	Aglomeracja Warszawska	1		1,1	1,1	1,1	27,8%	-17,3%
mazowieckie	PL1402	miasto Płock	2		1,4	1,5	1,5	43,1%	-3,8%
mazowieckie	PL1403	miasto Radom	1		1,3	1,3	1,3	-8,8%	-8,7%
mazowieckie	PL1404	strefa mazowiecka	2		0,8	1,1	1,4	27,8%	-32,7%
opolskie	PL1601	miasto Opole							
opolskie	PL1602	strefa opolska	3		0,8	2,1	2,9	10,3%	-9,8%
podkarpackie	PL1801	miasto Rzeszów	2		0,9	1,2	1,4	17,4%	-11,4%
podkarpackie	PL1802	strefa podkarpacka	2		1,3	1,5	1,6	8,1%	-4,0%
podlaskie	PL2001	Aglomeracja Białostocka	1		0,7	0,7	0,7	18,8%	-18,6%
podlaskie	PL2002	strefa podlaska	1		1,0	1,0	1,0	62,4%	62,4%
pomorskie	PL2201	Aglomeracja Trójmiejska	1		0,7	0,7	0,7		-14,8%
pomorskie	PL2202	strefa pomorska	2		0,5	0,7	0,9	121,1%	-62,4%
śląskie	PL2401	Aglomeracja Górnośląska	1		1,4	1,4	1,4	0,7%	-26,3%
śląskie	PL2402	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		1,8	1,8	1,8	22,6%	-35,8%
śląskie	PL2403	miasto Bielsko-Biała	1		1,3	1,3	1,3	-3,1%	-23,1%
śląskie	PL2404	miasto Częstochowa	1		1,2	1,2	1,2		-29,8%

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.	2021/2020	2021/2010-2020
śląskie	PL2405	strefa śląska	5		1,1	1,7	2,3	36,3%	-29,5%
świętokrzyskie	PL2601	miasto Kielce	2		1,2	1,3	1,4	-2,3%	-11,9%
świętokrzyskie	PL2602	strefa świętokrzyska	1		1,6	1,6	1,6	38,2%	45,0%
warmińsko-mazurskie	PL2801	miasto Olsztyn	1		0,7	0,7	0,7		-22,0%
warmińsko-mazurskie	PL2802	miasto Elbląg	1		1,2	1,2	1,2	23,8%	14,4%
warmińsko-mazurskie	PL2803	strefa warmińsko-mazurska	1		0,9	0,9	0,9	-1,5%	14,9%
wielkopolskie	PL3001	Aglomeracja Poznańska	1		0,1	0,1	0,1	-63,0%	-84,7%
wielkopolskie	PL3002	miasto Kalisz	1		0,4	0,4	0,4	0,0%	5,6%
wielkopolskie	PL3003	strefa wielkopolska	2		0,6	0,6	0,7	27,3%	-10,9%
zachodniopomorskie	PL3201	Aglomeracja Szczecińska	1		0,6	0,6	0,6		-35,7%
zachodniopomorskie	PL3202	miasto Koszalin	1		0,7	0,7	0,7		
zachodniopomorskie	PL3203	strefa zachodniopomorska	1		1,2	1,2	1,2		
Kraj			69	0	0,14	1,09	2,93	15,0%	-12,8%

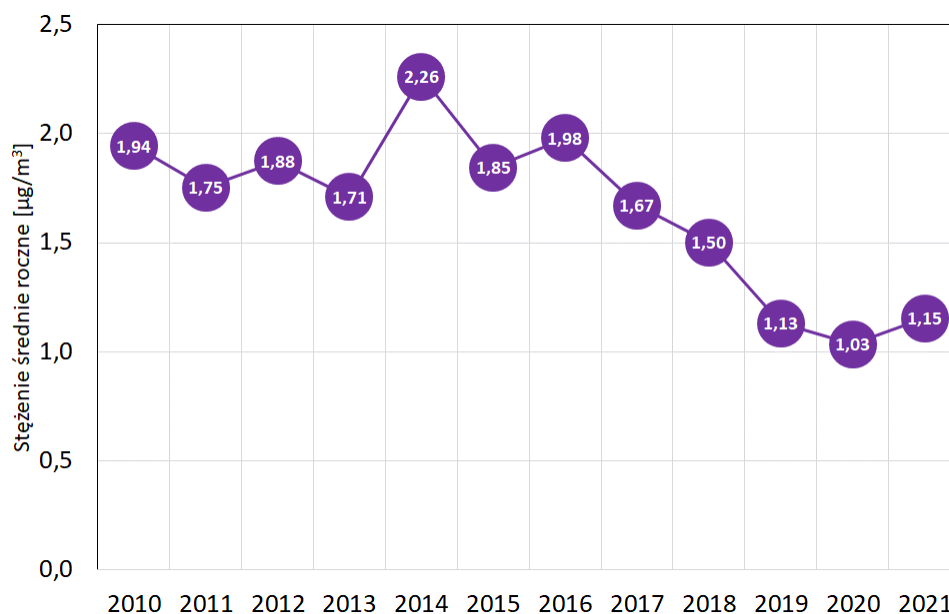
Rozkład przestrzenny stężeń średnich rocznych C_6H_6 na poszczególnych stacjach pomiarowych w roku 2021 nie wykazuje znaczący różnic w kraju z wyjątkiem nieco wyraźniej zaznaczonego obszaru przemysłowego strefy opolskiej (Rys. 16-2 i 13-4).



Rys. 16-3. Stężenia średnie roczne na stacjach pomiarowych benzenu C_6H_6 w 2021 r.

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

Analiza zmian stężeń średnich rocznych C_6H_6 w okresie 2010-2021 wskazuje na zauważalną tendencję spadkową od roku 2014, kiedy to obserwowano najwyższą wartość w omawianym okresie (Rys. 16-4). Amplituda stężeń średnic rocznych w rozważanym okresie 2010-2021 wyniosła $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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. Od tego roku do chwili obecnej liczba stacji oscyluje od 50 do 69 w roku 2021. Niewielka 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 2010-2021
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

W 2021 roku różnice pomiędzy stężeniami średnimi rocznymi benzenu na stacjach zlokalizowanych na terenach zurbanizowanych (na stacjach komunikacyjnych, miejskich i podmiejskich) w praktyce się nie różniły. Najniższe stężenie obserwowano na obszarach pozamiejskich. Stężenie średnie roczne na stacjach komunikacyjnych, miejskich i podmiejskich są zbliżone, co szczególnie zauważalne jest w ostatnich latach. Przed rokiem 2018 wyższe stężenie obserwowano na stacjach miejskich przy wyraźnie najniższych na stacjach pozamiejskich (Tab. 16-4).

Tab. 16-3. Zmiany stężeń średnich rocznych benzenu C_6H_6 w latach 2010-2021 z uwzględnieniem typów stacji

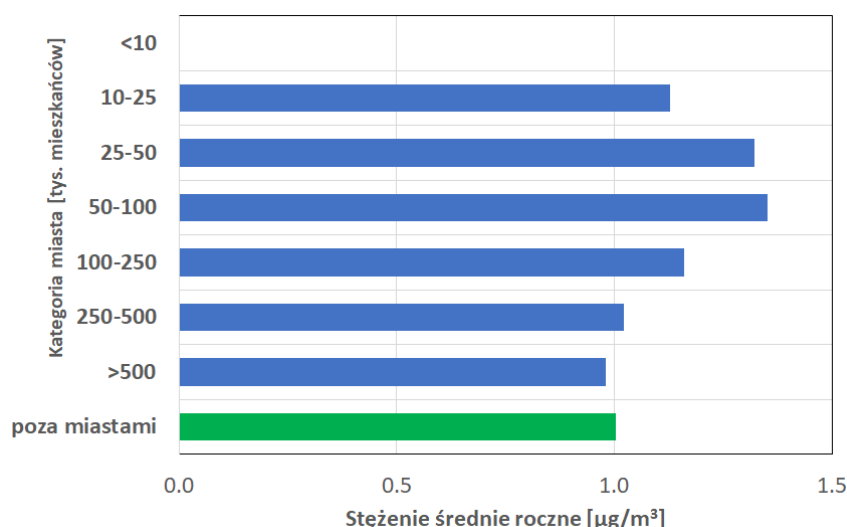
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Stężenie S_a [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
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
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
podmiejska					1,36	0,79	1,45	1,01		1,00	1,12	1,18
pozamiejska				1,12	1,69	1,35	1,17	1,10	1,03	0,89	0,74	0,87

16.2. Jakość powietrza w miastach

Przeprowadzona analiza różnic uśrednionych stężeń średnich rocznych C_6H_6 dla miast w poszczególnych kategoriach liczebności populacji w 2021 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 oraz na obszarach pozamiejskich. W małych miastach (poniżej 10 tys. mieszkańców) pomiary benzenu w 2021 roku nie były prowadzone (Rys. 16-5).

Średnie stężenia roczne dla miast w poszczególnych kategoriach wykazywały dużą zmienność w okresie 2010-2021 w porównaniu do 2021 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 2021 r.

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

Tab. 16-4. Zmiany stężeń średnich rocznych benzenu C₆H₆ w latach 2010-2021 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
>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
250-500				1,62	1,56	1,23	1,50	1,25	1,19	0,84	1,05	1,02
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
50-100			1,94	2,61	2,04	2,08	2,32	1,56	1,43	1,20	1,29	1,35
25-50				2,03	2,60	2,33	2,28	2,03	1,86	1,64	1,15	1,32
10-25				1,19	2,47	2,07	3,31	1,99	1,80	1,03	0,90	1,13
<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

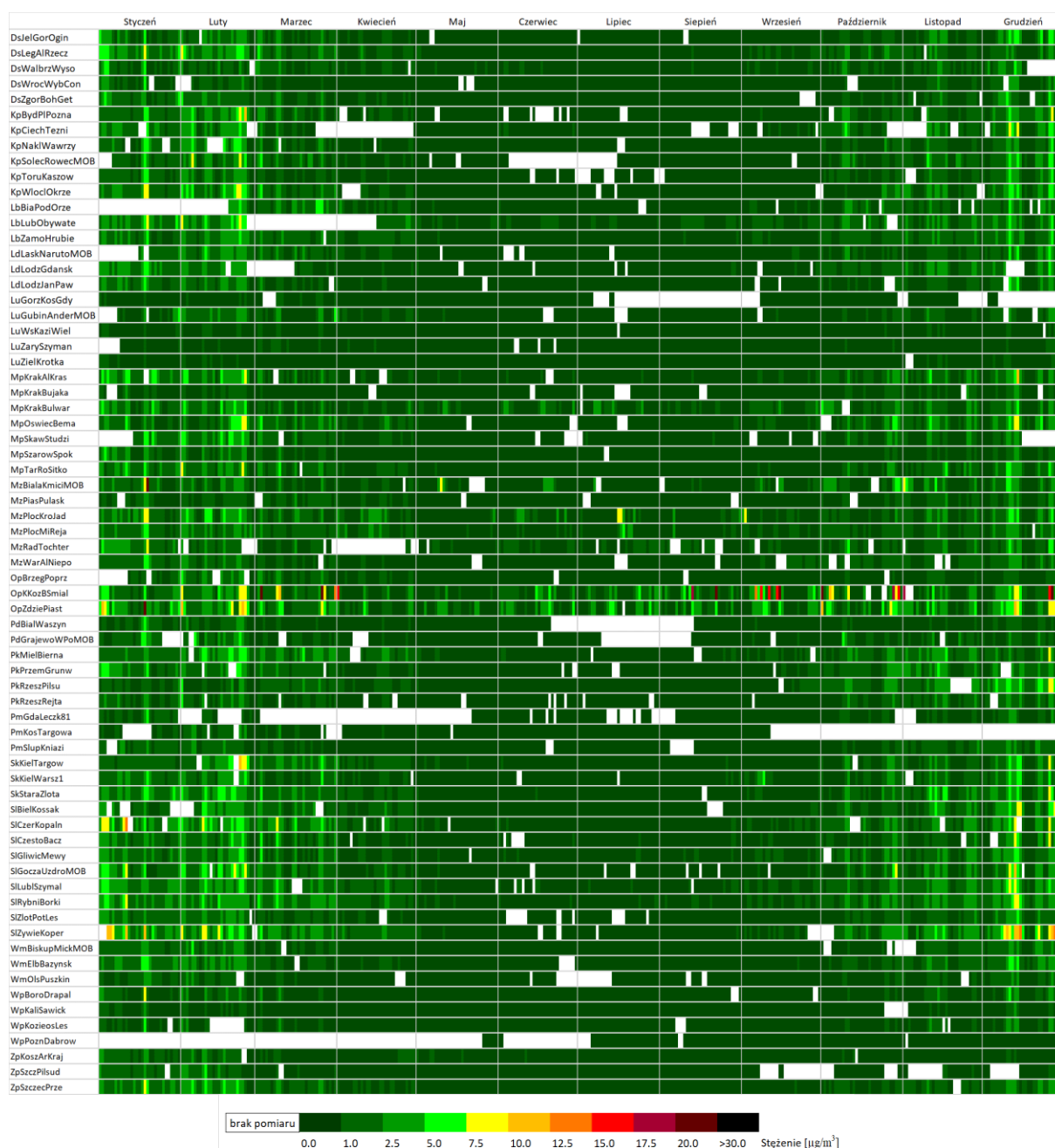
16.3. Epizody wysokich stężeń

Przeprowadzona analiza rozkładów stężeń średnich dobowych C₆H₆ wykazała, że w 2021 r. wystąpiło aż 6 epizodów wysokich stężeń (Rys 16-6). Przekroczenie o 200% średniego stężenia dobowego w skali kraju (1,17 µg/m³) zanotowano 6rotnie w okresach od 3 do 11 dni, kiedy to przekroczona została wartość uznana za próg wynosząca 2,35 µg/m³. Zróżnicowanie przestrzenne uśrednionych wartości w ciągu epizodów było znaczne, o czym świadczą wartości minimalne i maksymalne (Tab. 16-5, Rys. od 16-7 do 16.11).

Tab. 16-5. Charakterystyka epizodów wysokich stężeń benzenu C_6H_6 w 2021 roku

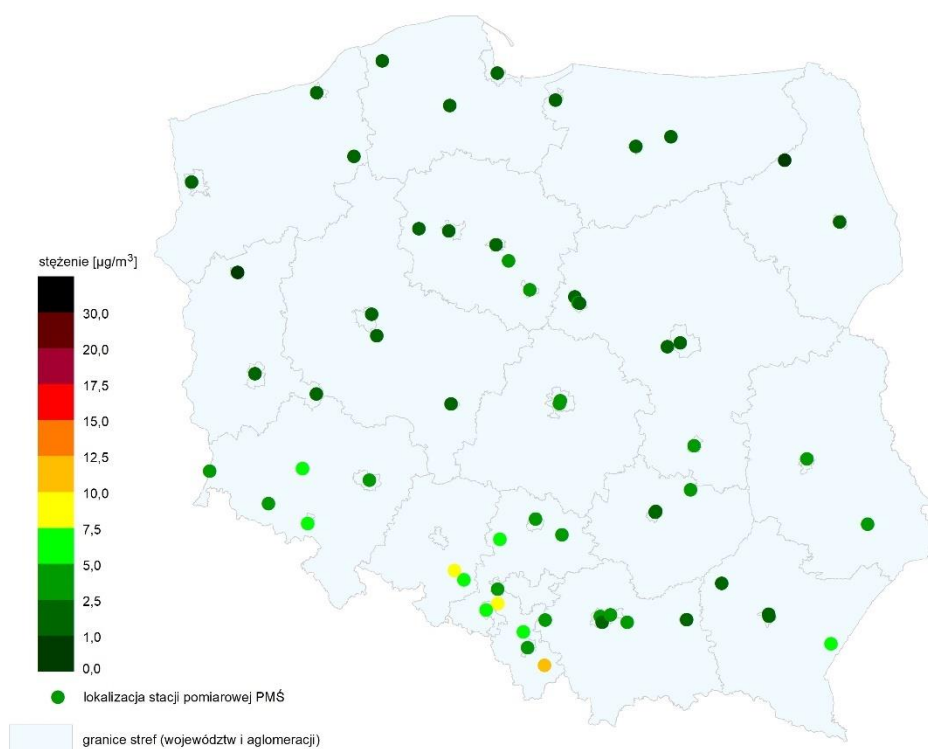
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Epizod			Stężenie S24 podczas epizodu [$\mu g/m^3$]			
Nr.	Okres	Liczba dni [-]	Liczba stacji przekraczających próg epizodu ($2,35 \mu g/m^3$) [-]	Min.	Śred.	Maks.
1	od 2021-01-02 do 2021-01-04	3	33	0,59	3,10	11,79
2	od 2021-01-17 do 2021-01-19	3	50	0,16	3,79	21,15
3	od 2021-01-31 do 2021-02-03	4	44	0,25	2,93	10,99
4	od 2021-02-15 do 2021-02-25	11	44	0,19	3,06	12,10
5	od 2021-12-10 do 2021-12-15	6	50	0,11	3,64	13,09
6	od 2021-12-26 do 2021-12-30	5	49	0,13	3,44	24,88

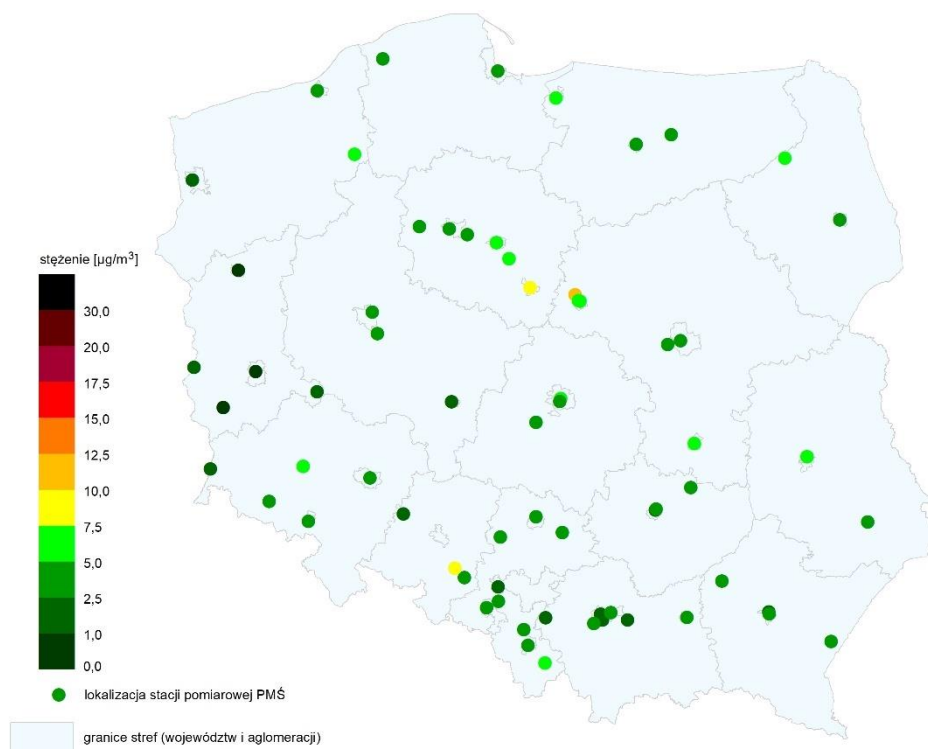


Rys. 16-6. Zmiany stężeń średnich dobowych benzenu C_6H_6 na stacjach pomiarowych w 2021 r.

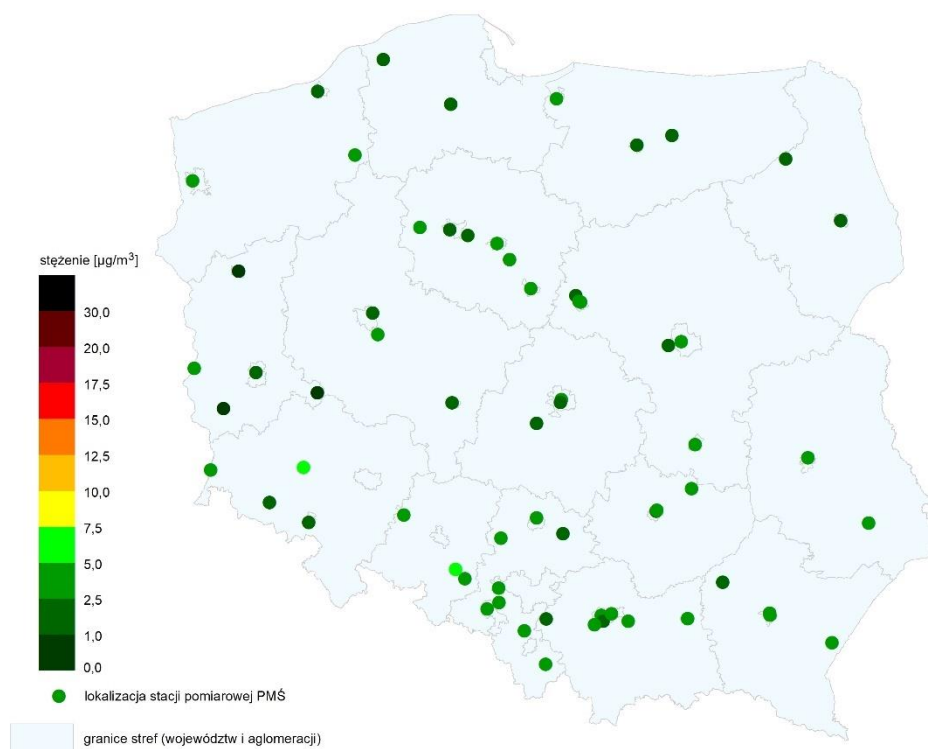
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



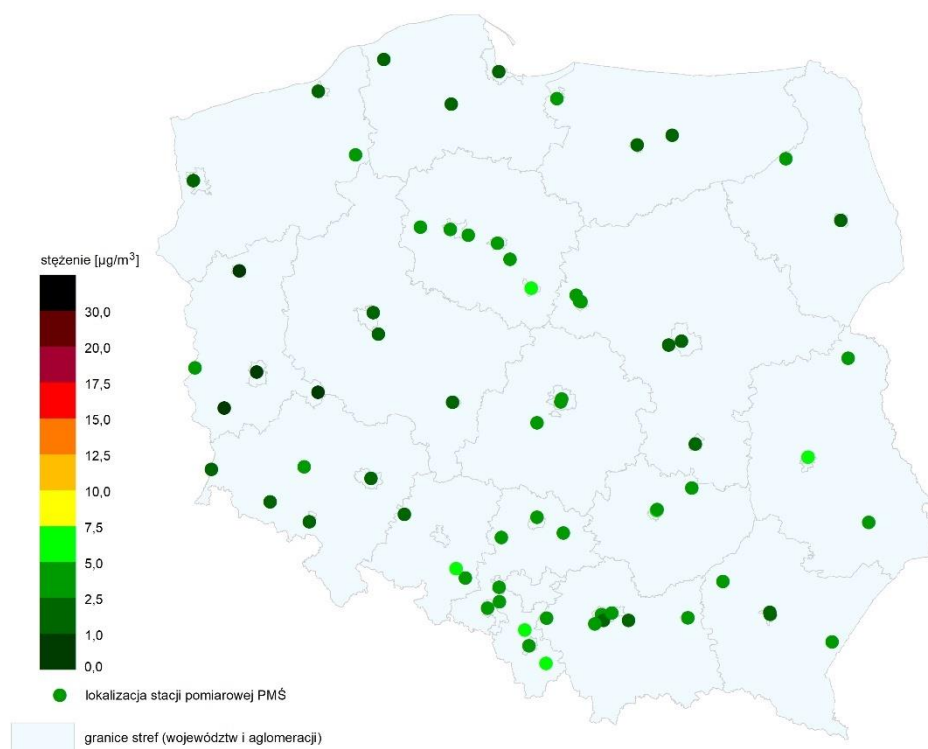
Rys. 16-7. Stężenia średnie benzenu C_6H_6 w okresie epizodu wysokich stężeń (02-04.01.2021)
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



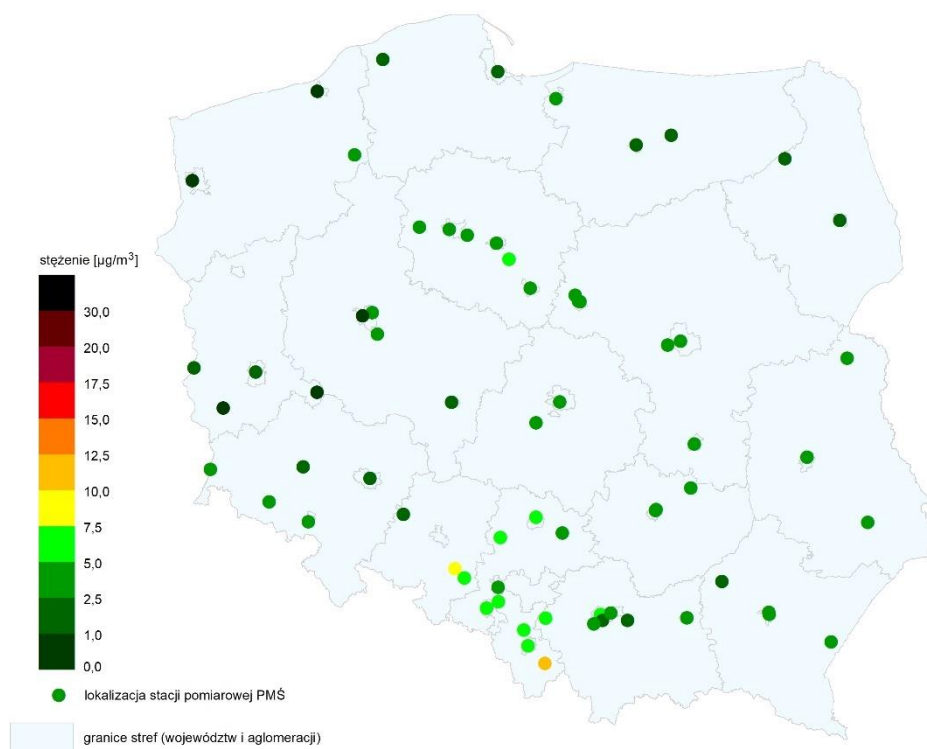
Rys. 16-8. Stężenia średnie benzenu C_6H_6 w okresie epizodu wysokich stężeń (17-19.01.2021)
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



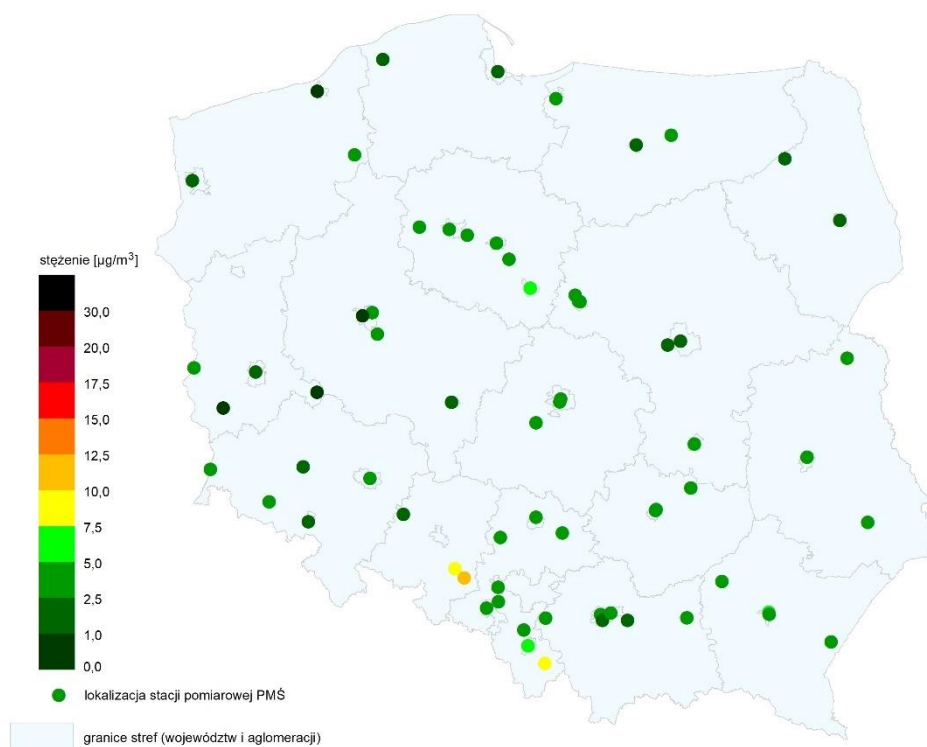
Rys. 16-9. Stężenia średnie benzenu C_6H_6 w okresie epizodu wysokich stężeń (31.01-03.02.2021)
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 16-10. Stężenia średnie benzenu C_6H_6 w okresie epizodu wysokich stężeń (15-25.02.2021)
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 16-11. Stężenia średnie benzenu C_6H_6 w okresie epizodu wysokich stężeń (10-15.12.2021)
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 16-12. Stężenia średnie benzenu C_6H_6 w okresie epizodu wysokich stężeń (26-30.12.2021)
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

17. Podsumowanie

Przeprowadzone analizy w opracowaniu wskazują, że rok 2021 na tle warunków termicznych wcześniejszej dekady był rokiem chłodniejszym od poprzednich 7 lat. Na tle wielolecia rok 2021 we wszystkich regionach został uznany za normalny (z podobnymi warunkami jak obserwowane w latach 2011-2012), podczas gdy poprzednie 3 lata były ekstremalnie ciepłe lub anomalnie ciepłe. Średnia temperatura powietrza w 2021 roku w Polsce była o 0,4°C niższa od średniej z lat 2010-2020 i o 1,2°C niższa od obserwowanej rok wcześniej. W chłodnych porach roku odnotowano istotne spadki temperatury, szczególnie zauważalne wiosną i zimą. Taka sytuacja miała istotny wpływ na pogorszenie jakości powietrza w 2021 roku w stosunku do roku wcześniejszego, głównie ze względu na niższe temperatury w okresie grzewczym (zima i wiosną) powodujące wyższe zapotrzebowanie na energię. Doprowadziło to również do załamania się trendów malejących stężeń w okresie 2018-2021. Porównywalne warunki meteorologiczne w 2021 roku z obserwowanymi w okresie 2011-2012 oraz uzyskane stężenia wskazują na zauważalny pozytywny wpływ działań naprawczych (redukcja emisji).

Widoczne pogorszenie jakości powietrza z roku na rok w szczególności zauważalne jest w przypadku pyłu zawieszonego PM_{2,5} oraz PM₁₀, gdzie niemal w każdej strefie zaobserwowano istotny wzrost stężeń. Pomimo tego, stężenia B(a)P oraz metali ciężkich oznaczanych w pyłe zawieszonym PM₁₀ nie wykazywały aż tak dużego pogorszenia sytuacji, w wielu strefach zanotowano poprawę jakości powietrza. W przypadku pozostałych zanieczyszczeń, zmiany stężeń z roku na rok różniły się pomiędzy obszarami w kraju. Dla wielu zanieczyszczeń zaobserwowano jednak przewagę stref, na obszarze których zaobserwowano pogorszenie sytuacji z roku na rok.

Wykonane analizy porównawcze stężeń uzyskanych w roku 2021 na tle ostatniej dekady (2010-2020) w większości przypadków wskazują na to, iż rok 2021, pomimo generalnego wzrostu stężeń, był rokiem poniżej średniej obliczonej z okresu 2010-2020.

Na poprawę jakości powietrza w Polsce w ostatnich latach wskazują wyniki przeprowadzonych analiz z zastosowaniem testu statystycznego Manna–Kendalla przedstawionych w niniejszym rozdziale.

W poniższych tabelach przedstawiono wyniki **Testu Z** określającego kierunek i wielkość nachylenia trendu: $Z > 0$ wskazuje na trend rosnący, zaś $Z < 0$ – na trend malejący. **Istotność** oznacza prawdopodobieństwo przypadkowego rozkładu analizowanych danych. Im prawdopodobieństwo jest niższe, tym trend statystyczny ma wyższą istotność.

Zastosowane w tabelach symbole oznaczają:

- *** 0,1% prawdopodobieństwa
- ** 1% prawdopodobieństwa,
- * 5% prawdopodobieństwa
- + 10% prawdopodobieństwa,

Puste pole oznacza brak trendu, Test Z pokazuje kierunek tendencji zmian.

Stosowane kolory w tabelach z trendami:

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

Ocena statystyczna trendów zanieczyszczeń w skali kraju

Przeprowadzone analizy statystyczne wskazują, że w okresie 2010-2021 obserwuje się istotne statystycznie trendy malejące stężeń dla większości zanieczyszczeń. Wyjątek stanowi arsen oznaczany w pyłe zawieszonym PM10 oraz ozon O₃ (wszystkie analizowane parametry), dla których obserwuje się nieznaczne i nieistotne statystycznie tendencje malejące (Tab. 17-1).

Tab. 17-1. Krajowe trendy zanieczyszczeń powietrza w okresie 2010-2021.

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

Zanieczyszczenie	Parametr	Test Manna-Kendalla	
		Test Z	Istotność
PM2,5	stężenie średnie roczne	-3,77	***
PM10	stężenie średnie roczne	-3,77	***
	Percentyl 90,4	-3,77	***
B(a)P w pyłe PM10	stężenie średnie roczne	-2,81	**
As w pyłe PM10	stężenie średnie roczne	-1,58	
Cd w pyłe PM10	stężenie średnie roczne	-4,05	***
Ni w pyłe PM10	stężenie średnie roczne	-0,75	
Pb w pyłe PM10	stężenie średnie roczne	-4,18	***
O ₃	maksymalna 8-godz. średnia krocząca	-1,03	
	Percentyl 93,2 z max	-1,17	
	SOMO35	-0,21	
NO ₂	stężenie średnie roczne	-3,36	***
	Percentyl P99,8	-3,09	**
SO ₂	stężenie średnie roczne	-4,05	***
	Percentyl 99,2	-3,50	***
	Percentyl 99,7	-3,36	***
CO	maksymalna 8-godz. średnia krocząca	-3,22	**
C ₆ H ₆	stężenie średnie roczne	-2,54	*

Ocena statystyczna trendów zanieczyszczeń w skali kraju z uwzględnieniem typu obszaru

Przeprowadzone testy statystyczne dla obszarów położonych blisko dróg (wyniki ze stacji komunikacyjnych) wskazują, że w okresie 2010-2021 obserwuje się istotne statystycznie trendy malejące dla wszystkich zanieczyszczeń z wyjątkiem składników oznaczanych w pyłe zawieszonym PM₁₀, dla których nie można było przeprowadzić testów ze względu na zbyt małą kompletność danych (Tab. 17-2).

Tab. 17-2. Trendy zanieczyszczeń powietrza na obszarach w pobliżu dróg

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

Zanieczyszczenie	Wskaźnik	Rok		Test Manna–Kendalla	
		początkowy	końcowy	Test Z	Istotność
PM _{2,5}	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,27	**
PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,63	***
	Percentyl 90,4	2010	2021	-2,95	**
B(a)P w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2013	2021		
As w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2013	2019		
Cd w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2013	2019		
Ni w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2013	2019		
Pb w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2013	2019		
NO ₂	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,77	***
	Percentyl P99,8	2010	2021	-3,50	***
SO ₂	Percentyl 99,2	2010	2021	-3,36	***
	Percentyl 99,7	2010	2021	-2,95	**
CO	maksymalna 8-godz. średnia krocząca	2010	2021	-3,22	**
C ₆ H ₆	stężenie średnie roczne	2010	2021	-1,85	+

Przeprowadzone testy statystyczne dla obszarów miejskich (wyniki ze stacji tła miejskiego) wskazują, że w okresie 2010-2021 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 (Tab. 17-3).

Przeprowadzone testy statystyczne dla obszarów podmiejskich (wyniki ze stacji tła podmiejskiego) wskazują, że w okresie 2010-2021 obserwuje się istotne statystycznie trendy malejące dla pyłu zawieszonego PM_{2,5} i PM₁₀ oraz oznaczanego w pyłe PM₁₀ B(a)P oraz dla NO₂ (dla stężenie średniego rocznego). Tendencje malejące zauważalne są dla pozostałych zanieczyszczeń z wyjątkiem As, Cd i Ni oznaczanych w pyłe zawieszonym PM₁₀ oraz CO i benzenu, dla których nie można było przeprowadzić testów ze względu na zbyt małą kompletność danych (Tab. 17-4).

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

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

Zanieczyszczenie	Wskaźnik	Rok		Test Manna–Kendalla	
		początkowy	końcowy	Test Z	Istotność
PM _{2,5}	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,77	***
PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,77	***
	Percentyl 90,4	2010	2021	-3,91	***
B(a)P w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-2,67	**
As w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-1,71	+
Cd w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,91	***
Ni w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-0,21	
Pb w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-4,18	***
O ₃	maksymalna 8-godz. średnia krocząca	2010	2021	-1,03	
	Percentyl 93,2 z max	2010	2021	-1,03	
NO ₂	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,77	***
	Percentyl P99,8	2010	2021	-2,95	**
SO ₂	Percentyl 99,2	2010	2021	-3,50	***
	Percentyl 99,7	2010	2021	-3,50	***
CO	maksymalna 8-godz. średnia krocząca	2010	2021	-3,22	**
C ₆ H ₆	stężenie średnie roczne	2010	2021	-2,26	*

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

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

Zanieczyszczenie	Wskaźnik	Rok		Test Manna–Kendalla	
		początkowy	końcowy	Test Z	Istotność
PM _{2,5}	stężenie średnie roczne	2010	2021	-2,81	**
PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,22	**
	Percentyl 90,4	2010	2021	-2,95	**
B(a)P w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,36	***
As w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2013	2021		
Cd w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2013	2021		
Ni w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2013	2021		
Pb w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-0,72	
O ₃	maksymalna 8-godz. średnia krocząca	2010	2021	0,07	
	Percentyl 93,2 z max	2010	2021	-0,07	
NO ₂	stężenie średnie roczne	2010	2021	-1,71	+
	Percentyl P99,8	2010	2021	-1,44	
SO ₂	Percentyl 99,2	2010	2021	-0,07	
	Percentyl 99,7	2010	2021	0,48	
CO	maksymalna 8-godz. średnia krocząca	2010	2021		
C ₆ H ₆	stężenie średnie roczne	2010	2021		

Przeprowadzone testy statystyczne dla obszarów pozamiejskich (wyniki ze stacji tła pozamiejskiego i regionalnego) wskazują, że w okresie 2010-2021 obserwuje się istotne statystycznie trendy malejące dla wszystkich zanieczyszczeń z wyjątkiem O₃, dla którego obserwuje się nieistotne statystycznie tendencje malejące (Tab. 17-5).

Tab. 17-5. Trendy zanieczyszczeń powietrza na obszarach pozamiejskich

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

Zanieczyszczenie	Wskaźnik	Rok		Test Manna–Kendalla	
		początkowy	końcowy	Test Z	Istotność
PM _{2,5}	stężenie średnie roczne	2010	2021	-4,05	***
PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,91	***
	Percentyl 90,4	2010	2021	-3,77	***
B(a)P w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-2,54	*
As w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,22	**
Cd w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-2,81	**
Ni w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-2,67	**
Pb w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,50	***
O ₃	maksymalna 8-godz. średnia krocząca	2010	2021	-1,58	
	Percentyl 93,2 z max	2010	2021	-1,44	
NO ₂	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,77	***
	Percentyl P99,8	2010	2021	-3,50	***
SO ₂	Percentyl 99,2	2010	2021	-3,91	***
	Percentyl 99,7	2010	2021	-3,77	***
CO	maksymalna 8-godz. średnia krocząca	2010	2021	-1,99	*
C ₆ H ₆	stężenie średnie roczne	2013	2021		

Ocena statystyczna trendów zanieczyszczeń w miastach

Przeprowadzone testy statystyczne dla miast z liczbą mieszkańców powyżej 0,5 mln wskazują, że w okresie 2010-2021 obserwuje się istotne statystycznie trendy malejące dla pyłu zawieszonego PM_{2,5} oraz PM₁₀, metali ciężkich oraz SO₂ i NO₂. W przypadku pozostałych zanieczyszczeń obserwuje się nieistotne statystycznie tendencje malejące, z wyjątkiem O₃ dla którego zauważalne są nieistotne statystycznie tendencje wzrostowe (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	Wskaźnik	Rok		Test Manna–Kendalla	
		początkowy	końcowy	Test Z	Istotność
PM _{2,5}	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,09	**
PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,22	**
	Percentyl 90,4	2010	2021	-2,81	**
B(a)P w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2011	2021	-1,09	
As w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2011	2021	-0,47	
Cd w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2011	2021	-1,87	+
Ni w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2011	2021	-0,31	
Pb w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2011	2021	-1,56	
O ₃	maksymalna 8-godz. średnia krocząca	2010	2021	0,34	
	Percentyl 93,2 z max	2010	2021	0,75	
	SOMO35	2010	2021	1,30	
NO ₂	stężenie średnie roczne	2010	2021	-2,54	*
	Percentyl P99,8	2010	2021	-2,81	**
SO ₂	Percentyl 99,2	2010	2021	-2,67	**
	Percentyl 99,7	2010	2021	-3,09	**
CO	maksymalna 8-godz. średnia krocząca	2010	2021	-1,30	
C ₆ H ₆	stężenie średnie roczne	2010	2021	-0,89	

Przeprowadzone testy statystyczne dla miast od 250 tys. do 500 tys. mieszkańców wskazują, że w okresie 2010-2021 obserwuje się istotne statystycznie trendy malejące dla wszystkich zanieczyszczeń z wyjątkiem Ni oznaczanego w pyle zawieszonym PM10, O₃ (S8h(k)max), NO₂ (percentyl P99,8) i NO₂ (percentyl P99,8), dla których obserwuje się nieistotne statystycznie tendencje malejące (Tab. 17-7).

Przeprowadzone testy statystyczne dla miast z liczbą mieszkańców 100-250 tys. wskazują, że w okresie 2010-2021 obserwuje się istotne statystycznie trendy malejące dla wszystkich zanieczyszczeń z wyjątkiem Ni oznaczanego w pyle zawieszonym PM10 i O₃ (wszystkie parametry), dla których obserwuje się nieistotne statystycznie tendencje malejące (Tab. 17-8).

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	Wskaźnik	Rok		Test Manna–Kendalla	
		początkowy	końcowy	Test Z	Istotność
PM _{2,5}	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,50	***
PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,63	***
	Percentyl 90,4	2010	2021	-3,50	***
B(a)P w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-2,67	**
As w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,77	***
Cd w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,50	***
Ni w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-0,89	
Pb w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,36	***
O ₃	maksymalna 8-godz. średnia krocząca	2010	2021	-0,89	
	Percentyl 93,2 z max	2010	2021	-2,13	*
	SOMO35	2010	2021	-1,99	*
NO ₂	stężenie średnie roczne	2010	2021	-1,99	*
	Percentyl P99,8	2010	2021	-0,89	
SO ₂	Percentyl 99,2	2010	2021	-2,13	*
	Percentyl 99,7	2010	2021	-0,62	
CO	maksymalna 8-godz. średnia krocząca	2010	2021	-3,63	***
C ₆ H ₆	stężenie średnie roczne	2013	2021		

Tab. 17-8. Trendy zanieczyszczeń powietrza na obszarach miast o liczbie mieszkańców 100-250 tys.

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

Zanieczyszczenie	Wskaźnik	Rok		Test Manna–Kendalla	
		początkowy	końcowy	Test Z	Istotność
PM _{2,5}	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,50	***
PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,63	***
	Percentyl 90,4	2010	2021	-3,63	***
B(a)P w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,63	***
As w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,77	***
Cd w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,77	***
Ni w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-0,34	
Pb w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-4,05	***
O ₃	maksymalna 8-godz. średnia krocząca	2010	2021	-1,03	
	Percentyl 93,2 z max	2010	2021	-1,44	
	SOMO35	2010	2021	-0,48	
NO ₂	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,09	**
	Percentyl P99,8	2010	2021	-2,95	**
SO ₂	Percentyl 99,2	2010	2021	-3,50	***
	Percentyl 99,7	2010	2021	-3,36	***
CO	maksymalna 8-godz. średnia krocząca	2010	2021	-3,09	**
C ₆ H ₆	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,63	***

Przeprowadzone testy statystyczne dla miast z liczbą mieszkańców 50-100 tys. wskazują, że w okresie 2010-2021 obserwuje się istotne statystycznie trendy malejące dla wszystkich zanieczyszczeń z wyjątkiem Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ i O₃ (wszystkie parametry), dla których obserwuje się nieistotne statystycznie tendencje malejące. Dla As oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ nie obserwuje się żadnych zmian (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	Wskaźnik	Rok		Test Manna–Kendalla	
		początkowy	końcowy	Test Z	Istotność
PM2,5	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,77	***
PM10	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,50	***
	Percentyl 90,4	2010	2021	-3,09	**
B(a)P w pyłe PM10	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,09	**
As w pyłe PM10	stężenie średnie roczne	2010	2021	0,00	
Cd w pyłe PM10	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,91	***
Ni w pyłe PM10	stężenie średnie roczne	2010	2021	-0,89	
Pb w pyłe PM10	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,91	***
O ₃	maksymalna 8-godz. średnia krocząca	2010	2021	-0,34	
	Percentyl 93,2 z max	2010	2021	-0,34	
	SOMO35	2010	2021	0,21	
NO ₂	stężenie średnie roczne	2010	2021	-2,26	*
	Percentyl P99,8	2010	2021	-2,54	*
SO ₂	Percentyl 99,2	2010	2021	-2,95	**
	Percentyl 99,7	2010	2021	-2,54	*
CO	maksymalna 8-godz. średnia krocząca	2012	2021	-1,97	*
C ₆ H ₆	stężenie średnie roczne	2012	2021	-2,15	*

Przeprowadzone testy statystyczne dla miast z liczbą mieszkańców 25-50 tys. wskazują, że w okresie 2010-2021 obserwuje się istotne statystycznie trendy malejące dla wszystkich zanieczyszczeń z wyjątkiem O₃ (SOMO35) dla którego obserwuje się nieistotnie statystyczną tendencję malejącą oraz Ni oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 z nieistotnie statystyczną tendencją rosnącą (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	Wskaźnik	Rok		Test Manna–Kendalla	
		początkowy	końcowy	Test Z	Istotność
PM2,5	stężenie średnie roczne	2012	2021	-3,22	**
PM10	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,77	***
	Percentyl 90,4	2010	2021	-3,63	***
B(a)P w pyłe PM10	stężenie średnie roczne	2010	2021	-2,95	**
As w pyłe PM10	stężenie średnie roczne	2010	2021	-2,67	**
Cd w pyłe PM10	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,09	**
Ni w pyłe PM10	stężenie średnie roczne	2010	2021	0,34	
Pb w pyłe PM10	stężenie średnie roczne	2010	2021	-4,05	***
O ₃	maksymalna 8-godz. średnia krocząca	2010	2021	-2,26	*
	Percentyl 93,2 z max	2010	2021	-1,99	*
	SOMO35	2010	2021	-1,30	
NO ₂	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,91	***
	Percentyl P99,8	2010	2021	-3,09	**
SO ₂	Percentyl 99,2	2010	2021	-3,36	***
	Percentyl 99,7	2010	2021	-3,36	***
CO	maksymalna 8-godz. średnia krocząca	2010	2021	-2,67	**
C ₆ H ₆	stężenie średnie roczne	2013	2021		

Przeprowadzone testy statystyczne dla miast z liczbą mieszkańców 10-25 tys. wskazują, że w okresie 2010-2021 obserwuje się istotne statystycznie trendy malejące dla pyłu zawieszonego PM_{2.5} i PM₁₀, NO₂, SO₂ oraz Cd i Pb oznaczanych w pyłe zawieszonym PM₁₀. Dla pozostałych zanieczyszczeń, z wyjątkiem CO i benzenu dla których testy nie mogły być wykonane ze względu na niską kompletność danych, obserwuje się nieistotne statystycznie tendencje malejące (Tab. 17-11).

Przeprowadzone testy statystyczne dla miast poniżej 10 tys. mieszkańców wskazują, że w tego typu miast pomiar PM₁₀ są rzadko prowadzone. W okresie 2010-2021 zaobserwowano istotne statystycznie trendy malejące dla pyłu zawieszonego PM₁₀ (średnia roczna), O₃ (percentyl 93,2) oraz NO₂, SO₂ i CO. Nieistotne statystycznie tendencje malejące wystąpiły dla pyłu zawieszonego PM₁₀ (percentyl 90,4) oraz O₃ (S8h(k)max i SOMO35) (Tab. 17-12).

Tab. 17-11. Trendy zanieczyszczeń powietrza na obszarach miast o liczbie mieszkańców 10-25 tys.

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

Zanieczyszczenie	Wskaźnik	Rok		Test Manna-Kendalla	
		początkowy	końcowy	Test Z	Istotność
PM _{2.5}	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,63	***
PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-2,40	*
	Percentyl 90,4	2010	2021	-2,40	*
B(a)P w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-0,75	
As w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-0,75	
Cd w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,91	***
Ni w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-0,21	
Pb w pyłe PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,36	***
O ₃	maksymalna 8-godz. średnia krocząca	2012	2021	-1,43	
	Percentyl 93,2 z max	2012	2021	-1,97	*
	SOMO35	2012	2021	-1,79	+
NO ₂	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,09	**
	Percentyl P99,8	2010	2021	-2,95	**
SO ₂	Percentyl 99,2	2010	2021	-2,67	**
	Percentyl 99,7	2010	2021	-1,99	*
CO	maksymalna 8-godz. średnia krocząca	2014	2021		
C ₆ H ₆	stężenie średnie roczne	2013	2021		

Tab. 17-12. Trendy zanieczyszczeń powietrza na obszarach miast o liczbie mieszkańców do 10 tys.

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

Zanieczyszczenie	Wskaźnik	Rok		Test Manna–Kendalla	
		początkowy	końcowy	Test Z	Istotność
PM _{2,5}	stężenie średnie roczne	2012	2021		
PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2012	2021	-1,97	*
	Percentyl 90,4	2012	2021	-1,43	
B(a)P w pyle PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2014	2021		
As w pyle PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2014	2020		
Cd w pyle PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2014	2020		
Ni w pyle PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2014	2020		
Pb w pyle PM ₁₀	stężenie średnie roczne	2014	2020		
O ₃	maksymalna 8-godz. średnia krocząca	2012	2021	-0,36	
	Percentyl 93,2	2012	2021	-1,07	
	SOMO35	2012	2021	-1,25	
NO ₂	stężenie średnie roczne	2010	2021	-3,36	***
	Percentyl P99,8	2012	2021	-1,79	+
SO ₂	Percentyl 99,2	2012	2021	-3,22	**
	Percentyl 99,7	2012	2021	-2,68	**
CO	maksymalna 8-godz. średnia krocząca	2012	2021	-1,97	*
C ₆ H ₆	stężenie średnie roczne	2014	2020		

18. Bibliografia

Publikacje i raporty

1. GIOŚ 2022, „Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2021”; praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez INFAIR i Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Kobus D., Skotak K., Warszawa 2022
2. GIOŚ 2022, Wskaźniki średniego narażenia na pył zawieszony PM_{2,5} dla miast powyżej 100 tys. mieszkańców i aglomeracji oraz krajowy wskaźnik średniego narażenia w 2021 roku. GIOŚ, Warszawa 2022
3. GIOŚ 2021, „Jakość powietrza w Polsce w roku 2020 w świetle wyników pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Iwanek J., Kobus D., Skotak K., Warszawa 2021
4. GIOŚ 2020, Program Wykonawczy Państwowego Monitoringu Środowiska na rok 2021. 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 2021”. Opracowanie własne IMGW-PIB, 2022.
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. z 2021 r. poz. 1973 z późn. zm.)
8. Ustawa z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 1070 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. 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. z 2012 r. poz. 1029)
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)

Dokumenty w zakresie prawa Unii Europejskiej i dokumenty metodyczne:

14. Dyrektywa Komisji (UE) 2015/1480 z dnia 28 sierpnia 2015 r. zmieniająca niektóre załączniki do dyrektyw Parlamentu Europejskiego i Rady 2004/107/WE i 2008/50/WE ustanawiających przepisy dotyczące metod referencyjnych, zatwierdzania danych i lokalizacji punktów pomiarowych do oceny jakości powietrza (Dz. Urz. UE L 226 z 29.08.2015, str. 4-11)

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2015:226:FULL&from=PL>

15. Decyzja wykonawcza Komisji Europejskiej 2011/850/UE z dnia 12 grudnia 2011 r. ustanawiająca zasady stosowania dyrektyw 2004/107/WE i 2008/50/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do systemu wzajemnej wymiany informacji oraz sprawozdań dotyczących jakości otaczającego powietrza (Dz. Urz. UE L 335 z 17.12.2011, str. 86)

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011D0850&from=PL>

16. Dyrektywa 2008/50/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i 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>

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

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:023:0003:0016:PL:PDF>