



GŁÓWNY INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA

Jakość powietrza w Polsce w roku 2019 w świetle wyników pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska



Praca wykonana na podstawie umowy nr DOF/37/2020 z dnia 27 lutego 2020 r. zawartej pomiędzy Głównym Inspektorem Ochrony Środowiska a Instytutem Ochrony Środowiska – Państwowym Instytutem Badawczym oraz INF AIR Dominik Kobus, finansowanej ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Opracowano w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym oraz INF AIR Dominik Kobus (przez zespół w składzie: Jacek Iwanek (IOŚ-PIB), Dominik Kobus (INF AIR), Krzysztof Skotak (IOŚ-PIB)), na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, na podstawie wyników pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ).

*Przy cytowaniu danych należy podawać źródło danych:
Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska*

SPIS TREŚCI

1. Wstęp	5
2. Informacje ogólne na temat danych wykorzystanych w opracowaniu	6
3. Ocena zanieczyszczenia powietrza w aglomeracjach i w dużych miastach	8
3.1. Dwutlenek siarki.....	8
3.2. Dwutlenek azotu	15
3.3. Tlenek węgla	23
3.4. Benzen	29
3.5. Ozon	32
3.6. Pył PM10	41
3.7. Ołów	55
3.8. Arsen.....	59
3.9. Kadm	62
3.10. Nikiel.....	65
3.11. Benzo(a)piren	68
3.12. Pył PM2,5.....	74
4. Ocena zanieczyszczenia powietrza ozonem w skali kraju	82
4.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń ozonu	82
4.2. Informacje o stężeniach ozonu w 2019 roku	82
4.3. Trendy zmian stężeń ozonu	94
4.4. Ocena stężeń ozonu w świetle kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia	97
4.5. Ocena stężeń ozonu w świetle kryteriów odniesionych do ochrony roślin.....	105
5. Ocena zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10 w skali kraju.....	111
5.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń PM10	111
5.2. Informacje o stężeniach PM10 w 2019 roku	113
5.3. Epizody wysokich stężeń pyłu PM10.....	117
5.4. Zmiany stężeń pyłu PM10 w wieloleciu	150
5.5. Ocena stężeń pyłu PM10 w świetle kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia....	155
5.6. Przyczyny występowania wysokich stężeń pyłu PM10 w Polsce oraz możliwe środki zaradcze	163
6. Ocena zanieczyszczenia powietrza pyłem PM2,5 w skali kraju.....	177
6.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń PM2,5	177
6.2. Informacje o stężeniach PM2,5 w 2019 roku	179
6.3. Zmiany stężeń PM2,5 w wieloleciu	185
6.4. Ocena stężeń pyłu PM2,5 w świetle kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia...	187
6.5. Przyczyny występowania wysokich stężeń pyłu PM2,5 w Polsce oraz możliwe środki zaradcze	190
7. Podsumowanie	194

1. Wstęp

W opracowaniu przedstawiono ocenę stanu zanieczyszczenia powietrza w Polsce w 2019 roku na terenie aglomeracji i dużych miast oraz analizę zanieczyszczenia powietrza ozonem, pyłem PM10 i pyłem PM2,5 na obszarze całego kraju.

Informacje zawarte w pracy opracowano na podstawie wyników pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ), zgromadzonych w krajowej bazie danych JPOAT.

W ocenie odniesionej do aglomeracji i dużych miast uwzględniono:

- 12 aglomeracji o liczbie mieszkańców większej od 250 tysięcy,
- 18 miast o liczbie mieszkańców większej od 100 tysięcy nie będących aglomeracjami.

Zarówno aglomeracje, jak i rozważane w pracy miasta są strefami, w których dokonuje się rocznych ocen jakości powietrza (i klasyfikacji stref) wymaganych na mocy ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 roku – Prawo ochrony środowiska.

W ocenie dotyczącej aglomeracji i dużych miast uwzględniono: dwutlenek siarki, dwutlenek azotu, tlenek węgla, benzen, ozon, pył PM10, ołów, arsen, kadm, nikiel i benzo(a)piren zawarte w pyłe PM10 oraz pył PM2,5. Są to zanieczyszczenia, dla których prawo polskie określa wartości normatywne stężeń w powietrzu: poziomy dopuszczalne, poziomy docelowe, poziom celu długoterminowego (dla ozonu), ustanowione w celu ochrony zdrowia ludzi.

W rozdziałach poświęconych ocenie stanu zanieczyszczenia powietrza w aglomeracjach i w dużych miastach pod kątem poszczególnych substancji przedstawiono informacje na temat stężeń zanieczyszczeń uzyskanych z pomiarów na terenie rozważanych miast w 2019 roku oraz przekroczeń stężeń normatywnych, obowiązujących w Polsce na mocy rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2012 r. poz. 1031). Przedstawiono również trendy zmian stężeń zanieczyszczeń, obserwowane na wybranych stacjach znajdujących się na terenie aglomeracji, a także, dla części zanieczyszczeń, trendy zmian stężeń uśrednionych dla wszystkich stanowisk z rozważanych miast i aglomeracji.

Analizy i oceny odnoszące się do poszczególnych zanieczyszczeń prowadzono z uwzględnieniem tych aglomeracji i miast, dla których dostępne były odpowiednie dane pomiarowe, przynajmniej z jednego stanowiska pomiarów stężeń danej substancji.

Podobnie jak w poprzednich latach, w celu ułatwienia Czytelnikowi analizy danych prezentowanych w opracowaniu, w rozdziałach dotyczących poszczególnych zanieczyszczeń zamieszczono informacje na temat wartości normatywnych stężeń obowiązujących w 2019 r. w Polsce.

Przebieg stężeń poszczególnych zanieczyszczeń na stacjach uwzględnionych w analizach przedstawiono na wykresach typu mozaika. Na wykresach w pierwszej kolejności prezentowane były wyniki pomiarów stężeń ze stacji położonych na północnym zachodzie kraju (woj. zachodniopomorskie), a w dalszej kolejności ze stacji położonych dalej na wschód i południe, kończąc na stacjach z woj. podkarpackiego.

Omawiając zanieczyszczenie powietrza ozonem, oprócz oceny dotyczącej aglomeracji i dużych miast, przedstawiono informacje na temat stężeń ozonu notowanych na obszarze Polski. Przeprowadzono analizę stężeń w relacji do kryteriów dotyczących ochrony zdrowia, na terenie miast oraz na obszarach poza miastami, zwracając uwagę na przekroczenia wartości dopuszczalnych (poziom docelowy i poziomy cel długoterminowy), obowiązujących w Polsce i UE. Przedstawiono trendy zmian stężeń ozonu uśrednione dla wszystkich stanowisk w kraju. Dokonano także oceny stężeń ozonu pod kątem kryteriów ustanowionych w celu ochrony roślin, na podstawie pomiarów prowadzonych na stanowiskach pozamiejskich i podmiejskich. W analizach wykorzystano dodatkowo wyniki modelowania matematycznego stężeń ozonu.

W opracowaniu, oprócz oceny dotyczącej zanieczyszczenia powietrza pyłem PM₁₀ i PM_{2,5} na terenie aglomeracji i dużych miast, w opracowaniu przedstawiono analizę problemu na terenie całej Polski, w tym na obszarze miast o liczbie ludności mniejszej od 100 tys. i na terenach pozamiejskich. W analizach wykorzystano także wyniki modelowania matematycznego stężeń pyłu.

Na końcu opracowania przedstawiono podsumowanie zawartych w nim wyników oceny zanieczyszczenia powietrza w Polsce, opartych na badaniach prowadzonych w 2019 roku w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska.

2. Informacje ogólne na temat danych wykorzystanych w opracowaniu

Źródłem danych wykorzystanych w ocenach przedstawionych w niniejszym opracowaniu były wyniki pomiarów prowadzonych w 2019 roku oraz w latach poprzednich w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ) na stacjach monitoringu zanieczyszczenia powietrza na terenie całego kraju. Były to stacje należące głównie do GIOŚ, a także do instytutów naukowo-badawczych oraz innych jednostek organizacyjnych, funkcjonujące w ramach PMŚ.

W pracy wykorzystano wyniki pomiarów stężeń prowadzonych z wykorzystaniem mierników automatycznych i metod manualnych.

Dokonując oceny zanieczyszczenia powietrza w aglomeracjach oraz w miastach o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys., obejmującej substancje, dla których prawo krajowe określa wartości normatywne stężeń, wykorzystano wyniki pomiarów poszczególnych zanieczyszczeń ze stanowisk znajdujących się na terenie rozważanych aglomeracji i miast. Do ocen włączono wyniki ze wszystkich typów stanowisk pomiarowych, w tym określonych, jako stanowiska komunikacyjne.

Omawiając zanieczyszczenie powietrza ozonem w skali kraju, pod kątem kryteriów dotyczących ochrony zdrowia, uwzględniono wyniki pomiarów ze wszystkich stanowisk miejskich (w tym zlokalizowanych na terenie aglomeracji i rozważanych miast), podmiejskich oraz ze stanowisk zlokalizowanych poza miastami. W ocenie stężeń ozonu pod kątem kryteriów ustanowionych w celu ochrony roślin wykorzystano wyniki pomiarów prowadzonych na stanowiskach pozamiejskich i podmiejskich.

W ocenie dotyczącej zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10 i pyłem PM2,5 odniesionej do skali kraju, uwzględniono wyniki pomiarów ze wszystkich stanowisk miejskich (w tym znajdujących się w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców) oraz ze stanowisk zlokalizowanych poza miastami.

Przedstawiając i omawiając wyniki ocen zanieczyszczenia powietrza opartych na danych pomiarowych, każdorazowo podawano informacje na temat zbioru i liczby stanowisk wykorzystanych do oceny.

W analizach dotyczących stężeń ozonu, PM10 i PM2,5 na obszarze całego kraju wykorzystano także wyniki modelowania matematycznego.

Analizy i oceny odnoszące się do poszczególnych zanieczyszczeń prowadzono z uwzględnieniem tych aglomeracji i miast, dla których dostępne były odpowiednie dane pomiarowe dla rozważanych zanieczyszczeń – to znaczy na ich terenie prowadzone były pomiary stężeń danego zanieczyszczenia a wyniki pomiarów (roczna seria pomiarowa) spełniały wymagania warunkujące poprawne obliczanie odpowiednich parametrów statystycznych. W przypadku braku odpowiednich danych z określonej aglomeracji lub dużego miasta, miasta te były pomijane w analizach dotyczących danego zanieczyszczenia.

Wyniki zawarte w krajowej bazie danych, w postaci rocznych serii pomiarowych, podlegały dwustopniowej kontroli. Pierwszym stopniem była weryfikacja na poziomie poszczególnych województw, prowadzona przez Regionalne Wydziały Monitoringu Środowiska Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (RWMS). Drugim etapem był przegląd wyników na poziomie krajowym na zlecenie GIOŚ – w Instytucie Ochrony Środowiska - PIB.

Serie zaakceptowane na obu poziomach poddane były ocenie i selekcji pod kątem spełnienia określonych kryteriów. Przyjęte kryteria stanowią minimalne wymagania, których spełnienie pozwala na poprawne obliczanie parametrów statystycznych na podstawie pomierzonych stężeń i ich wykorzystanie do oceny jakości powietrza.

W odniesieniu do zanieczyszczeń, dla których określono dozwoloną liczbę przypadków przekroczeń poziomu dopuszczalnego/docelowego (stężeń krótkookresowych) w ciągu roku (SO₂, NO₂, PM10, ozon), w ocenie dla stężeń krótkookresowych, w opracowaniu posługiwano się wartościami odpowiednich percentyli, obliczonych na podstawie serii pomiarowych danego zanieczyszczenia. Dzięki temu możliwe było przedstawienie różnic w wartościach stężeń krótkookresowych (różnic pomiędzy wynikami z różnych stacji lub z różnych lat) również w przypadku, gdy przekroczenia poziomu normatywnego nie występują lub występują na niewielu stacjach (SO₂, NO₂). Jednocześnie należy podkreślić, że przekroczenie poziomu dopuszczalnego stężenia substancji przez wartość odpowiednio dobranego percentyla (określonego w tabelach zawierających kryteria oceny jako parametr odpowiadający wartości normowanej, np. S90.4 dla PM10) z pełnej serii pomiarowej oznacza wystąpienie przekroczenia normy dotyczącej rozważanej substancji na danym stanowisku pomiarowym w roku.

W przypadku niektórych zanieczyszczeń prezentowano trendy z wielolecia na podstawie parametrów uśrednianych w kolejnych latach dla wszystkich stanowisk określonej kategorii (np. wszystkie stanowiska w miastach). Mając na uwadze fakt, że system pomiarowy w kolejnych latach ulegał zmianom, a na niektórych stanowiskach zdarzały się przerwy

w pomiarach uniemożliwiające prawidłowe obliczenie określonych parametrów statystycznych z serii wyników pomiarów w danym roku, zestawy stanowisk, z których wyniki uwzględniane były w obliczeniach uśrednionego wskaźnika, mogły się zmieniać z roku na rok, co może do pewnego stopnia zaburzać uzyskane trendy stężeń. W miarę dalszej stabilizacji systemu pomiarowego, wskaźnik ten, stosowany do analizy trendów, będzie mniej narażony na wpływ zaburzających czynników opisanych powyżej.

3. Ocena zanieczyszczenia powietrza w aglomeracjach i w dużych miastach

3.1. Dwutlenek siarki

Kryteria oceny

Wartości dopuszczalnych poziomów (stężeń) dwutlenku siarki w powietrzu oraz dopuszczane częstości ich przekraczania, obowiązujące w Polsce wg rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, ustanowione w celu ochrony zdrowia, podano w tabeli 3.1-1.

Tabela 3.1-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem siarki - ochrona zdrowia

Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom SO ₂ w powietrzu [µg/m ³]	Dopuszczana częstość przekroczenia dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	Parametr odpowiadający wartości normowanej
jedna godzina	350	24 razy	Percentyl S99.7
24 godziny	125	3 razy	Percentyl S99.2

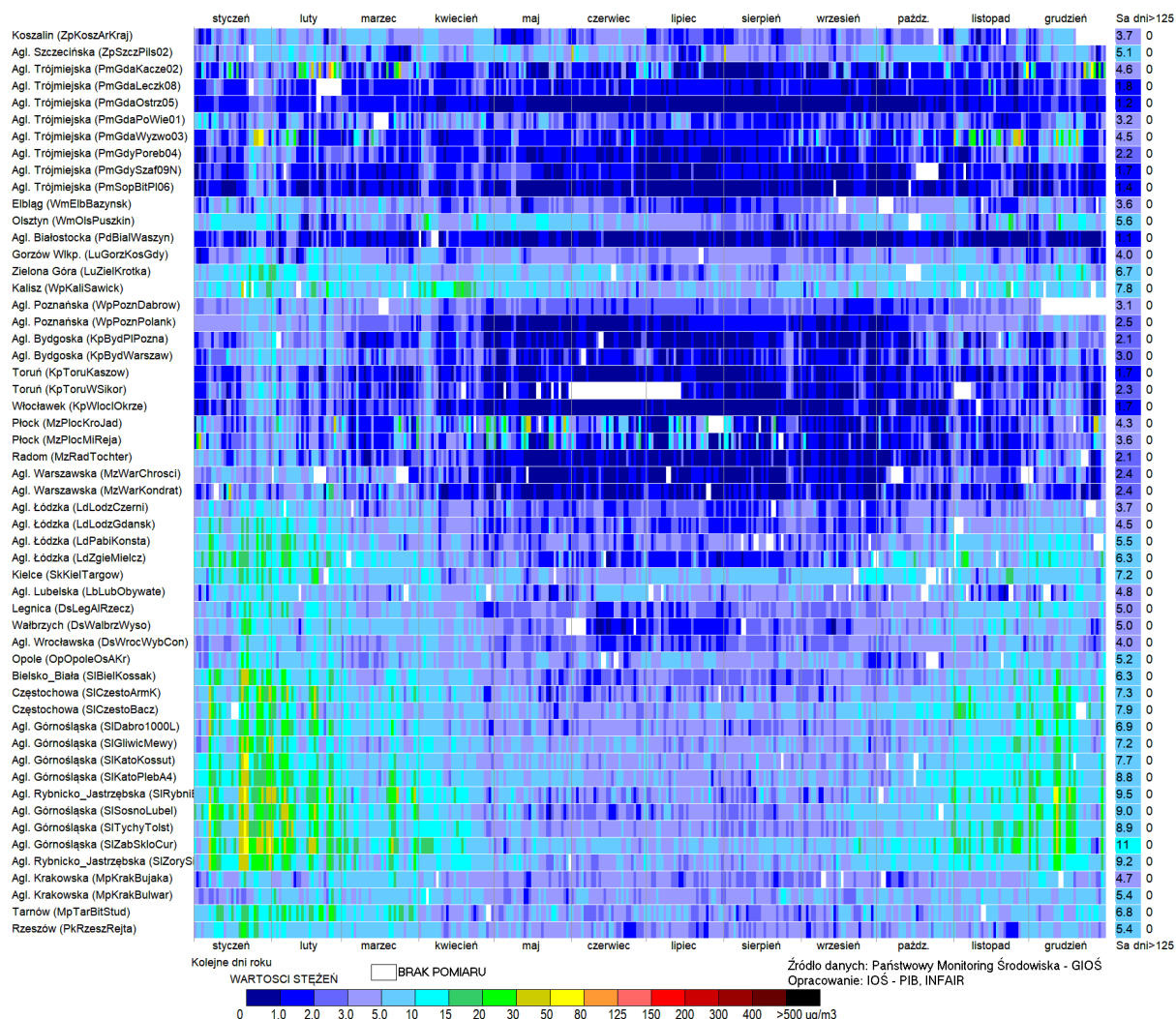
Dla SO₂ w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu określono poziom alarmowy – 500 µg/m³ dla stężeń 1-godz. Poziom alarmowy uznaje się za przekroczony, jeżeli stężenia 1-godz. SO₂ są wyższe od 500 µg/m³ przez trzy kolejne godziny w punktach pomiarowych reprezentujących jakość powietrza na obszarze o powierzchni co najmniej 100 km² albo na obszarze strefy zależnie od tego, który z tych obszarów jest mniejszy.

Zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem siarki w aglomeracjach i w dużych miastach

W ocenie zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem siarki za rok 2019 uwzględniono 12 aglomeracji oraz 18 dużych miast (o liczbie mieszkańców powyżej 100 tysięcy, nie będących aglomeracjami). W ocenie stężeń średnich dobowych SO₂ i stężeń 1-godzinnych wykorzystano wyniki pomiarów z 54 stanowisk pomiarów automatycznych.

Przebieg stężeń 24-godz. SO₂ na poszczególnych stanowiskach uwzględnionych w analizach przedstawiono na Rys. 3-1 (mozaika). Na rysunku dla każdego stanowiska kolejne wartości stężenia 24-godz. SO₂ oznaczone są kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). W pierwszej kolejności prezentowane są wyniki pomiarów stężeń z miast położonych na północnym zachodzie kraju (woj. zachodniopomorskie), a w dalszej kolejności z miast położonych dalej

na wschód i południe, kończąc na stacjach z Rzeszowa w woj. podkarpackim. Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia średniego rocznego zmierzone na każdym ze stanowisk w całym 2019 r. (obliczane jako średnia arytmetyczna z dostępnych wyników pomiarów stężeń 24-godz.) oraz liczbę dni ze stężeniem 24-godz. wyższym od $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dozwolone jest do trzech dni z przekroczeniami w roku).



Rys. 3-1. Stężenia 24-godzinne i średnie roczne SO_2 oraz liczba dni ze stężeniem dobowym wyższym od $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w 2019 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Parametrem odpowiadającym wartości normatywnej określonej dla 24-godzinnych stężeń SO_2 jest percentyl S99.2¹. Jego wartości, uzyskane z pomiarów na terenie aglomeracji i miast uwzględnionych w ocenie, wynosiły w 2019 roku od $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (na stacji PmGdaOstrz05)

¹ w przypadku pełnej serii wyników pomiarów 24-godz. stężeń SO_2 percentyl S99.2 przekracza wartość $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, gdy w serii jest więcej niż dozwolone 3 przypadki przekroczeń wartości dopuszczalnej $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Przekroczenie wartości $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez percentyl S99.2 z pełnej serii wyników pomiarów stężeń dobowych SO_2 jest równoznaczne z przekroczeniem poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń 24-godz. we wspomnianym rozporządzeniu MŚ.

w Aglomeracji Trójmiejskiej do 49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Rybniku i 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (na stacji PmGdaKacze02 w Aglomeracji Trójmiejskiej) - Tab. 3.1-2.

Tabela 3.1-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii 24-godz. i 1-godz. pomiarów stężeń SO_2 prowadzonych w 2019 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

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

Lp.	Aglomeracja /miasto	Liczba stanowisk ¹⁾	Percentyl S99.2 ze stężeń 24-godz. SO_2			Percentyl S99.7 ze stężeń 1-godz. SO_2		
			Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$
1	Aglomeracja Białostocka	1	4	4	4	8	8	8
2	Aglomeracja Bydgoska	2	9	10.1	11	17	18.2	20
3	Aglomeracja Górnośląska	7	25	33.5	45	40	55.7	78
4	Aglomeracja Krakowska	2	14	14.0	14	22	23.9	26
5	Aglomeracja Lubelska	1	12	12	12	20	20	20
6	Aglomeracja Łódzka	4	11	17.0	21	21	34.1	56
7	Aglomeracja Poznańska	2	7	7.3	8	10	10.7	11
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2	42	45.5	49	56	70.8	86
9	Aglomeracja Szczecińska	1	13	13	13	31	31	31
10	Aglomeracja Trójmiejska	8	3	17.5	55	5	44.7	138
11	Aglomeracja Warszawska	2	7	10.1	13	11	26.7	42
12	Aglomeracja Wrocławska	1	12	12	12	21	21	21
13	Bielsko-Biała	1	30	30	30	50	50	50
14	Częstochowa	2	29	31.1	33	49	49.9	51
15	Elbląg	1	10	10	10	22	22	22
16	Gorzów Wielkopolski	1	11	11	11	13	13	13
17	Kalisz	1	21	21	21	45	45	45
18	Kielce	1	20	20	20	29	29	29
19	Koszalin	1	8	8	8	10	10	10
20	Legnica	1	15	15	15	30	30	30
21	Olsztyn	1	19	19	19	32	32	32
22	Opole	1	14	14	14	25	25	25
23	Płock	2	19	27.1	36	66	79.8	94
24	Radom	1	8	8	8	14	14	14
25	Rzeszów	1	19	19	19	31	31	31
26	Tarnów	1	24	24	24	43	43	43
27	Toruń	2	6	8.4	11	10	13.5	17
28	Wałbrzych	1	18	18	18	30	30	30
29	Włocławek	1	7	7	7	12	12	12
30	Zielona Góra	1	17	17	17	21	21	21
	Polska	54	3	19.1	55	5	36.2	138

Objaśnienia do tabeli 3.1-2:

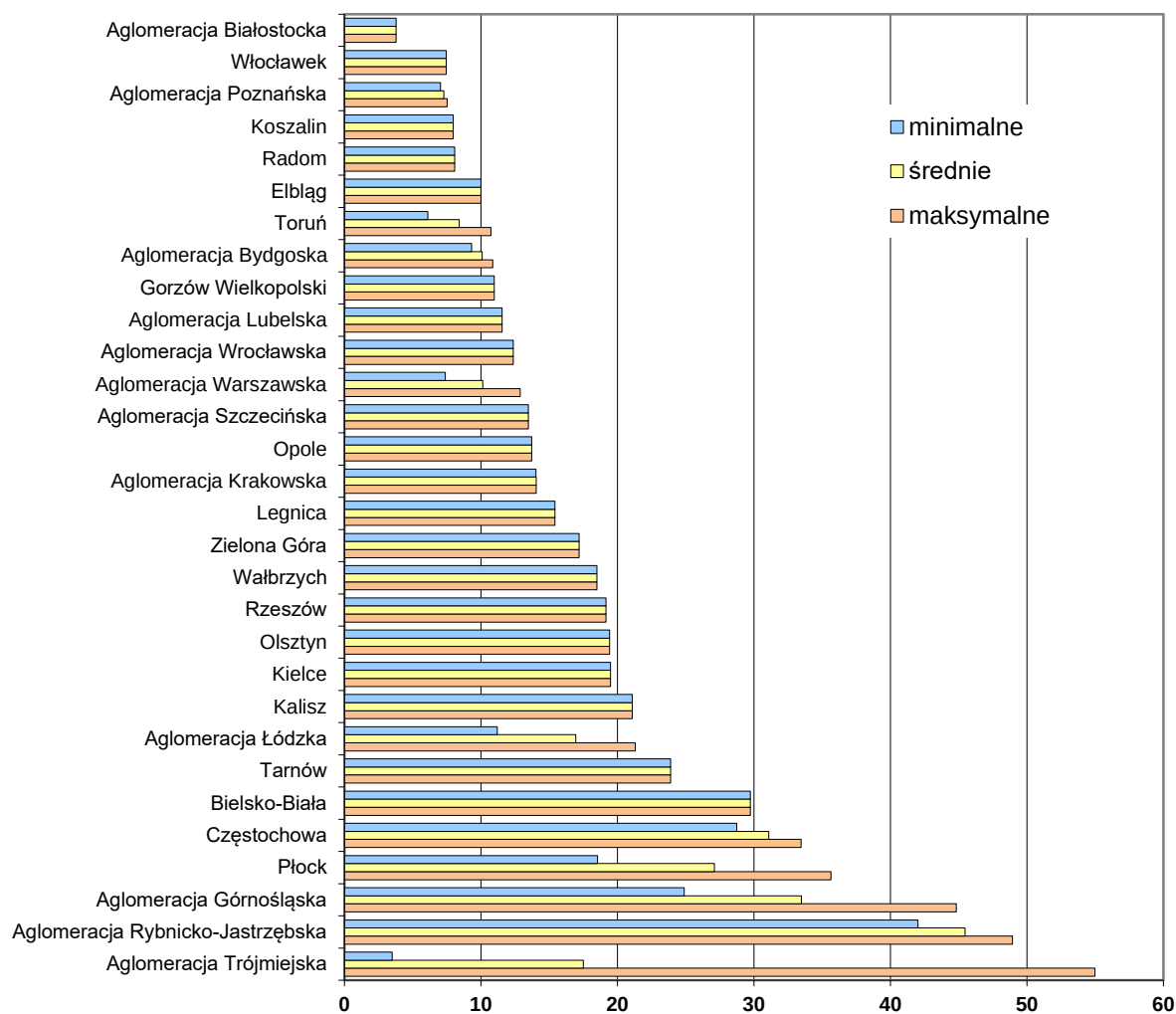
¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie,

²⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2019 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście

W miastach lub aglomeracjach, w których liczba stanowisk była większa niż jedno, wartości uśrednione S99.2 dla miasta mieściły się w granicach od 7.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Aglomeracja Poznańska) do 45.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska). W przypadku miast

i aglomeracji, w których uwzględniono wyniki pomiarów z jednego stanowiska, wartości percentyla S99.2 wynosiły od 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Aglomeracja Białostocka) do 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Bielsko-Biała) - (Rys. 3-2).

Na żadnym z rozważanych w niniejszej ocenie 54 stanowisk pomiarowych w 2019 roku nie została przekroczona normatywna wartość stężenia 24-godz. SO_2 (Tab. 3.1-2). Na wszystkich rozważanych stanowiskach wartość percentyla S99.2 była niższa od połowy poziomu dopuszczalnego.



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

S99.2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Rys. 3-2. Wartości percentyla S99.2 ze stężeń 24-godzinnych SO_2 uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2019 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (poziom dopuszczalny $\text{D}_{24}=125 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Wartości percentyla S99.7² na terenie aglomeracji i dużych miast wynosiły w 2019 roku od 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 138 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Wartości uśrednione dla aglomeracji lub miast, w których w ocenie

² w przypadku pełnej serii pomiarowej stężeń 1-godz. SO_2 , percentyl S99.7 przekracza wartość 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, gdy w serii jest więcej niż dozwolone 24 przypadki przekroczeń poziomu dopuszczalnego 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Przekroczenie

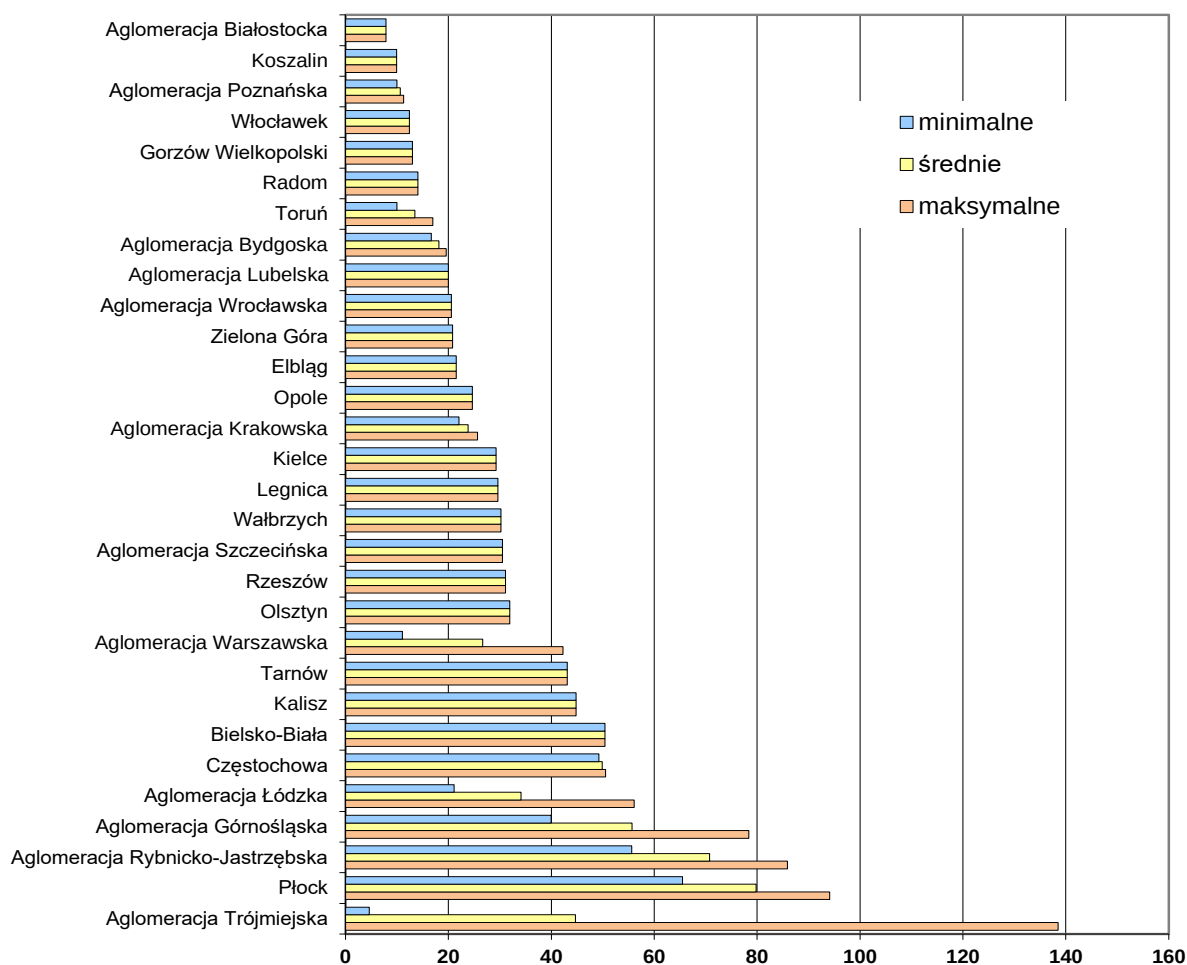
uwzględniono kilka stanowisk pomiarowych, wynosiły od 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Aglomeracja Poznańska) do 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Płock) - Tab. 3.1-2, Rys. 3-3. W aglomeracjach i miastach, w których do oceny można było wykorzystać dane z jednego stanowiska, wartości percentyla S99.7 mieściły się w granicach od 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Aglomeracja Białostocka) do 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Bielsko-Biała).

Na stanowiskach z najwyższymi wartościami percentyla S99.7 ze stężeń 1-godz. SO_2 w poszczególnych aglomeracjach i miastach, jego wartości mieściły się w zakresie od wspomnianych wcześniej 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Aglomeracji Białostockiej do 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Bielsku-Białej.

Najwyższe wartości percentyla S99.7 na terenie rozważanych aglomeracji i miast nie przekraczały 40% wartości dopuszczalnej. Na dwóch stacjach, w Gdańsku (3 przypadki) i Szczecinie (2 przypadki), wystąpiły stężenia wyższe od 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ale z częstotnością znacznie niższą od dozwolonych 24 przypadków w roku. Na pozostałych stacjach stężenia były niższe od 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Oznacza to, że poziom dopuszczalny dla stężeń 1-godz. SO_2 na wszystkich rozważanych stacjach był dotrzymany.

Stężenia maksymalne 1-godz. SO_2 w zależności od stanowiska wynosiły od 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Gorzowie Wielkopolskim do 516 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Gdańsku. W Gdańsku stężenie wyższe od 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiło tylko raz – poziom alarmowy określony dla stężeń 1-godz. SO_2 nie został zatem przekroczony (poziom alarmowy uznaje się za przekroczony, jeżeli stężenia 1-godz. SO_2 są wyższe od 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ przez trzy kolejne godziny).

wartości 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ przez percentyl S99.7 z pełnej serii wyników pomiarów stężeń 1-godz. SO_2 jest równoznaczne z przekroczeniem poziomu dopuszczalnego określonego w rozporządzeniu MŚ dla stężeń 1-godzinnych.



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

S99.7 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Rys. 3-3. Wartości percentyla S99.7 ze stężeń 1-godzinnych SO_2 uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2019 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Średnie roczne stężenia SO_2 (dla których prawo krajowe i UE nie określa poziomu dopuszczalnego pod kątem ochrony zdrowia) na stanowiskach pomiarowych w rozważanych aglomeracjach i miastach w 2019 roku wynosiły od 1.1 do 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe wartości uzyskano z pomiarów na stanowiskach w Aglomeracji Górnośląskiej, najniższe w Aglomeracji Białostockiej.

Trendy zmian stężeń dwutlenku siarki na wybranych stacjach w aglomeracjach

Średnie roczne stężenia SO_2 na wybranych stacjach, znajdujących się na terenie aglomeracji, wykazywały ogólną tendencję malejącą na większości stanowisk w latach 1993-2005. W roku 2006 nastąpił dość znaczący wzrost stężeń, w stosunku do obserwowanych w 2005, niemal na wszystkich stanowiskach uwzględnionych w analizie trendów (Rys. 3-4). Wzrost ten był wynikiem występowania niekorzystnych warunków meteorologicznych w okresie zimowym, sprzyjających zwiększonej emisji dwutlenku siarki z procesów spalania paliw w celach grzewczych (duże spadki temperatury powietrza) i kumulowaniu się zanieczyszczeń w przyziemnej warstwie atmosfery (utrzymująca się stagnacja powietrza w warunkach wyżowych).

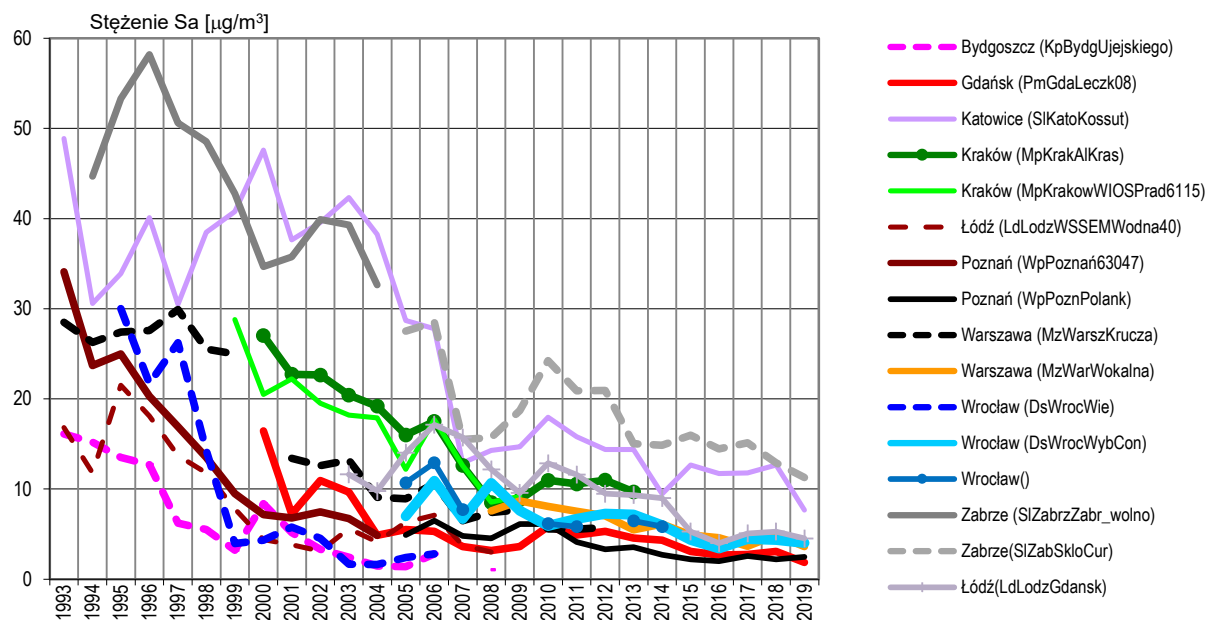
Po spadku stężeń w następnych latach jednoczesny wzrost stężeń na większości stacji zanotowano w 2010 roku. W kolejnych latach na większości stacji stężenia średnie roczne SO₂ na większości stacji stopniowo zmniejszały się.

W 2018 r. na większości stanowisk uwzględnionych na wykresie (5 z 7) miał miejsce niewielki wzrost stężeń w stosunku do roku poprzedniego, w 2019 r. na 6 z 7 stanowisk zanotowano spadek stężeń średnich rocznych SO₂.

Stężenia notowane w ciągu ostatnich dziesięciu lat były znacznie niższe niż stężenia występujące w latach wcześniejszych.

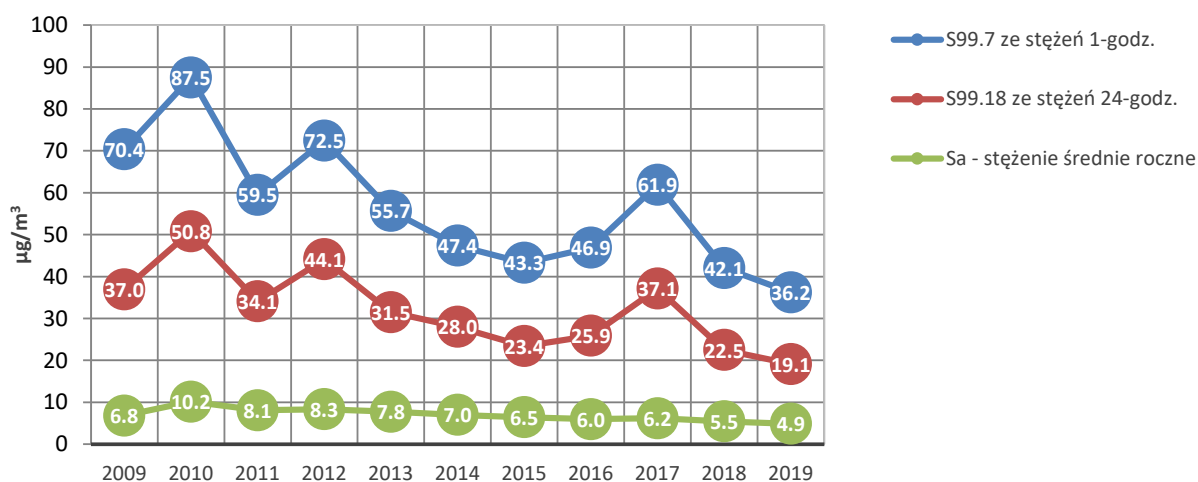
Uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach, wartości odpowiednich parametrów dla lat 2009-2019 pokazują, że w okresie tym wartości tych parametrów zmieniały się w zakresie od -40% do +58% w stosunku do wartości średniej dla wielolecia 2009-2019 (Rys. 3-5). Zauważalny jest trend malejący każdego ze wskaźników. Najwyższe stężenia wystąpiły w 2010 r. Stężenia w 2012 r. były wyższe od stężeń z roku poprzedniego. W latach 2013 - 2015 miał miejsce coroczny spadek wszystkich uśrednionych wskaźników. W 2016 r. zanotowano niewielki wzrost wskaźników dla stężeń 1-godz. (8%) i 24-godz. (11%) oraz spadek (7%) w przypadku stężeń średnich rocznych. W 2017 r. nastąpił wzrost wartości wszystkich trzech wskaźników, natomiast w 2018 r. znaczący ich spadek. W 2019 r. miał miejsce dalszy spadek wszystkich wskaźników. W rezultacie wskaźniki dla 2019 r. były najniższe spośród prezentowanych na wykresie dla okresu 2009-2019.

Obserwowane w ostatnich latach zmiany stężeń SO₂ na terenie rozważanych miast i aglomeracji, ich czasowe spadki lub wzrosty, są w znaczącej części wynikiem zmienności warunków meteorologicznych w kolejnych latach i powiązanej z tym zmiany emisji zanieczyszczeń związanej ze spalaniem paliw stałych w celu ogrzewania budynków.



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

Rys. 3-4. Stężenie średnie roczne dwutlenku siarki w latach 1993-2019 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce



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

Rys. 3-5. Uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach (znajdujących się na terenie aglomeracji i dużych miast) stężenie średnie roczne, percentyl 99.2 ze stężeń dobowych i percentyl 99.7 ze stężeń 1-godz. dla dwutlenku siarki (SO_2) w latach 2009-2019

3.2. Dwutlenek azotu

Kryteria oceny

Wartościami kryterialnymi w ocenie zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem azotu są określone rozporządzeniu Ministra Środowiska dopuszczalne poziomy (stężenia) dwutlenku azotu w powietrzu określone dla stężeń 1-godzinnych i dla stężenia średniego rocznego (tabela 3.2-1).

Tabela 3.2-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem azotu - ochrona zdrowia

Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom NO_2 w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Dopuszczana częstość przekroczenia dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	Parametr odpowiadający wartości normowanej
jedna godzina	200	18 razy	Percentyl S99.8
rok kalendarzowy	40	Nie dotyczy	Sa

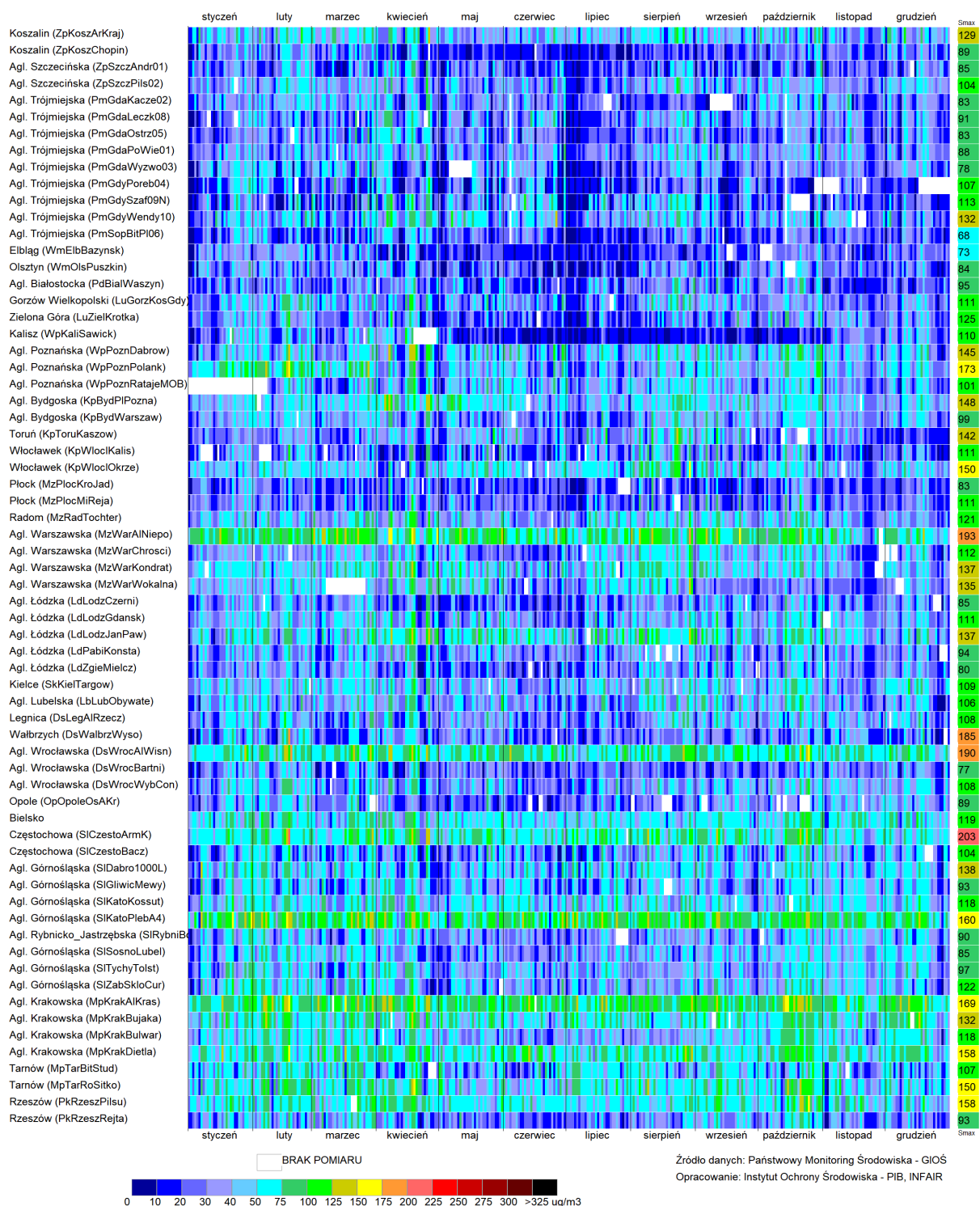
Dla NO_2 w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu określono poziom alarmowy – $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 1-godz. Poziom alarmowy uznaje się za przekroczony, jeżeli stężenia 1-godz. NO_2 są wyższe od $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez trzy kolejne godziny w punktach pomiarowych reprezentujących jakość powietrza na obszarze o powierzchni co najmniej 100 km^2 albo na obszarze strefy zależnie od tego, który z tych obszarów jest mniejszy.

Zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem azotu w aglomeracjach i w dużych miastach

Ocenę stężeń NO_2 w 2019 roku na terenie aglomeracji i miast o liczbie mieszkańców przekraczającej 100 tys. nie wchodzących w skład aglomeracji, opracowano na podstawie wyników pomiarów z 66 stanowisk (w tym 49 stanowisk tła, 15 komunikacyjnych i 2 przemysłowe), znajdujących się na terenie 12 aglomeracji i 18 miast.

Przebieg maksimumów dobowych ze stężeń 1-godz. NO_2 na poszczególnych stanowiskach uwzględnionych w analizach przedstawiono na Rys. 3-6 (mozaika). Na rysunku, dla każdego stanowiska każda wartość maksimum dobowego ze stężeń 1-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. Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia maksymalnego 1-godzinnego zmierzone na każdym ze stanowisk w całym 2019 r.

Na stacjach tła stężenia NO_2 w sezonie chłodnym były najczęściej wyższe niż latem. Stężenia NO_2 na stacjach komunikacyjnych zlokalizowanych przy ulicach o dużym natężeniu ruchu samochodów były wyraźnie wyższe niż na stacjach tła miejskiego. Podwyższone stężenia NO_2 na stacjach komunikacyjnych notowane były również w sezonie letnim.



Rys. 3-6. Przebieg maksimów dobowych ze stężeń 1-godz. NO₂ w 2019 na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie

Wartości stężeń średnich rocznych Sa NO₂ uzyskane z pomiarów w rozważanych aglomeracjach i miastach mieściły się w granicach od 12 µg/m³ w pięciu miastach i aglomeracjach do 57 µg/m³ w Krakowie (Tab. 3.2-2, Rys. 3-7). Stężenia uśrednione w skali aglomeracji lub miasta, w których w ocenie wykorzystano pomiary prowadzone na więcej niż jednym stanowisku, wynosiły od 13 µg/m³ (Płock) do 39 µg/m³ (Aglomeracja Krakowska). W aglomeracjach lub miastach, w których uwzględniono pojedyncze stanowiska, średnie

roczne stężenia NO₂ na tych stanowiskach wynosiły od 11 µg/m³ (Elbląg i Kalisz) do 30 µg/m³ (Bielsko-Biała).

Tabela 3.2-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii 24-godz. i 1-godz. pomiarów stężeń NO₂ prowadzonych w 2019 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

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

Lp.	Aglomeracja /miasto	Liczba stanowisk ¹⁾	Stężenie średnie roczne Sa NO ₂				Percentyl S99.8 ze stężeń 1-godz. NO ₂		
			Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	1		13	13	13	72	72	72
2	Aglomeracja Bydgoska	2		19	22.7	26	72	88.4	105
3	Aglomeracja Górnośląska	7	1	21	27.5	54	73	92,5	140.2
4	Aglomeracja Krakowska	4	2	25	39.0	57	89	114	137
5	Aglomeracja Lubelska	1		19	19	19	88	88	88
6	Aglomeracja Łódzka	5		15	19.4	28	67	83.0	115
7	Aglomeracja Poznańska	3		18	21.7	25	79	99.6	113
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		20	20	20	74	74	74
9	Aglomeracja Szczecińska	2		12	15.8	19	66	69.2	72
10	Aglomeracja Trójmiejska	9		12	14.9	19	55	71.6	87
11	Aglomeracja Warszawska	4	1	22	29.5	50	79	101.2	140.0
12	Aglomeracja Wrocławska	3	1	14	26.1	44	60	92.6	133
13	Bielsko-Biała	1		30	29.58	30	94	94	94
14	Częstochowa	2		18	28.4	39	83	103.7	125
15	Elbląg	1		12	12.08	12	51	51	51
16	Gorzów Wielkopolski	1		18	18	18	80	80	80
17	Kalisz	1		12	12.30	12	70	70	70
18	Kielce	1		21	21	21	80	80	80
19	Koszalin	2		12	17.3	22	57	72.0	87
20	Legnica	1		18	18	18	76	76	76
21	Olsztyn	1		13	13	13	58	58	58
22	Opole	1		17	17	17	69	69	69
23	Płock	2		13	13.3	14	60	66	72
24	Radom	1		22	22	22	91	91	91
25	Rzeszów	2		16	24.6	33	79	91.9	105
26	Tarnów	2		20	23.1	27	88	99.3	111
27	Toruń	1		18	18.1	18	88	88.0	88
28	Wałbrzych	1		13	13	13	71	71	71
29	Włocławek	2		13	18.9	25	81	85.1	89
30	Zielona Góra	1		15	15	15	76	76	76
	Razem	66	5	12	21.7	57	51	85.4	140.2

Objaśnienia do tabeli 3.2-2:

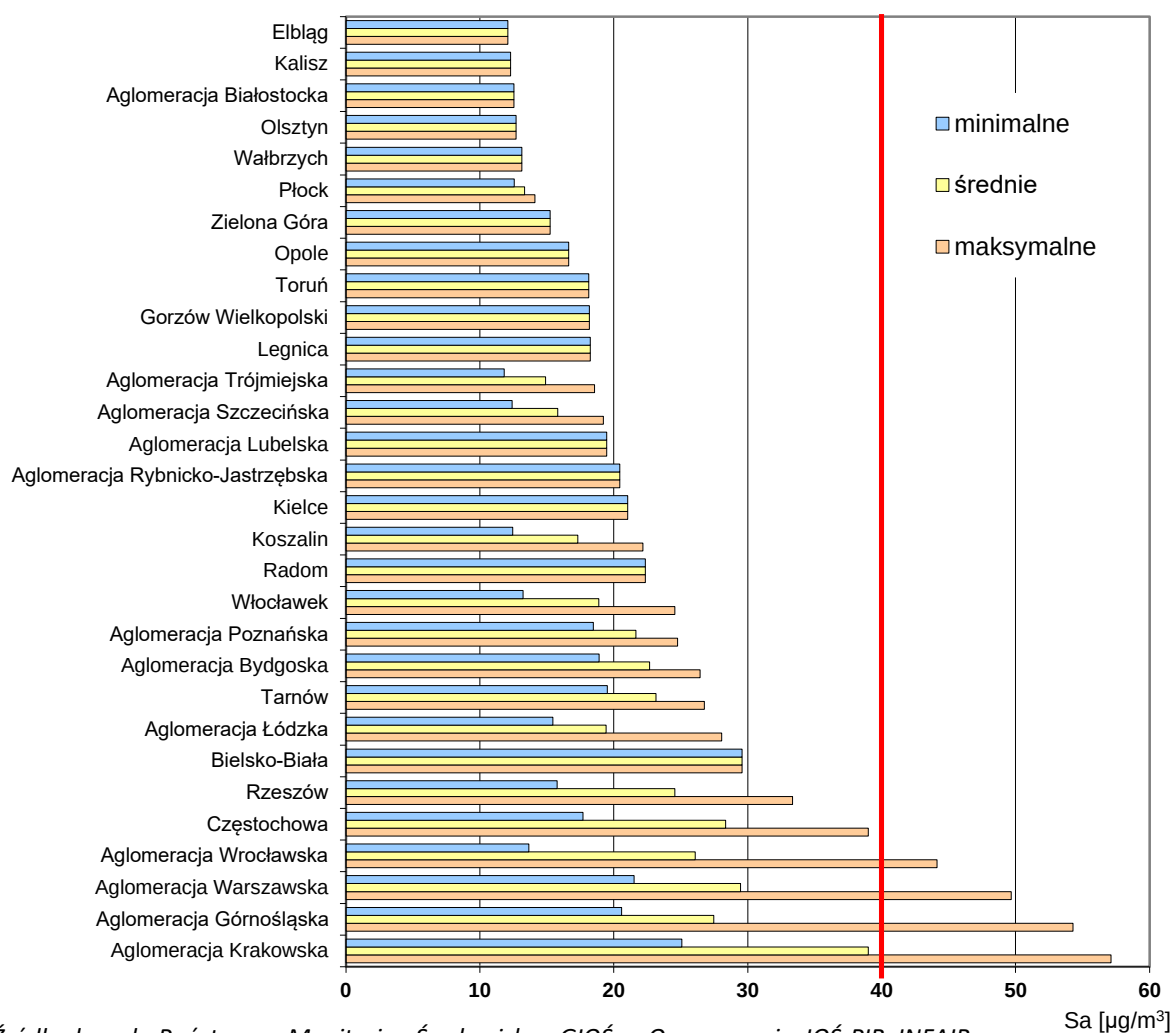
¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ liczba stanowisk, na których wartość określonego parametru była wyższa od odpowiedniego stężenia dopuszczalnego

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2019 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju

Stężenia średnie roczne na stanowiskach, gdzie ich wartości były najwyższe w danej aglomeracji lub mieście, mieściły się w granicach od 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe stężenia Sa uzyskano na stanowisku komunikacyjnym w Aglomeracji Krakowskiej (57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), znajdującym się w strefie bezpośredniego oddziaływania emisji związanej z ruchem drogowym. Stężenia średnie roczne NO_2 na tym i dodatkowych 4 stanowiskach komunikacyjnych były wyższe od poziomu dopuszczalnego, wynoszącego 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Na pozostałych 61 stanowiskach w aglomeracjach i w dużych miastach stężenia średnie roczne były niższe od poziomu dopuszczalnego. Na 53% stanowisk uwzględnionych w ocenie stężenia średnie roczne NO_2 nie przekraczały połowy poziomu dopuszczalnego.

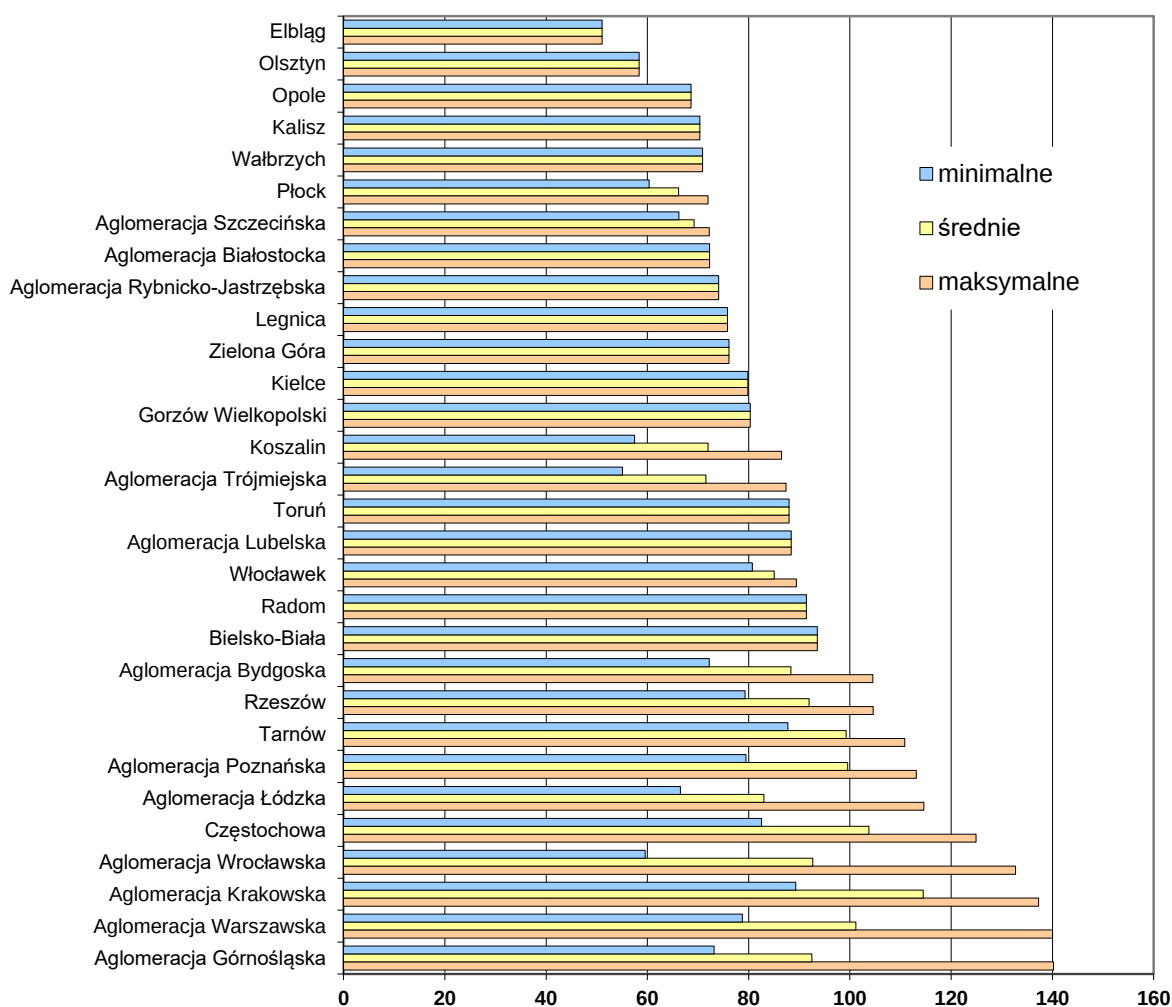


Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - GIOŚ Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Rys. 3-7. Średnie roczne stężenia NO_2 uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2019 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Wartości percentyla S99.8³ uzyskane z pomiarów na terenie aglomeracji i miast uwzględnionych w ocenie, wynosiły w 2019 roku od 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Elblągu do 140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanowiskach komunikacyjnych w Aglomeracji Górnośląskiej i w Warszawie (Tab. 3.2-2, Rys. 3-8). Stężenia 1-godz. NO_2 nie przekraczały poziomu dopuszczalnego na żadnym stanowisku.

W aglomeracjach lub miastach, w których znajdowało się kilka stanowisk pomiarowych, uśrednione wartości percentyla wynosiły od 66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Płock) do 114 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Aglomeracja Krakowska). W aglomeracjach i miastach, dla których w ocenie uwzględniono jedno stanowisko pomiarowe stężenie NO_2 , wartości rozważanego percentyla wynosiły od 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Elbląg) do 94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Bielsko-Biała).



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

Rys. 3-8. Wartości percentyla S99.8 ze stężeń 1-godzinnych NO_2 uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2019 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

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

Jak wspomniano wcześniej, w 2019 r. na żadnym spośród 66 stanowisk uwzględnionych w ocenie nie zanotowano przekroczeń poziomu dopuszczalnego - wartość percentyla S99.8 dla stężeń 1-godzinnych dwutlenku azotu nie przekraczała $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na trzynastu stanowiskach, z których 10 to stanowiska komunikacyjne, wartość percentyla S99.8 przekroczyła $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (50% D1). Na pozostałych 80% stanowisk stężenia NO_2 były niższe.

Poziom $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przekroczony został przez stężenie 1-godz. NO_2 tylko jeden raz i tylko na jednym spośród 66 stanowisk – na stanowisku komunikacyjnym w Częstochowie. Zanotowano tam maksymalne stężenie 1-godz. $203 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Krotność przekroczeń była tam zatem znacznie niższa od dozwolonych 18 przypadków w roku kalendarzowym. Oznacza to, że poziom dopuszczalny NO_2 określony dla stężeń 1-godz. nie był przekroczony.

Poziom alarmowy – $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – nie był przekroczony w 2019 r. na żadnym z rozważanych stanowisk.

Trendy zmian stężeń dwutlenku azotu na wybranych stacjach w aglomeracjach

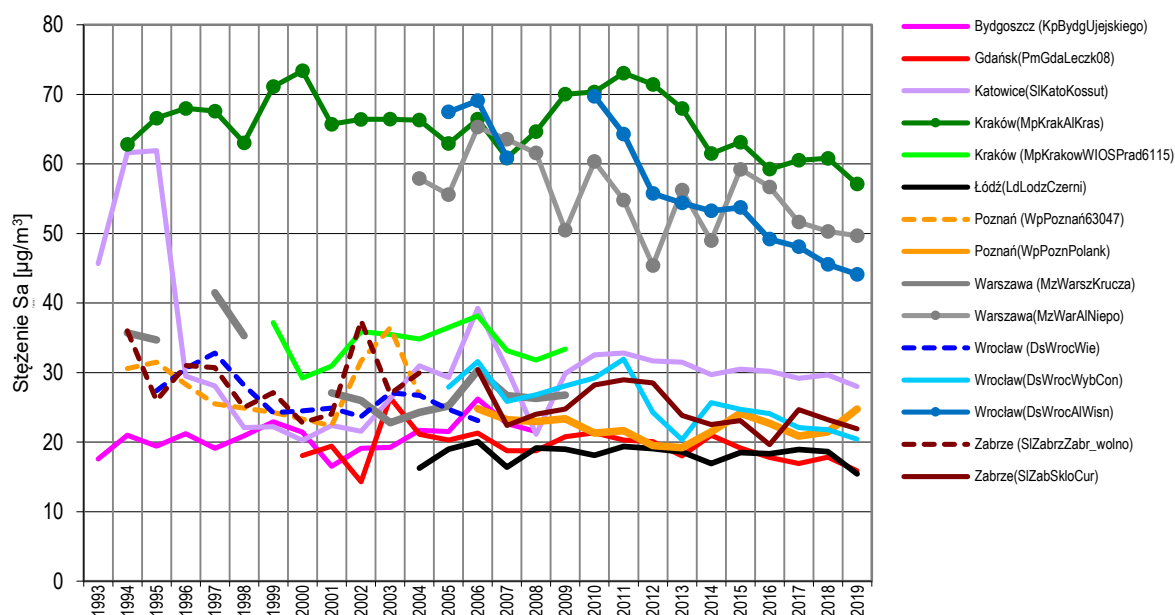
W latach 1993-2019 stężenia średnie roczne NO_2 na większości stanowisk tła miejskiego uwzględnionych w analizie trendów (Rys. 3-9) zawierały się w granicach $15\text{-}40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ich wartości ulegały zmianom w poszczególnych latach, jednak bez określonych tendencji (rosnącej lub malejącej) w dłuższym okresie, wspólnych dla większości stacji. W 2019 r. stężenia średnie roczne NO_2 na 5 z 6 stanowisk tła miejskiego, z których wyniki prezentowane są na wykresie, były niższe niż rok wcześniej.

Stężenia średnie roczne na stacjach komunikacyjnych uwzględnionych w analizie zmieniały się w zakresie od 44 do $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Były one zatem około dwukrotnie wyższe niż na analizowanych stanowiskach tła miejskiego.

W 2006 roku można było zaobserwować widoczny wzrost stężeń na większości rozważanych stanowisk, w tym również na stanowiskach komunikacyjnych. Jego przyczyną były niekorzystne warunki meteorologiczne w okresie zimowym (duże spadki temperatury powietrza, długo utrzymujące się inwersje hamujące rozpraszanie zanieczyszczeń w atmosferze).

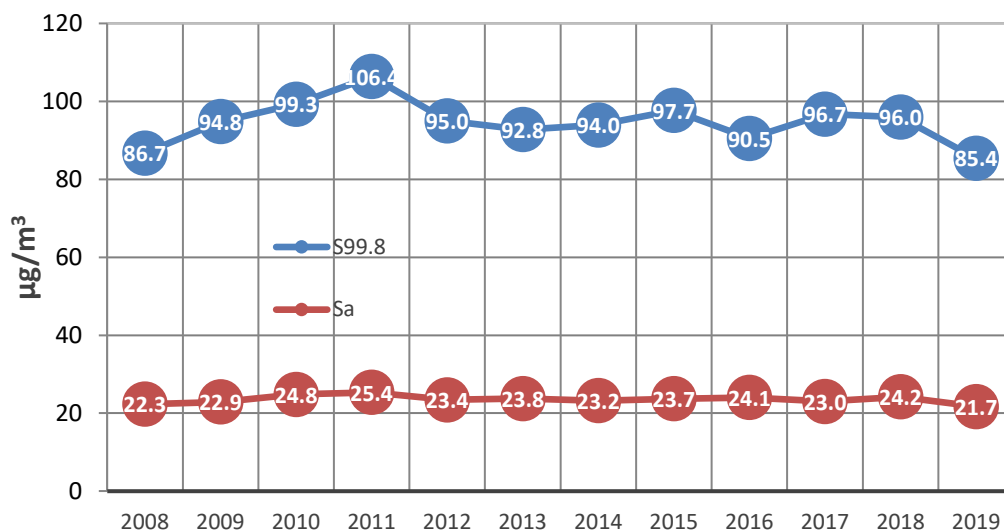
W latach 2011-2014 wystąpił znaczący spadek stężeń Sa NO_2 na stanowisku komunikacyjnym w Krakowie, później w latach 2016-2018 stężenia utrzymywały się na zbliżonym poziomie, w 2019 r. obniżyły się. W przypadku stanowiska komunikacyjnego w Warszawie wyraźna tendencja spadkowa stężeń wystąpiła w latach 2015-2019, a na stanowisku we Wrocławiu w latach 2010-2019.

Uśrednione dla wszystkich stanowisk, uwzględnionych w analizach, wartości odpowiednich parametrów dla lat 2008-2019 pokazują, że w okresie tym wartości tych parametrów zmieniały się w zakresie od -10% do $+12\%$ w stosunku do wartości średniej dla wielolecia (Rys. 3-10). W latach 2008-2011 stężenia rosły. W latach 2012-2018 stężenia były niższe od stężeń z 2011 r. i zbliżone do wartości średnich dla wielolecia 2008-2019. W 2019 r. nastąpił spadek stężeń - uśrednione stężenie średnie roczne NO_2 i percentyl S99.8 były o ok. 10% niższe niż rok wcześniej.



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

Rys. 3-9. Stężenie średnie roczne dwutlenku azotu w latach 1993-2019 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce (linie z kropkami oznaczają stanowiska „komunikacyjne”)



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

Rys. 3-10. Uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach (zlokalizowanych na terenie aglomeracji i dużych miast) stężenie średnie roczne Sa i percentyl S99.8 ze stężeń 1-godz. dla dwutlenku azotu (NO₂) w latach 2008-2019

3.3. Tlenek węgla

Kryteria oceny

Wartością kryterialną w ocenie zanieczyszczenia powietrza tlenkiem węgla jest dopuszczalny poziom (stężenie) tlenku węgla w powietrzu ustalony dla stężenia 8-godzinnego. Poziom dopuszczalny, ustanowiony w celu ochrony zdrowia, określony został w rozporządzeniu MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (tabela 3.3-1).

Tabela 3.3-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza tlenkiem węgla - ochrona zdrowia

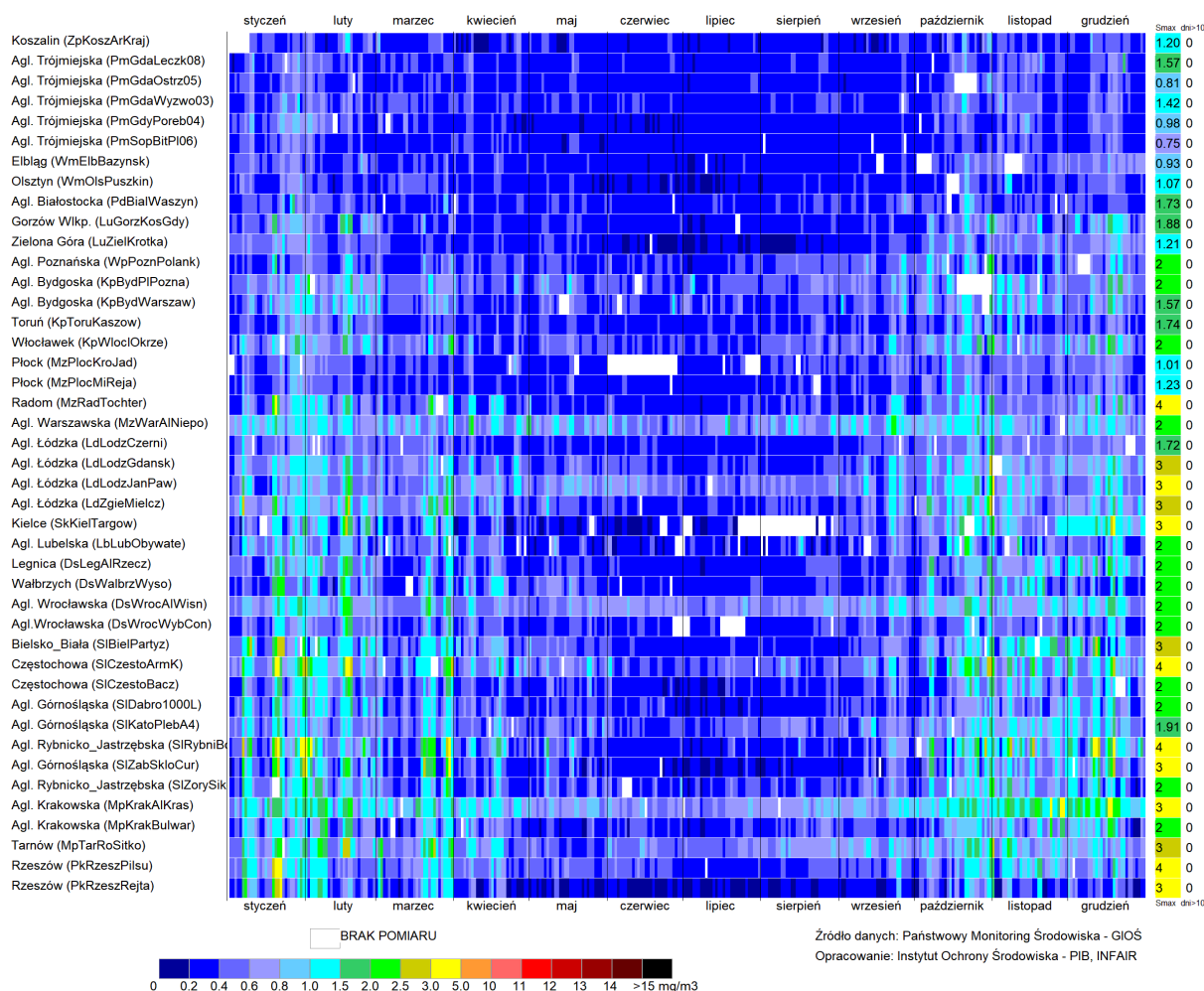
Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom CO w powietrzu [mg/m ³]	Dopuszczana częstość przekroczenia dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	Parametr odpowiadający wartości normowanej
8 godzin*	10	0 (normowana jest wartość maksymalna)	S8max

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

Zanieczyszczenie powietrza tlenkiem węgla w aglomeracjach i w dużych miastach

W ocenie zanieczyszczenia powietrza tlenkiem węgla za 2019 rok uwzględniono wyniki pomiarów prowadzonych na 43 stanowiskach w 11 aglomeracjach i w 16 miastach o liczbie mieszkańców przekraczającej 100 tys. Rys. 3-11.

Na Rys. 3-11 dla każdego stanowiska każda wartość maksimum dobowego ze stężeń 8-godz. krocących CO oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia maksymalnego 8-godz. zmierzone na każdym ze stanowisk w całym 2019 r. oraz liczbę dni ze stężeniem maksymalnym 8-godz. wyższym od poziomu dopuszczalnego (D8=10 mg/m³).



Rys. 3-11. Maksima dobowe ze stężeń 8-godz. kroczących CO, maksimum roczne ze stężeń 8-godz. kroczących oraz liczba dni z maksimum dobowym stężenia 8-godz. kroczącego CO wyższym od poziomu dopuszczalnego 10 mg/m³ w 2019 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Wartości normowanego stężenia maksymalnego 8-godz. CO na stanowiskach zlokalizowanych na terenie rozważanych aglomeracji i miast zawierały się w granicach od 0.75 mg/m³ (na jednym ze stanowisk w Aglomeracji Trójmiejskiej) do 4.24 mg/m³ (stanowisko w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej) - Tab. 3.3-2, Rys. 3-12. Najwyższe wartości S_{8max} w aglomeracjach oraz w dużych miastach, uzyskane z pomiarów w 2019 roku, wynosiły od 0.93 mg/m³ w Elblągu do wspomnianych wcześniej 4.24 mg/m³ w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej.

Na żadnym stanowisku w rozważanych aglomeracjach i miastach stężenia tlenku węgla w 2019 roku nie przekroczyły poziomu dopuszczalnego. Na wszystkich stanowiskach maksymalne stężenie 8-godz. było niższe od 50% poziomu dopuszczalnego (D₈=10 mg/m³).

Tabela 3.3-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń CO prowadzonych w 2019 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

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

Lp.	Aglomeracja/miasto Województwo	Liczba stanowisk ²⁾	Maksimum roczne ze stężeń 8-godz. kroczących			Percentyl S98 ¹⁾ z dobowych maksymów stężeń 8-godz. kroczących.		
			Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
			[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	1	1.73	1.73	1.73	0.91	0.91	0.91
2	Aglomeracja Bydgoska	2	1.57	1.81	2.05	1.33	1.34	1.35
3	Aglomeracja Górnośląska	3	1.91	2.39	3.21	1.35	1.69	2.24
4	Aglomeracja Krakowska	2	2.36	2.79	3.22	1.64	1.97	2.30
5	Aglomeracja Lubelska	1	2.45	2.45	2.45	1.32	1.32	1.32
6	Aglomeracja Łódzka	4	1.72	2.66	3.27	0.88	1.42	1.95
7	Aglomeracja Poznańska	1	2.23	2.23	2.23	1.32	1.32	1.32
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2	2.24	3.24	4.24	1.77	2.45	3.13
9	Aglomeracja Trójmiejska	5	0.75	1.11	1.57	0.67	0.75	0.85
10	Aglomeracja Warszawska	1	2.17	2.17	2.17	1.53	1.53	1.53
11	Aglomeracja Wrocławska	2	2.07	2.12	2.18	1.32	1.56	1.80
12	Bielsko-Biała	1	2.71	2.71	2.71	2.27	2.27	2.27
13	Częstochowa	2	2.38	3.24	4.09	1.70	2.19	2.69
14	Elbląg	1	0.93	0.93	0.93	0.78	0.78	0.78
15	Gorzów Wielkopolski	1	1.88	1.88	1.88	1.58	1.58	1.58
16	Kielce	1	3.07	3.07	3.07	1.80	1.80	1.80
17	Koszalin	1	1.20	1.20	1.20	0.83	0.83	0.83
18	Legnica	1	2.21	2.21	2.21	1.71	1.71	1.71
19	Olsztyn	1	1.07	1.07	1.07	0.72	0.72	0.72
20	Płock	2	1.01	1.12	1.23	0.81	0.85	0.90
21	Radom	1	3.72	3.72	3.72	1.60	1.60	1.60
22	Rzeszów	2	3.48	3.65	3.82	1.60	1.69	1.79
23	Tarnów	1	2.77	2.77	2.77	2.24	2.24	2.24
24	Toruń	1	1.74	1.74	1.74	0.96	0.96	0.96
25	Wałbrzych	1	2.26	2.26	2.26	1.69	1.69	1.69
26	Włocławek	1	2.33	2.33	2.33	1.84	1.84	1.84
27	Zielona Góra	1	1.21	1.21	1.21	0.92	0.92	0.92
Razem		43	0.75	2.21	4.24	0.67	1.46	3.13

Objaśnienia do tabeli 3.3-2:

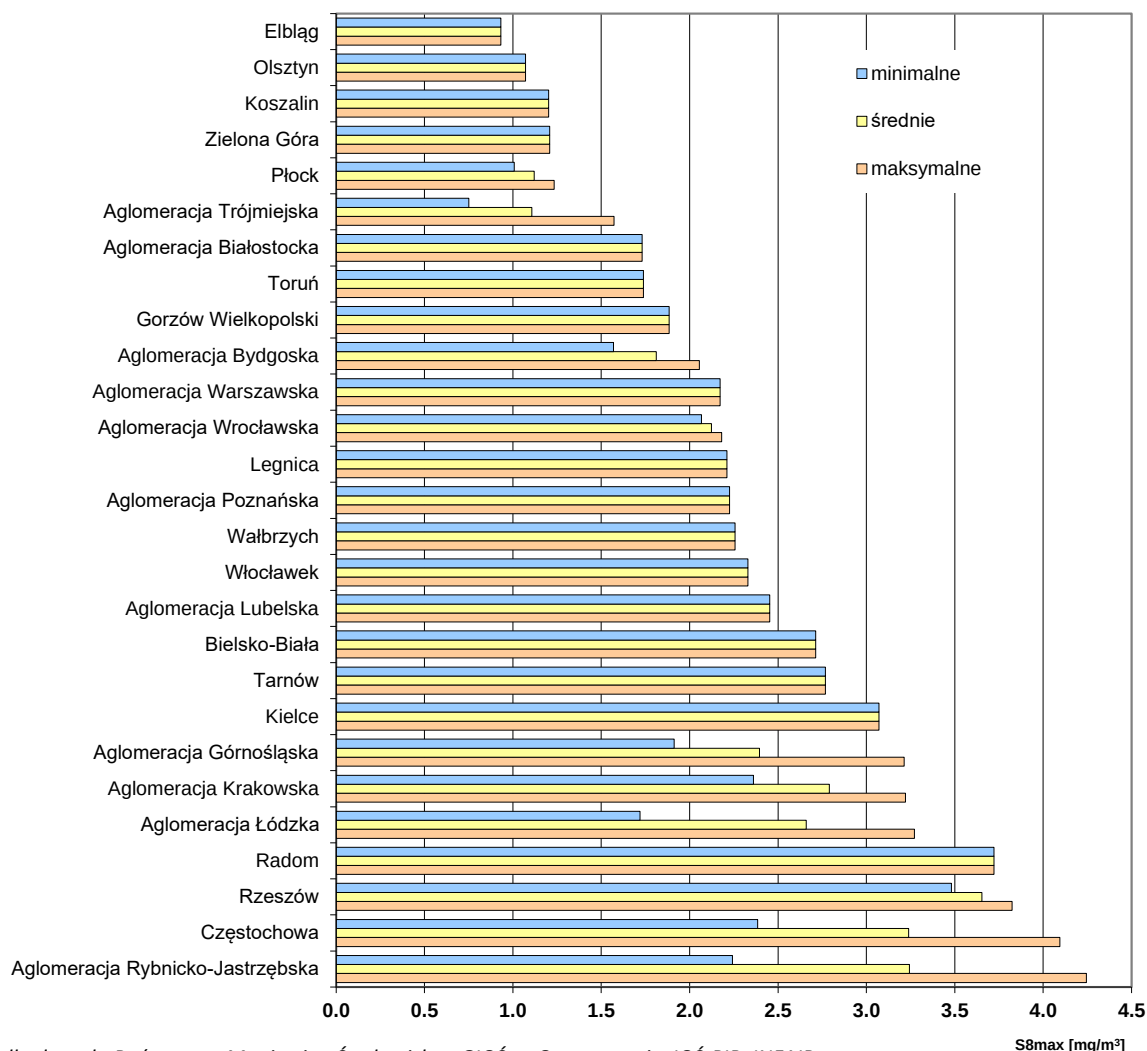
¹⁾ parametr nienormowany

²⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2019 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście

Na podstawie serii pomiarowych stężeń CO ze stanowisk uwzględnionych w ocenie, obliczono wartości nienormowanego percentyla S98 z dobowych maksymów stężeń 8-godz.

kroczących (Tab. 3.3-2). Jest to parametr określający poziom stężeń 8-godz., które nie są przekraczane przez 98% dni objętych pomiarami stężeń CO. Pomimo braku wartości normatywnej, parametr ten może być stosowany jako wskaźnik poziomu stężeń zanieczyszczenia mniej narażony na krótkotrwałe wahania stężeń niż wartość maksymalna.



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

Rys. 3-12. Stężenia maksymalne 8-godz. tlenku węgla uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2019 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (poziom dopuszczalny – 10 mg/m³)

Najwyższe wartości percentyla S98 na stanowiskach w aglomeracjach oraz w dużych miastach, uzyskane z pomiarów w 2019 roku, wynosiły od 0.72 mg/m³ w Olsztynie do 3.13 mg/m³ w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej.

Trendy zmian stężeń tlenu węgla

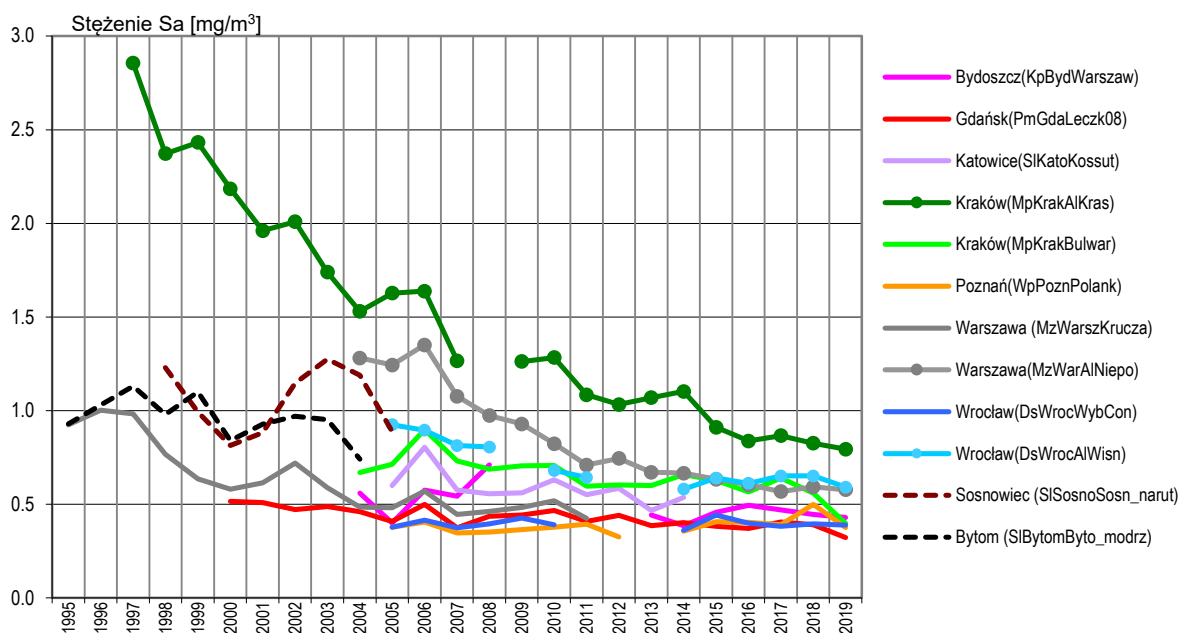
Średnie roczne stężenia tlenu węgla uzyskane z pomiarów na wybranych stacjach tła miejskiego zlokalizowanych na terenie aglomeracji utrzymują się od kilkunastu lat na zbliżonym poziomie, przy zauważalnej niewielkiej tendencji spadkowej (Rys. 3-13). Wyraźny trend spadkowy stężeń średnich rocznych CO daje się zauważyć w przypadku stanowisk komunikacyjnych w Krakowie i Warszawie oraz w mniejszym zakresie we Wrocławiu.

W roku 2006, niemal na wszystkich stanowiskach uwzględnionych w analizie nastąpił wzrost stężenia średniego rocznego w porównaniu z rokiem poprzednim. Podobnie jak w przypadku innych zanieczyszczeń pochodzących, między innymi, ze spalania paliw, wzrost ten wynikał ze szczególnie niekorzystnych warunków meteorologicznych panujących w okresie zimowym 2006 roku.

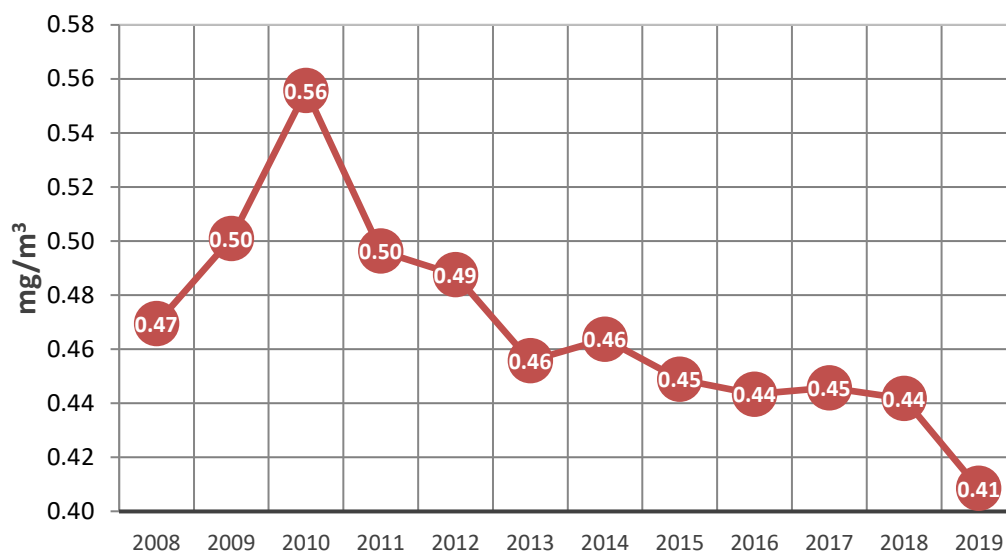
W 2007 roku na większości rozważanych stanowisk tła miejskiego stężenie średnie roczne CO obniżyło się do poziomów obserwowanych przed 2006 rokiem. Na stanowiskach komunikacyjnych w Krakowie i Warszawie spadek stężeń był większy niż na stanowiskach tła miejskiego, a tendencja spadkowa utrzymała się i w latach następnych. Od 2015 r. stężenia średnie roczne CO zarówno na stacjach komunikacyjnych, jak i na stacjach tła, utrzymywały się na podobnym poziomie. W 2019 r. na wszystkich stanowiskach komunikacyjnych uwzględnionych na prezentacji wystąpił spadek stężenia średniego rocznego S_a .

Na stanowiskach tła miejskiego stężenia średnie roczne CO w latach 2007-2018 zmieniały się w niewielkim zakresie z roku na rok, bez stałej tendencji spadku lub wzrostu. W 2019 r. na wszystkich uwzględnionych na prezentacji stanowiskach innych niż komunikacyjne stężenie średnie roczne CO było niższe niż rok wcześniej.

Uśrednione dla wszystkich stanowisk, uwzględnionych w analizach, wartości stężeń średnich rocznych dla lat 2008-2019 pokazują, że w okresie tym wartości zmieniały się w zakresie od -13% do +19% w stosunku do wartości średniej dla wielolecia (Rys. 3-14). W latach 2008-2010 stężenia rosły. W latach 2008 i 2009 oraz 2011-2019 stężenia były niższe od stężeń z 2010 r., a w okresie od 2013 do 2018 r. zmieniały się w niewielkim zakresie oscylując wokół wartości 0.45 mg/m^3 . W 2019 r. nastąpił spadek wskaźnika do najniższej wartości dla lat 2008-2019 (0.41 mg/m^3 , 13% poniżej średniej dla wielolecia).



Rys. 3-13. Stężenie średnie roczne tlenku węgla w latach 1995-2019 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce (linie z kropkami oznaczają stanowiska „komunikacyjne”)



Rys. 3-14. Uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach (zlokalizowanych na terenie aglomeracji i dużych miast) stężenie średnie roczne tlenku węgla (CO) w latach 2008-2019

3.4. Benzen

Kryteria oceny

Dopuszczalny poziom (stężenie) benzenu w powietrzu, ustanowiony w celu ochrony zdrowia, obowiązujący w Polsce wg rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, podano w tabeli 3.4-1.

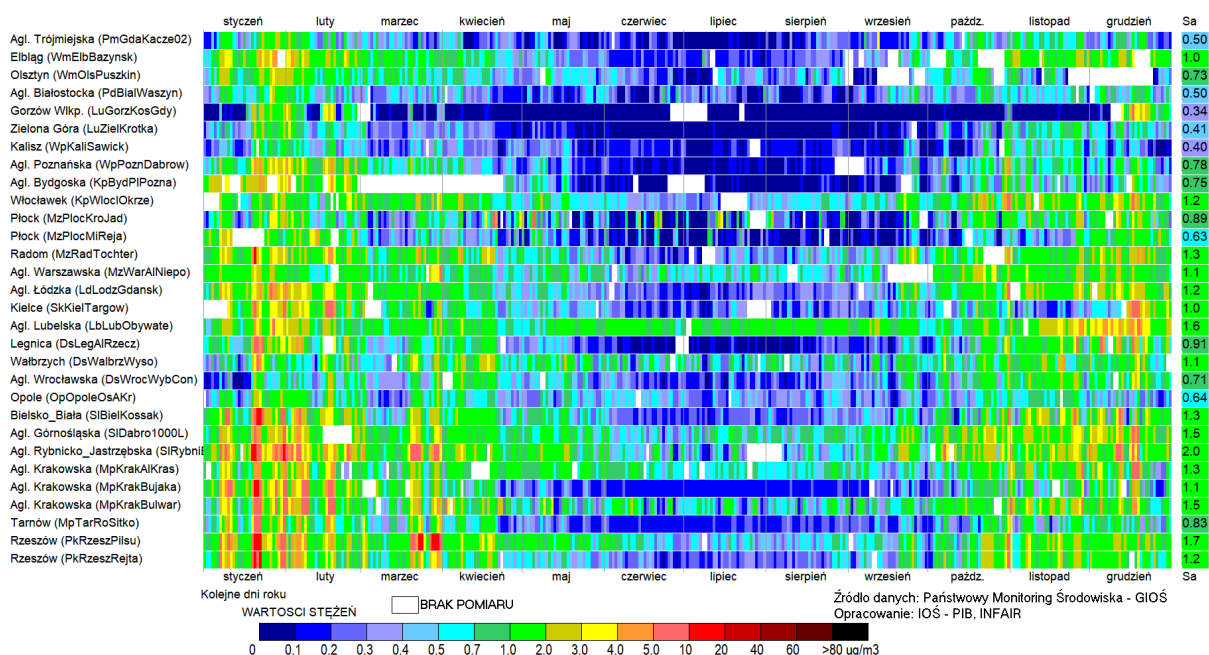
Tabela 3.4-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza benzenem C₆H₆ - ochrona zdrowia

Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom C ₆ H ₆ w powietrzu [µg/m ³]	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	5	Sa

Zanieczyszczenie powietrza benzenem w aglomeracjach i w dużych miastach

Ocenę zanieczyszczenia powietrza benzenem w 2019 roku przeprowadzono na podstawie wyników pomiarów, manualnych i automatycznych, z 30 stanowisk, zlokalizowanych w 11 aglomeracjach i 15 dużych miastach (o liczbie ludności większej od 100 tys.). W 23 z 26 rozważanych aglomeracji i miast do oceny wykorzystano tylko jedno stanowisko pomiarów stężeń benzenu.

Przebieg stężeń 24-godz. benzenu na poszczególnych stanowiskach uwzględnionych w analizach przedstawiono na Rys. 3-15 (mozaika). Na rysunku dla każdego stanowiska kolejne wartości stężenia 24-godz. C₆H₆ oznaczone są kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia średniego rocznego zmierzone na każdym ze stanowisk w całym 2019 r. (obliczane jako średnia arytmetyczna ze stężeń dobowych).



Rys. 3-15. Stężenia 24-godzinne i średnie roczne benzenu C₆H₆ w 2019 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Średnie roczne wartości stężeń benzenu na uwzględnionych w ocenie stanowiskach pomiarowych w poszczególnych aglomeracjach i miastach wynosiły od 0.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Gorzowie Wielkopolskim, Kaliszu i Zielonej Górze do 2.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (Tab. 3.4-2, Rys. 3-16).

Na żadnym ze stanowisk pomiarowych uwzględnionych w ocenie, zlokalizowanych w rozważanych miastach i aglomeracjach, stężenie średnie roczne nie przekroczyło poziomu dopuszczalnego określonego dla benzenu. Na wszystkich stanowiskach uwzględnionych w ocenie stężenia Sa były niższe od 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, tj. od 40% poziomu dopuszczalnego.

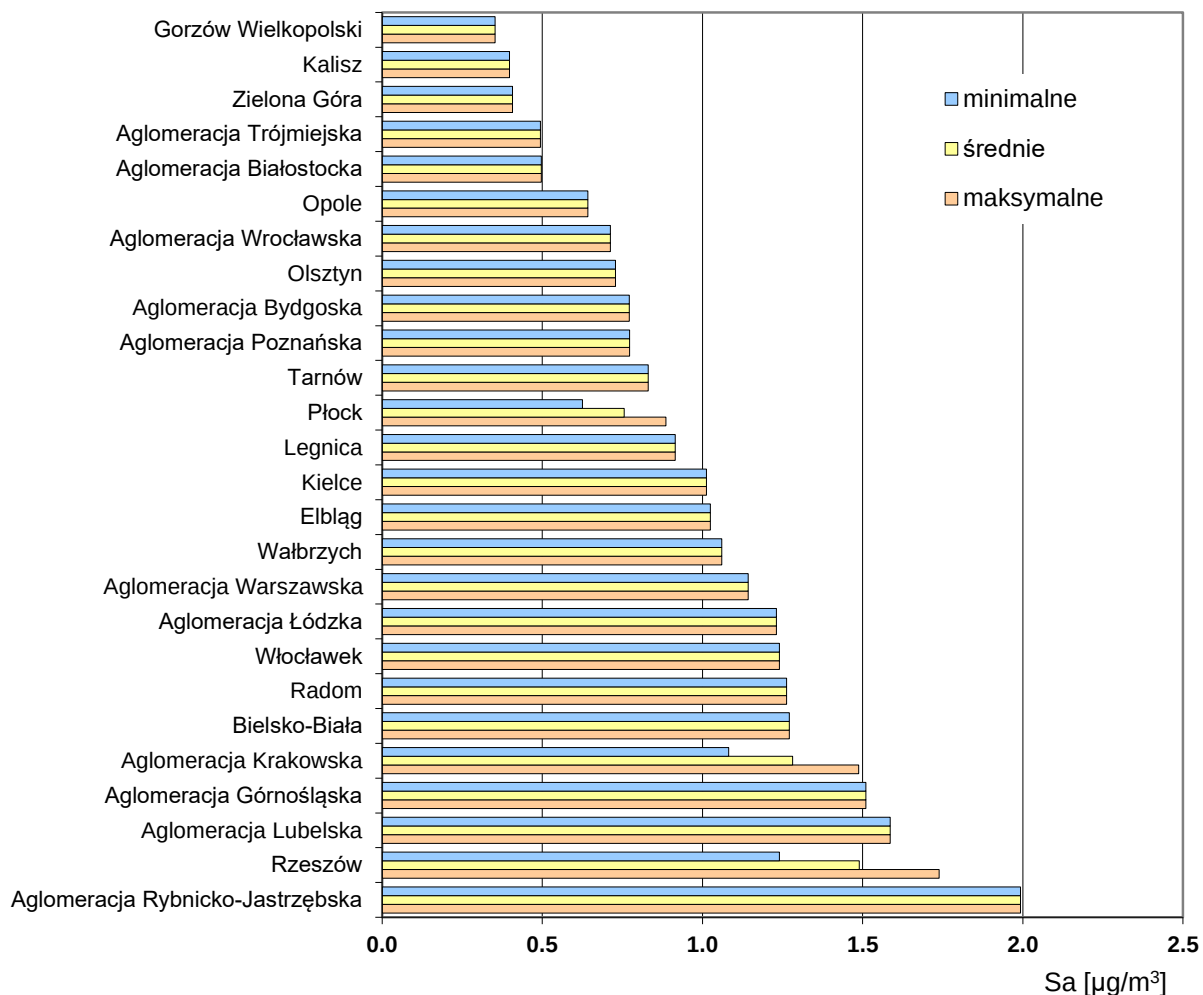
Tabela 3.4-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie manualnych i automatycznych pomiarów stężeń benzenu, prowadzonych w 2019 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ. Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Lp.	Aglomeracja /miasto	Stężenie średnie roczne C_6H_6			
		Liczba stanowisk ¹⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$
1	Aglomeracja Białostocka	1	0.5	0.5	0.5
2	Aglomeracja Bydgoska	1	0.8	0.8	0.8
3	Aglomeracja Górnośląska	1	1.5	1.5	1.5
4	Aglomeracja Krakowska	3	1.1	1.28	1.5
5	Aglomeracja Lubelska	1	1.6	1.6	1.6
6	Aglomeracja Łódzka	1	1.2	1.2	1.2
7	Aglomeracja Poznańska	1	0.8	0.8	0.8
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	2.0	2.0	2.0
9	Aglomeracja Trójmiejska	1	0.5	0.5	0.5
10	Aglomeracja Warszawska	1	1.1	1.1	1.1
11	Aglomeracja Wrocławska	1	0.7	0.7	0.7
12	Bielsko-Biała	1	1.3	1.3	1.3
13	Elbląg	1	1.0	1.0	1.0
14	Gorzów Wielkopolski	1	0.4	0.4	0.4
15	Kalisz	1	0.4	0.4	0.4
16	Kielce	1	1.0	1.0	1.0
17	Legnica	1	0.9	0.9	0.9
18	Olsztyn	1	0.7	0.7	0.7
19	Opole	1	0.6	0.6	0.6
20	Płock	2	0.6	0.76	0.9
21	Radom	1	1.3	1.3	1.3
22	Rzeszów	2	1.2	1.49	1.7
23	Tarnów	1	0.8	0.8	0.8
24	Wałbrzych	1	1.1	1.1	1.1
25	Włocławek	1	1.2	1.2	1.2
26	Zielona Góra	1	0.4	0.4	0.4
Razem		30	0.4	1.01	2.0

Objaśnienia do tabeli 3.4-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2019 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście

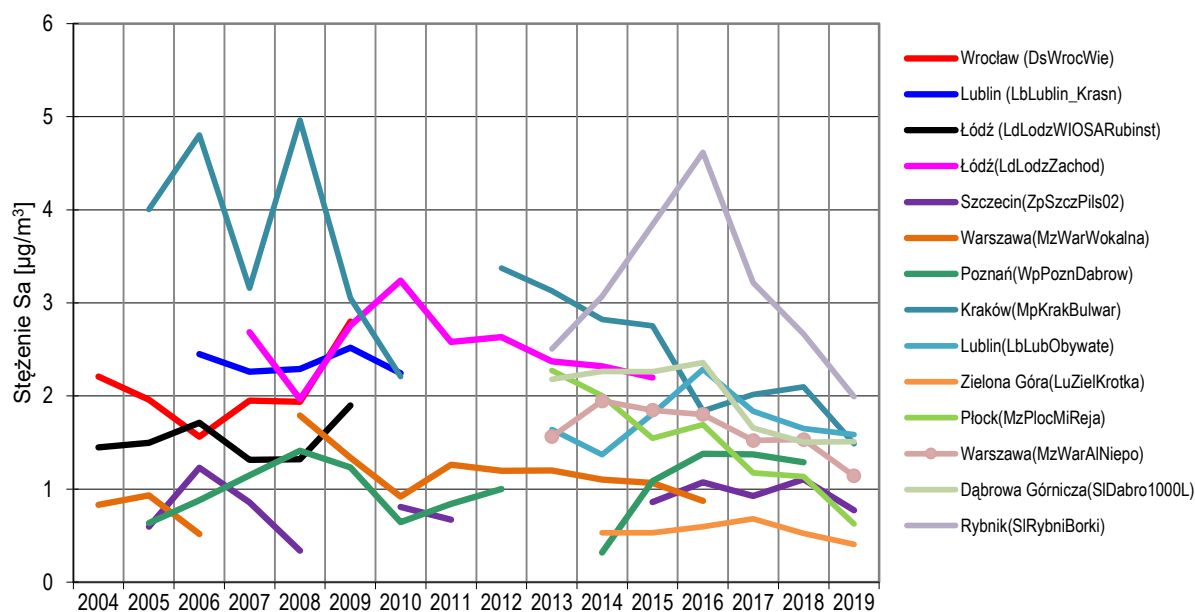


Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - GIOŚ Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Rys. 3-16. Średnie roczne stężenia benzenu uzyskane z pomiarów (automatycznych i manualnych) prowadzonych w 2019 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (poziom dopuszczalny – 5 µg/m³).

Trendy zmian stężeń benzenu na wybranych stacjach w aglomeracjach

Średnie roczne stężenia benzenu uzyskane z pomiarów na wybranych stanowiskach znajdujących się na terenie aglomeracji, określone dla lat 2004-2018, nie wykazują stałej tendencji (rosnącej lub malejącej) w całym rozważanym okresie (Rys. 3-17). Analizując zmiany stężeń Sa na poszczególnych stanowiskach w tym okresie, można zauważyć występowanie spadków stężeń w danym roku na określonych stanowiskach i wzrostów na innych. W 2019 r. stężenie średnie roczne na wszystkich prezentowanych na wykresie stanowiskach było niższe niż rok wcześniej.



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

Rys. 3-17. Stężenie średnie roczne benzenu w latach 2004-2019 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce (poziom dopuszczalny – 5 µg/m³).

3.5. Ozon

Kryteria oceny

W ocenie zanieczyszczenia powietrza ozonem, pod kątem ochrony zdrowia, stosowane są dwie wartości kryterialne: poziom docelowy oraz poziom celu długoterminowego, ustanowione w celu ochrony zdrowia. Wartości obowiązujące w Polsce, określone w rozporządzeniu MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, przedstawiono w tabeli 3.5-1.

Tabela 3.5-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza ozonem - ochrona zdrowia

Kryterium	Okres uśredniania stężeń	Poziom docelowy i celu długoterminowego dla O ₃ w powietrzu [µg/m³]	Dopuszczana liczba dni z przekroczeniami poziomu docelowego w roku kalendarzowym	Parametr odpowiadający wartości normowanej
poziom docelowy	8 godzin ¹⁾	120 ²⁾	25 dni ³⁾	Percentyl S93.2
poziom celu długoterminowego	8 godzin ⁴⁾	120 ⁴⁾	0 (normowana jest wartość maksymalna)	S8max

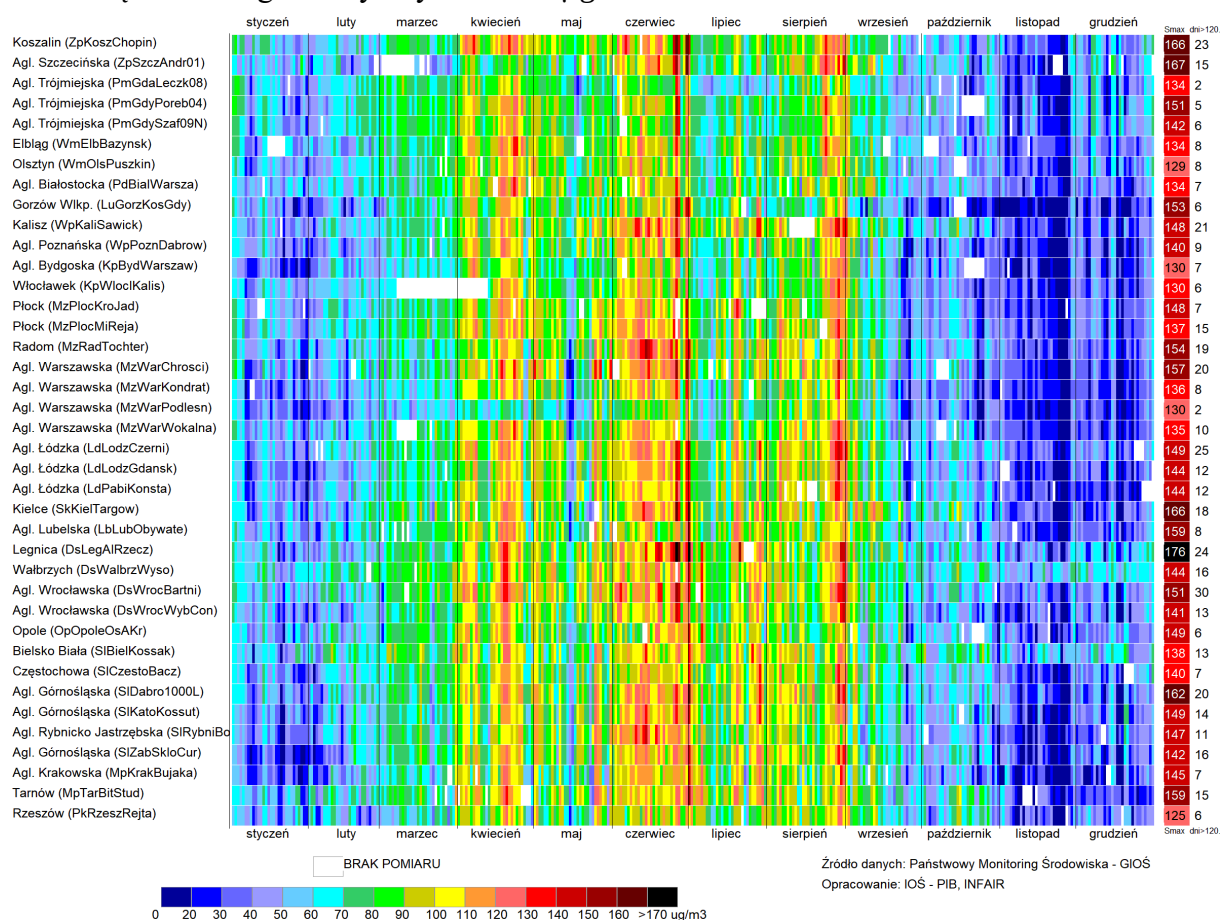
Objaśnienia do tabeli 3.5-1:

- 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
- ³⁾ 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.
- ⁴⁾ Najwyższa wartość maksimum dobowego ze stężeń 8-godz. kroczących w roku kalendarzowym.

Zanieczyszczenie powietrza ozonem w aglomeracjach i w dużych miastach

Informacje o stężeniach ozonu na terenie aglomeracji i miast o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys. przygotowano na podstawie wyników pomiarów z 2019 r. pochodzących z 39 stanowisk (Rys. 3-18). Stanowiska te zlokalizowane były w 12 aglomeracjach i 16 dużych miastach (o liczbie ludności większej od 100 tys.). W przypadku 22 z 28 rozważanych aglomeracji i miast w ocenie wykorzystano tylko jedno stanowisko pomiarów stężeń ozonu. W ocenie dotrzymania poziomu docelowego dla ozonu (uśredniona dla 1-3 lat liczba dni z przekroczeniami poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu) uwzględniono wyniki z lat 2017-2018 z dodatkowych 2 stanowisk.

Przebieg maksimów dobowych ze stężeń 8-godz. ozonu na poszczególnych stanowiskach uwzględnionych w analizach przedstawiono na Rys. 3-18 (mozaika). Na rysunku, dla każdego stanowiska każda wartość maksimum dobowego ze stężeń 8-godz. oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Różnymi odcieniami koloru czerwonego zaznaczono wartości stężeń przekraczające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Miejsce puste – bez kolorowego paska oznacza, że dla tego dnia nie ma wyniku pomiaru. Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia maksymalnego 8-godzinnego zmierzone na każdym ze stanowisk w całym 2019 r. oraz liczbę dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Rys. 3-18. Przebieg maksimów dobowych ze stężeń 8-godz. ozonu, maksimum z maksimów dobowych stężeń 8-godz. krocących oraz liczba dni z maksimum dobowym stężenia 8-godz. wyższym od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w 2019 r.

W 2019 r. tylko w Aglomeracji Wrocławskiej zarejestrowano przekroczenia wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. w ciągu więcej niż 25 dni (Tab. 3.5-2, Rys. 3-18, Rys. 3-19, Rys. 3-20). Przekroczenia takie wystąpiły tam w ciągu 30 dni. W pozostałych 27 miastach i aglomeracjach liczba dni ze stężeniem $S_{8\text{max}}$ większym od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ była nie większa od dopuszczalnych 25.

Spośród rozważanych miast i aglomeracji, normowana, uśredniona dla 1-3 lat (z okresu 2016-2019), liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. (Tab. 3.5-3, Rys. 3-20), była wyższa od dopuszczalnych 25 dni w Aglomeracji Górnośląskiej i Wrocławskiej. W tych aglomeracjach przekroczony był poziom docelowy dla ozonu. W pozostałych miastach i aglomeracjach poziom docelowy był dotrzymany.

Poziom celu długoterminowego przekroczony był w 2019 roku we wszystkich z 28 rozważanych miast i aglomeracji.

Tabela 3.5-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń ozonu prowadzonych w 2019 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców, z uwzględnieniem wyłącznie serii spełniających warunek kompletności pomiaru

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

Lp.	Aglomeracja/ miasto	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Liczba dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w 2019 r. ³⁾		Najwyższa wartość percentyla $S_{93.2}$ z maksimum dziennej stężenia 8-godz. kroczących ozonu w 2019 r. na terenie miasta lub aglomeracji
		[-]	[-]	Wartość minimalna ³⁾	Wartość maksymal- na ³⁾	
				$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	[-]
1	Aglomeracja Białostocka	1		7	7	109
2	Aglomeracja Bydgoska	1		7	7	103
3	Aglomeracja Górnośląska	3		14	20	119
4	Aglomeracja Krakowska	1		7	7	111
5	Aglomeracja Lubelska	1		8	8	111
6	Aglomeracja Łódzka	3		12	25	121
7	Aglomeracja Poznańska	1		9	9	112
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		11	11	113
9	Aglomeracja Szczecińska	1		15	15	115
10	Aglomeracja Trójmiejska	3		2	6	107
11	Aglomeracja Warszawska	4		2	20	118
12	Aglomeracja Wrocławska	2	1	13	30	121
13	Bielsko-Biała	1		13	13	111
14	Częstochowa	1		7	7	109
15	Elbląg	1		8	8	113
16	Gorzów Wielkopolski	1		6	6	106
17	Kalisz	1		21	21	119
18	Kielce	1		18	18	117
19	Koszalin	1		23	23	119
20	Legnica	1		24	24	119
21	Olsztyn	1		8	8	107
22	Opole	1		6	6	109
23	Płock	2		7	15	115
24	Radom	1		19	19	117
25	Rzeszów	1		6	6	105

Lp.	Aglomeracja/ miasto	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Liczba dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od 120 µg/m ³ w 2019 r. ³⁾		Najwyższa wartość percentyla S93.2 z maksimum dziennej stężenia 8-godz. kroczących ozonu w 2019 r. na terenie miasta lub aglomeracji
		[-]	[-]	Wartość minimalna ³⁾ [µg/m ³]	Wartość maksymal- na ³⁾ [µg/m ³]	
26	Tarnów	1		15	15	114
27	Wałbrzych	1		16	16	114
28	Włocławek	1		6	6	110
	Suma końcowa	39	1	2	30	121

Objaśnienia do tabeli 3.5-2:

- ¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie;
- ²⁾ liczba stanowisk, na których stężenie 8-godz. kroczące ozonu przekraczało poziom 120 µg/m³ więcej niż 25 dni w roku;
- ³⁾ wartości: minimalna i maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2019 roku na wszystkich stanowiskach w danym mieście/aglomeracji uwzględnionych w opracowaniu.

Tabela 3.5-3. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń ozonu prowadzonych w latach 2017-2019 w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców, z uwzględnieniem wyłącznie serii spełniających kryteria kompletności pomiarów

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

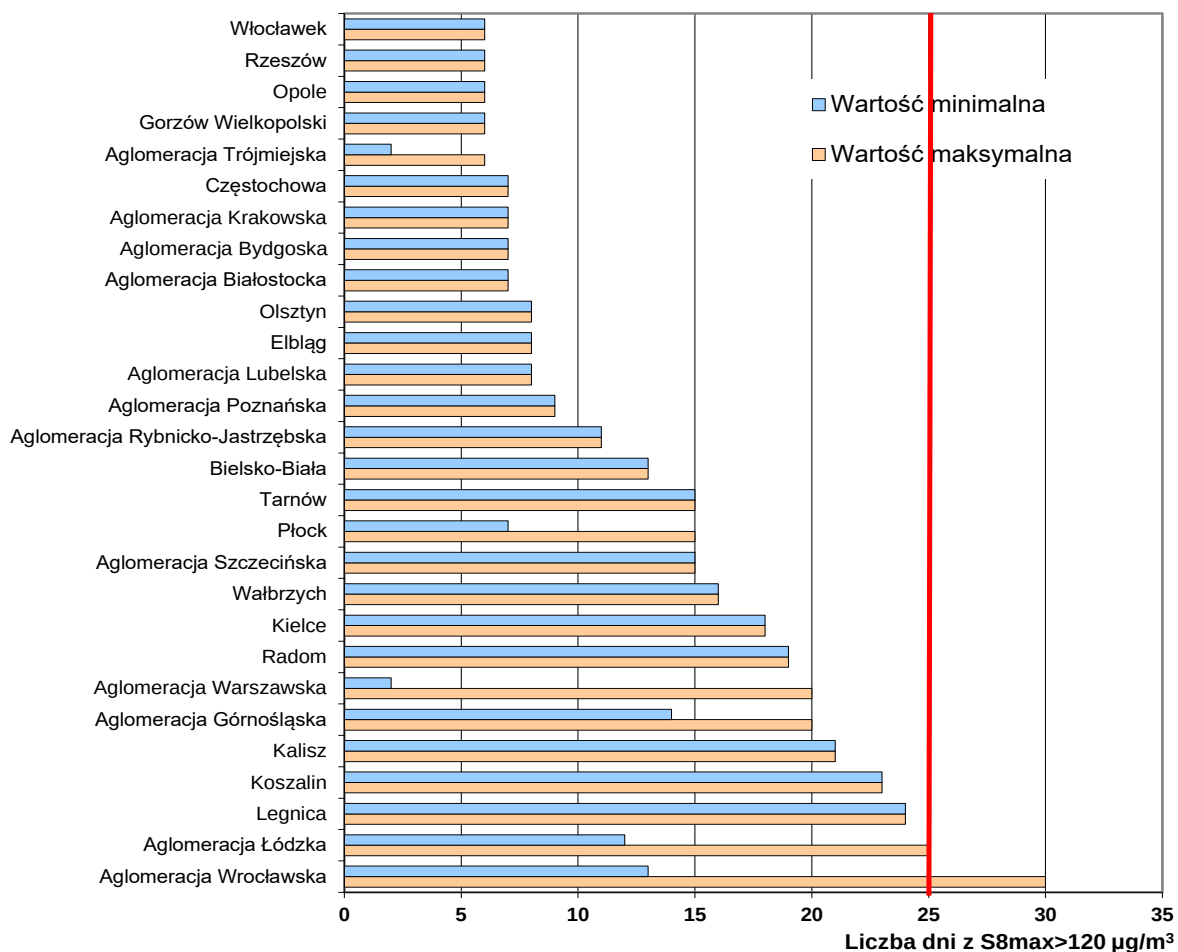
Lp.	Aglomeracja/ miasto	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami poziomu docelowego	Liczba dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od 120 µg/m ³ w roku średnio dla lat 2017-2019 ²⁾	
				Wartość minimalna ²⁾ [µg/m ³]	Wartość maksymalna ²⁾ [µg/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	1		7	7
2	Aglomeracja Bydgoska	1		4	4
3	Aglomeracja Górnośląska	3	1	22	26
4	Aglomeracja Krakowska	1		12	12
5	Aglomeracja Lubelska	1		7	7
6	Aglomeracja Łódzka	3		12	22
7	Aglomeracja Poznańska	1		10	10
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		16	16
9	Aglomeracja Szczecińska	1		10	10
10	Aglomeracja Trójmiejska	4		1	4
11	Aglomeracja Warszawska	4		4	20
12	Aglomeracja Wrocławska	2	1	17	30
13	Bielsko-Biała	1		16	16
14	Częstochowa	1		13	13
15	Elbląg	1		5	5
16	Gorzów Wielkopolski	1		6	6
17	Kalisz	1		25	25
18	Kielce	1		18	18
19	Koszalin	1		23	23
20	Legnica	1		21	21
21	Olsztyn	1		5	5
22	Opole	1		3	3

Lp.	Aglomeracja/ miasto	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami poziomu docelowego	Liczba dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od 120 µg/m ³ w roku średnio dla lat 2017-2019 ²⁾	
				Wartość minimalna ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
23	Płock	2		4	8
24	Radom	1		9	9
25	Rzeszów	1		9	9
26	Tarnów	1		13	13
27	Toruń	1		10	10
28	Wałbrzych	1		21	21
29	Włocławek	1		6	6
	Razem	41	2	1	30

Objaśnienia do tabeli 3.5-2:

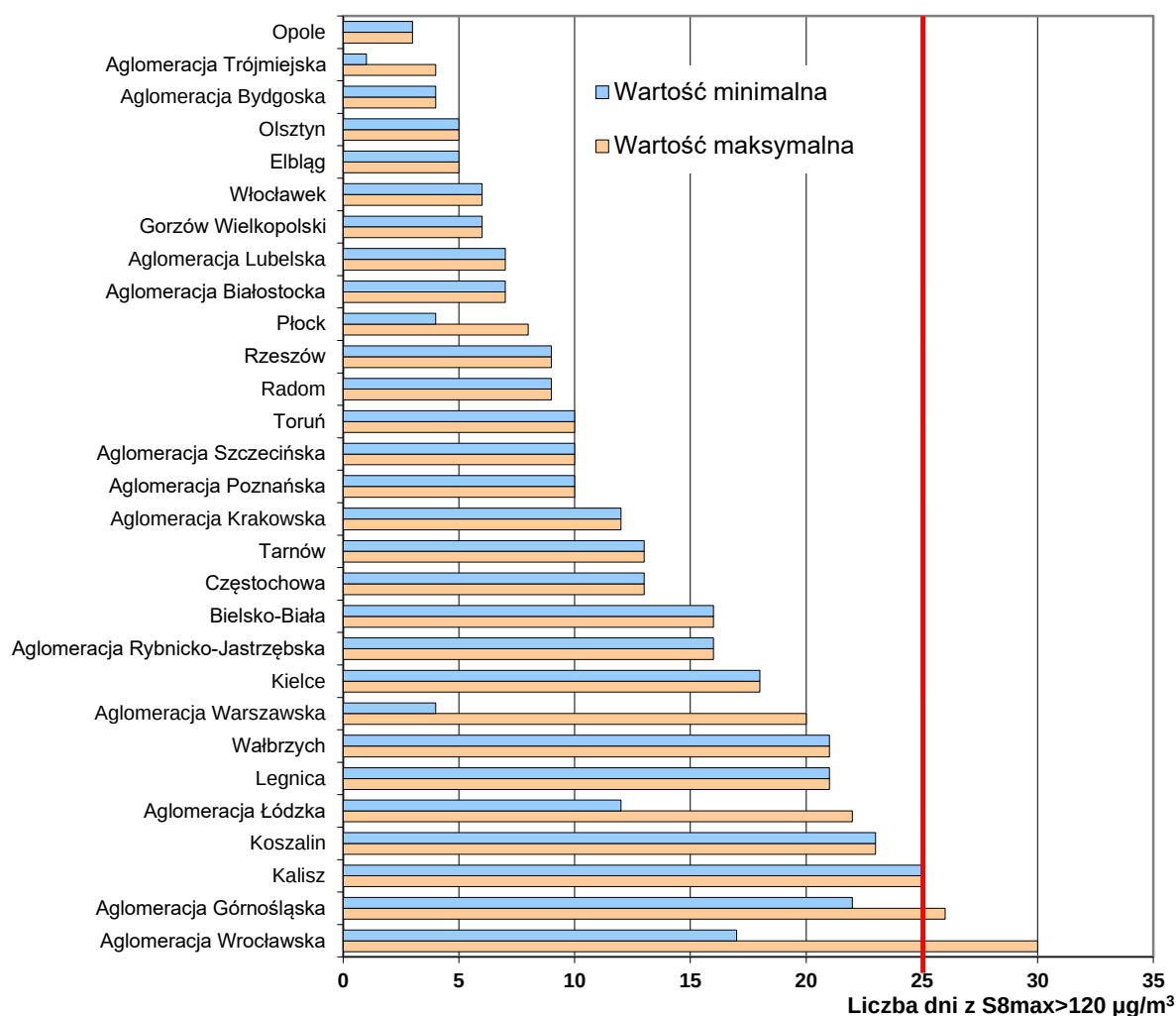
¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ wartości: minimalna i maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w latach 2016-2019 na wszystkich stanowiskach w danym mieście/aglomeracji uwzględnionych w opracowaniu.



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

Rys. 3-19. Liczba dni z przekroczeniami poziomu docelowego 120 µg/m³ przez stężenia 8-godz. kroczące ozonu w 2019 roku, określona na podstawie pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców



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

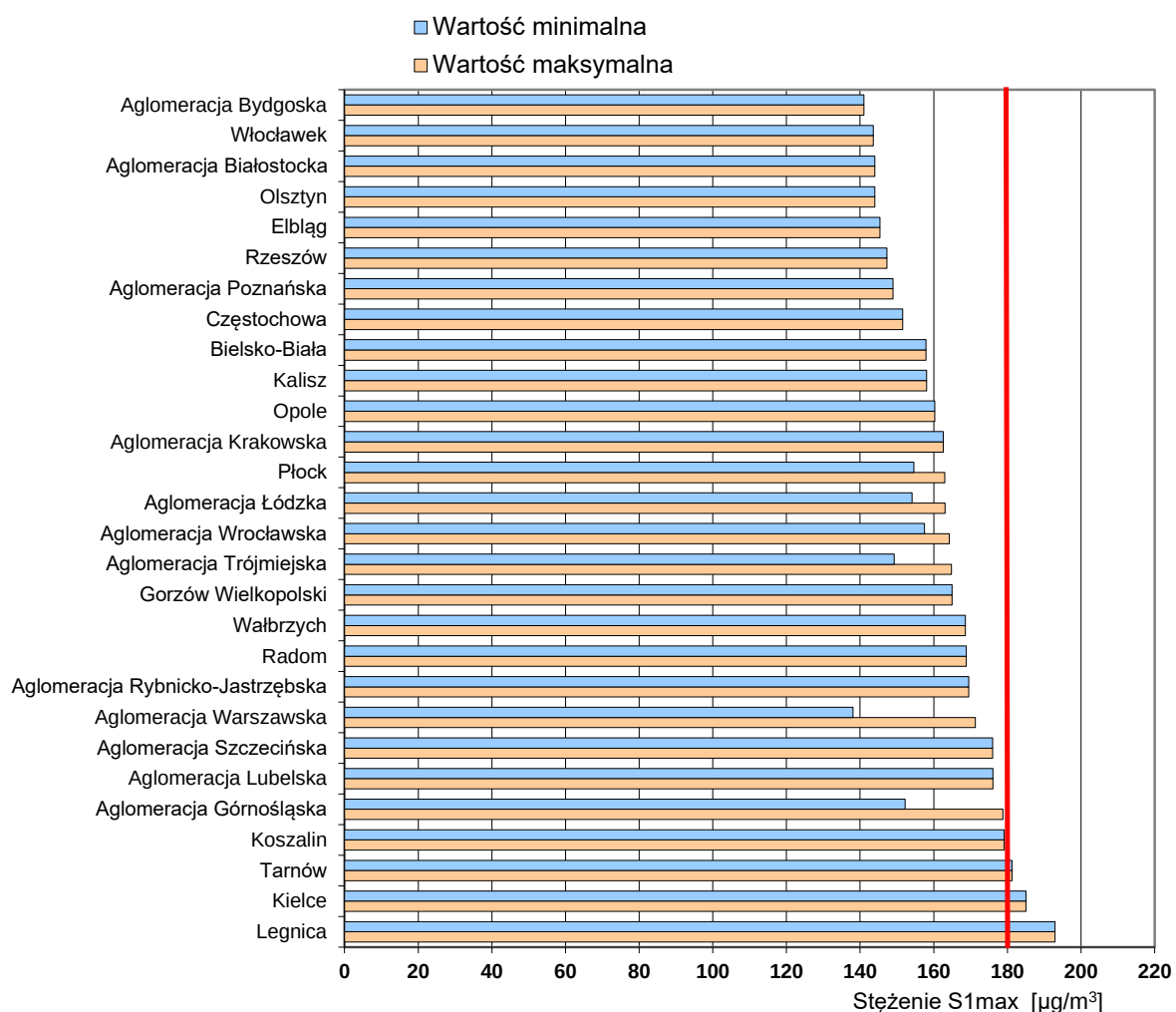
Rys. 3-20. Liczba dni w roku z przekroczeniami poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez maksima dobowe ze stężeń 8-godz. kroczących ozonu uśredniona dla 1-3 lat (z okresu 2017-2019), określona na podstawie pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Innym wskaźnikiem, określającym stopień zanieczyszczenia powietrza ozonem, powiązany z wartością kryterialną jest wartość percentyla S93.2 z dobowych maksimów stężeń 8-godz. ozonu. Przekroczenie przez nią wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oznacza, że liczba dni z przekroczeniami poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. w przypadku kompletnej serii pomiarowej przekraczała dozwolone 25 dni w roku.

Percentyl S93.2 z maksimów dobowych stężeń 8-godz. ozonu z 2019 r. przyjmował w rozważanych miastach i aglomeracjach wartości od $93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Aglomeracji Trójmiejskiej do $121 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Aglomeracji Wrocławskiej i Aglomeracji Łódzkiej. Wartość $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ została przekroczona przez percentyl S93.2 tylko w tych dwóch aglomeracjach.

Na wszystkich stanowiskach pomiarowych w rozważanych miastach i aglomeracjach w 2019 r. notowano stężenia 1-godz. ozonu przekraczające $138 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Rys. 3-21). Wartość poziomu informowania – $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 1-godz. – była przekroczona na trzech stanowiskach – w Legnicy (Rys. 3-21), Kielcach i Tarnowie. Na żadnym stanowisku pomiarowym w kraju

w 2019 roku (podobnie jak w latach ubiegłych) nie stwierdzono przekroczeń poziomu alarmowego, określonego dla stężeń 1-godz. na poziomie $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe stężenie 1-godz. ozonu zanotowano na stacji w Legnicy - $193 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Rys. 3-21).



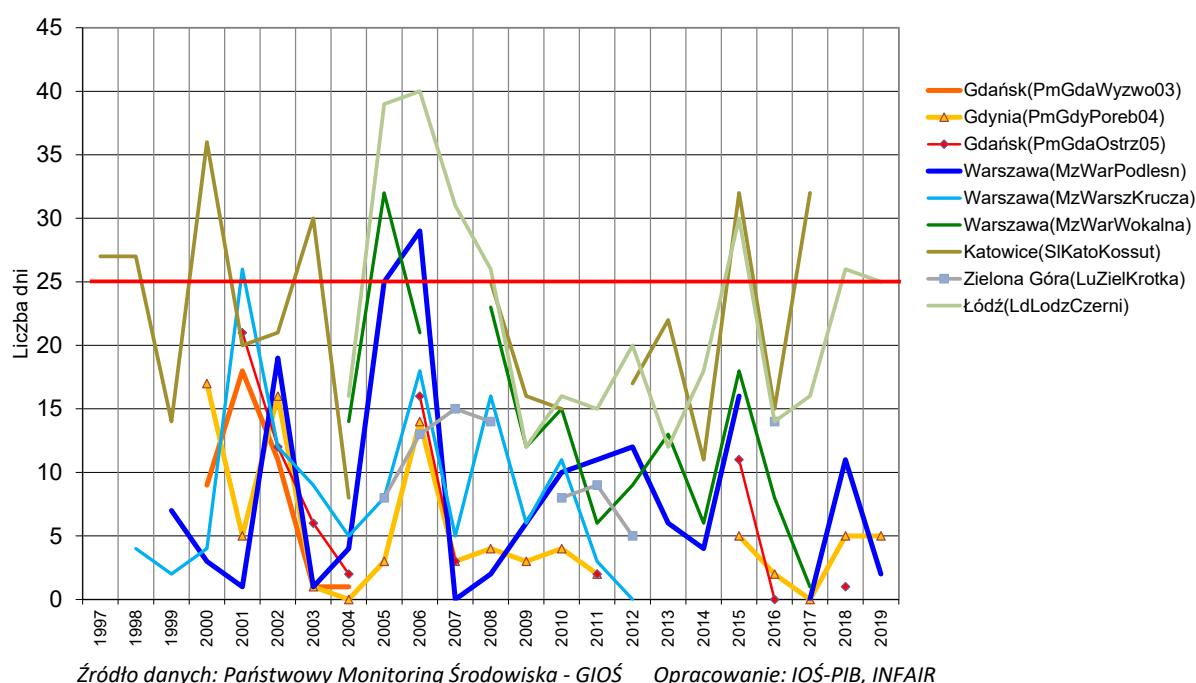
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - GIOŚ Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Rys. 3-21. Stężenia maksymalne 1-godz. ozonu uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2019 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

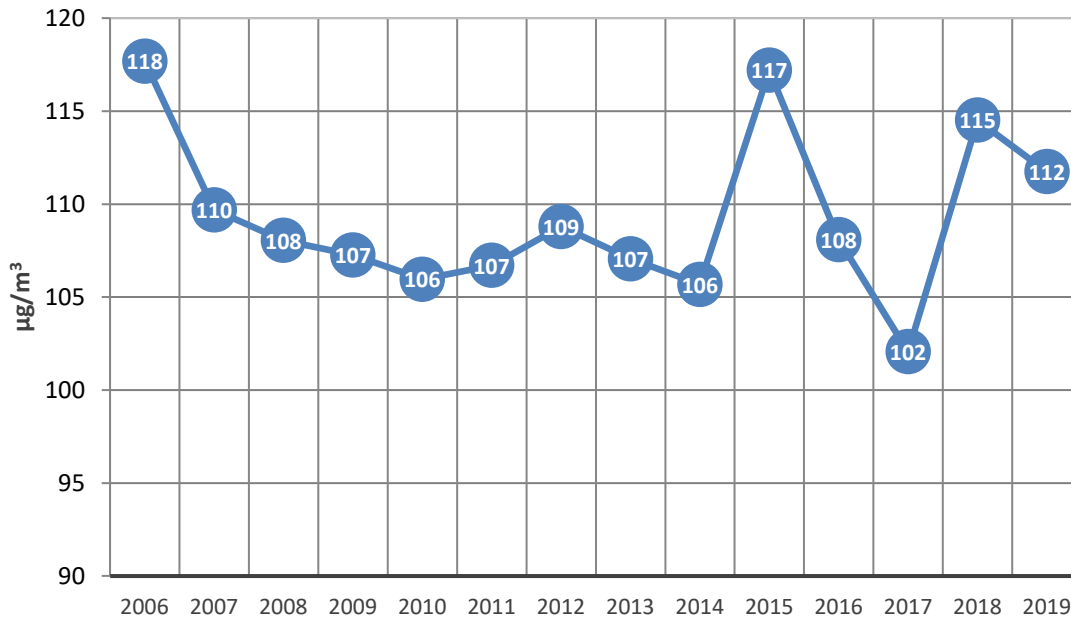
Trendy zmian stężeń ozonu na wybranych stacjach w aglomeracjach

Jako wskaźnik obrazujący zanieczyszczenie powietrza ozonem w kolejnych latach przyjęto liczbę dni ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na Rys. 3-22 przedstawiono wartość tego parametru w latach 1997-2019 dla wybranych stacji zlokalizowanych na terenie aglomeracji. Jego wartość zmieniała się z roku na rok. Od 2004 do 2006 roku wystąpiła tendencja wzrostowa wskaźnika. W 2006 r. na większości stanowisk zanotowano największą liczbę dni z przekroczeniem poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenie 8-godz. spośród wszystkich lat objętych analizą. W 2007 r. stężenia ozonu na większości stacji w kraju były znacznie niższe niż rok wcześniej, rzadziej występowały stężenia 8-godz. przewyższające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Od 2007 r. do 2014 r. wartości wskaźnika dla poszczególnych stacji zmieniały się z roku na rok, zarówno w dół jak i w górę, jednakże w każdym z tych lat wartości wskaźnika przyjmowały znacznie niższe wartości niż w rekordowym 2006 r. W 2015 r. stężenia ozonu w Polsce były znacznie wyższe niż rok wcześniej. W 2016 stężenia były wyraźnie niższe niż w 2015 r. W roku 2018 na wszystkich stanowiskach zanotowano wzrost liczby dni z przekroczeniami poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenie 8-godz. w stosunku do roku poprzedniego. W 2019 r. na większości stanowisk notowano niższe stężenia ozonu niż rok wcześniej. Duża zmienność stężeń ozonu z roku na rok, związana jest przede wszystkim z różnicami w warunkach pogodowych w sezonie ciepłym występujących w kraju w kolejnych latach, z kierunkiem napływu mas powietrza nad Polskę oraz ze stopniem ich zanieczyszczenia ozonem i substancjami stanowiącymi tzw. prekursory ozonu.



Rys. 3-22. Liczba dni ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w latach 1997-2019 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce



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

Rys. 3-23. Uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach (zlokalizowanych na terenie aglomeracji i dużych miast) wartości percentyla S93.2 z rocznych serii maksimów dobowych stężeń 8-godz. kroczących ozonu w latach 2006-2019

Uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach (zlokalizowanych na terenie aglomeracji i dużych miast) wartości percentyla S93.2 z rocznych serii maksimów dobowych stężeń 8-godz. kroczących ozonu wskazują, że stężenia ozonu w latach 2006, 2015 i 2018 były znacząco wyższe od stężeń w innych latach. W tych trzech latach wskaźnik przekraczał o od 5% do 8% wartość wskaźnika uśrednioną dla wielolecia 2006-2019. Obliczony dla 2017 r. wskaźnik przyjmował najniższą wartość (Rys. 3-23), wskaźnik dla 2019 r. był mniejszy niż dla roku poprzedniego.

3.6. Pył PM10

Kryteria oceny

Wartości dopuszczalnych poziomów (stężeń) pyłu PM10 w powietrzu oraz dozwolone częstotliwości ich przekraczania, ustanowione w celu ochrony zdrowia, obowiązujące w Polsce wg rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, podano w tabeli 3.6-1.

Tabela 3.6-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10 - ochrona zdrowia

Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom PM10 w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Dopuszczana częstość przekroczenia dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	Parametr odpowiadający wartości normowanej
24 godziny	50	35 razy	Percentyl S90.4
rok kalendarzowy	40	Nie dotyczy	Sa

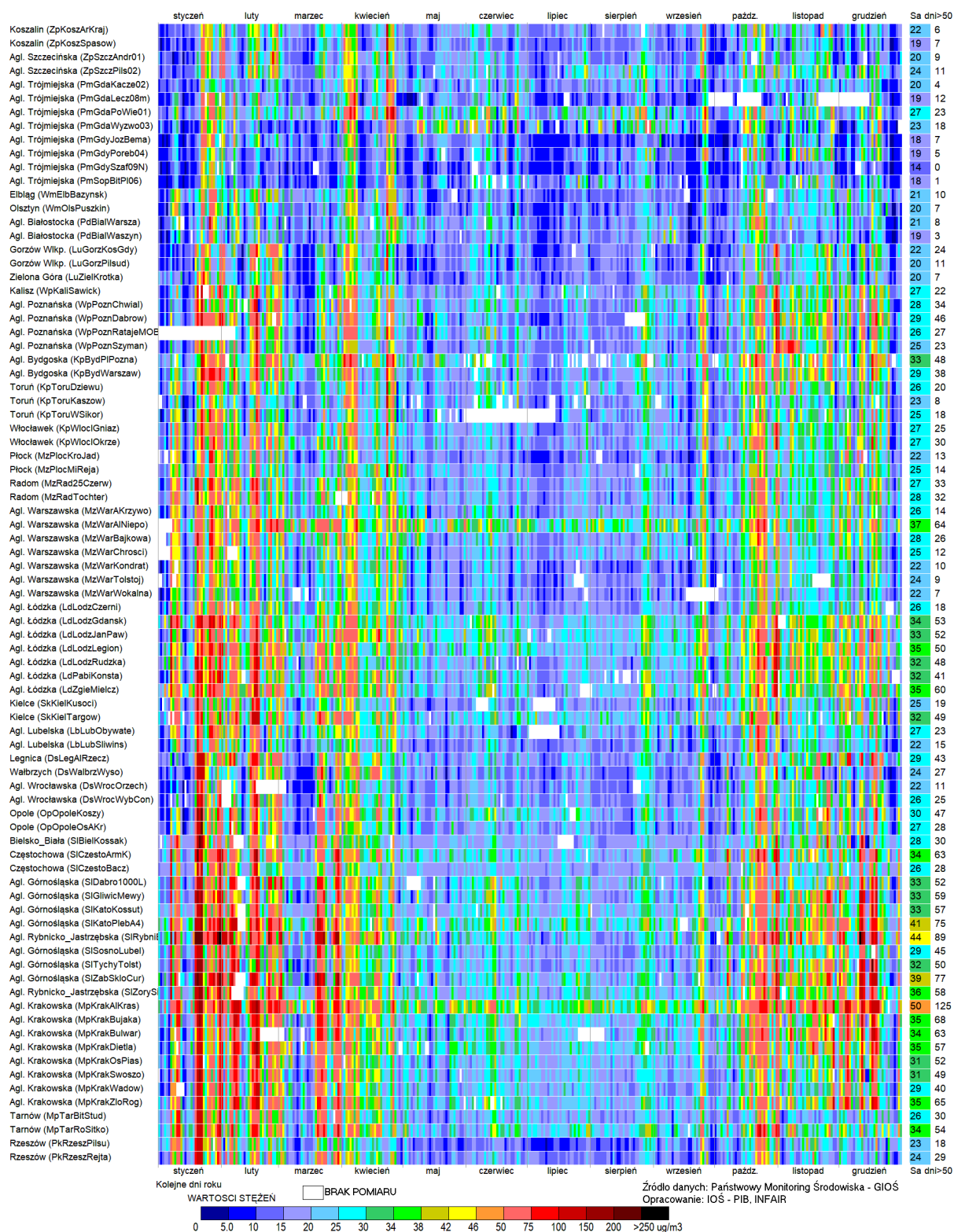
Dla pyłu PM10 w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu określono poziom informowania $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i poziom alarmowy – $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 24-godz. W rozporządzeniu Ministra środowiska z dnia 8 października 2019 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu określono nowe wartości progowe obowiązujące od 11.10.2019 r.: $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla poziomu informowania oraz $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla poziomu alarmowego.

Stężenia pyłu PM10 w aglomeracjach i w dużych miastach

Przetawioną poniżej ocenę stężeń pyłu PM10 w 2019 roku, na terenie aglomeracji i miast o liczbie mieszkańców przekraczającej 100 tys. nie wchodzących w skład aglomeracji, opracowano na podstawie wyników pomiarów z 83 stanowisk (w tym 67 stanowisk tła, 13 komunikacyjnych i 3 przemysłowych), znajdujących się na terenie 12 aglomeracji i 18 miast.

Przebieg stężeń 24-godz. PM10 na poszczególnych stanowiskach uwzględnionych w analizach przedstawiono na Rys. 3-24 (mozaika). Na rysunku, 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). Różnymi odcieniami koloru czerwonego zaznaczono wartości stężeń przekraczające $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Miejsce puste – bez kolorowego paska oznacza, że dla tego dnia nie ma wyniku pomiaru. Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia średniego rocznego Sa oraz liczbę dni ze stężeniem dobowym wyższym od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Stężenia PM10 w sezonie chłodnym były wyższe niż latem. Na stacjach komunikacyjnych zlokalizowanych przy ulicach o dużym natężeniu ruchu samochodów w aglomeracjach podwyższone stężenia PM10 notowane były również w sezonie ciepłym.



Rys. 3-24. Stężenia 24-godzinne i średnie roczne PM₁₀ oraz liczba dni ze stężeniem dobowym wyższym od 50 µg/m³ w 2019 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Tabela 3.6-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń pyłu PM10 prowadzonych w 2019 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

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

Lp.	Agglomeracja/miasto	Liczba stanowisk ¹⁾	Stężenie średnie roczne PM10				Liczba dni ze stężeniem S24>50 µg/m ³				Percentyl S90.4 ze stężeń 24-godz. PM10			
			Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]		[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]		[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
1	Agglomeracja Białostocka	2		19	20.1	21		3	5.5	8		31	33.7	36
2	Agglomeracja Bydgoska	2		29	30.9	33	2	38	43.0	48	2	52	54.7	58
3	Agglomeracja Górnośląska	7	1	29	34.2	41	7	45	59.3	77	7	54	64.4	80
4	Agglomeracja Krakowska	8	1	29	34.9	50	8	40	64.9	125	8	54	63.0	84
5	Agglomeracja Lubelska	2		22	24.5	26		15	19.0	23		37	41.5	46
6	Agglomeracja Łódzka	7		26	32.2	35	6	18	46.0	60	6	43	54.7	59
7	Agglomeracja Poznańska	4		25	26.7	29	1	23	32,5	46	1	44	48.7	56
8	Agglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2	1	36	40.0	44	2	58	73.5	89	2	65	78.5	92
9	Agglomeracja Szczecińska	2		20	22.0	24		9	10.0	11		36	38.5	41
10	Agglomeracja Trójmiejska	8		14	19.9	27		0	8.8	23		26	35.9	47
11	Agglomeracja Warszawska	7		22	26.3	37	1	7	20.3	64	1	37	44.6	60
12	Agglomeracja Wrocławska	2		22	23.8	26		11	18.0	25		38	42,5	47
13	Bielsko-Biała	1		28	28	28		30	30	30		47	47	47
14	Częstochowa	2		26	30.4	34	1	28	45.5	63	1	46	53.5	61
15	Elbląg	1		21	21	21		10	10	10		38	38	38
16	Gorzów Wielkopolski	2		20	21.3	22		11	17.5	24		36	39.5	43
17	Kalisz	1		27	27	27		22	22	22		45	45	45
18	Kielce	2		25	28.5	32	1	19	34.0	49	1	44	50.7	58
19	Koszalin	2		19	20.3	22		6	6.5	7		35	36.0	37
20	Legnica	1		29	29	29	1	43	43	43	1	54	54	54
21	Olsztyn	1		20	20	20		7	7	7		37	37	37

Lp.	Aglomeracja/miasto	Liczba stanowisk ¹⁾	Stężenie średnie roczne PM10				Liczba dni ze stężeniem S24>50 µg/m ³				Percentyl S90.4 ze stężeń 24-godz. PM10			
			Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]		[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]		[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
22	Opole	2		27	28.3	30	1	28	37.5	47	1	48	51.2	54
23	Płock	2		22	23.6	25		13	13.5	14		42	41.6	42
24	Radom	2		27	27.3	28		32	32.5	33		49	48.7	49
25	Rzeszów	2		23	23.5	24		18	23.5	29		41	43.1	46
26	Tarnów	2		26	30.3	34	1	30	42.0	54	1	49	55.2	61
27	Toruń	3		23	24.9	26		8	15.3	20		39	42.8	45
28	Wałbrzych	1		24	24	24		27	27	27		47	47	47
29	Włocławek	2		27	27.0	27		25	27.5	30		47	48.0	49
30	Zielona Góra	1		20	20	20		7	7	7		35	35	35
Razem		83	3	14	27.5	50	32	0	32.4	125	32	26	49.1	92

Objaśnienia do tabeli 3.6-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ liczba stanowisk, na których wartość określonego parametru była wyższa od odpowiedniego poziomu dopuszczalnego

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2019 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju

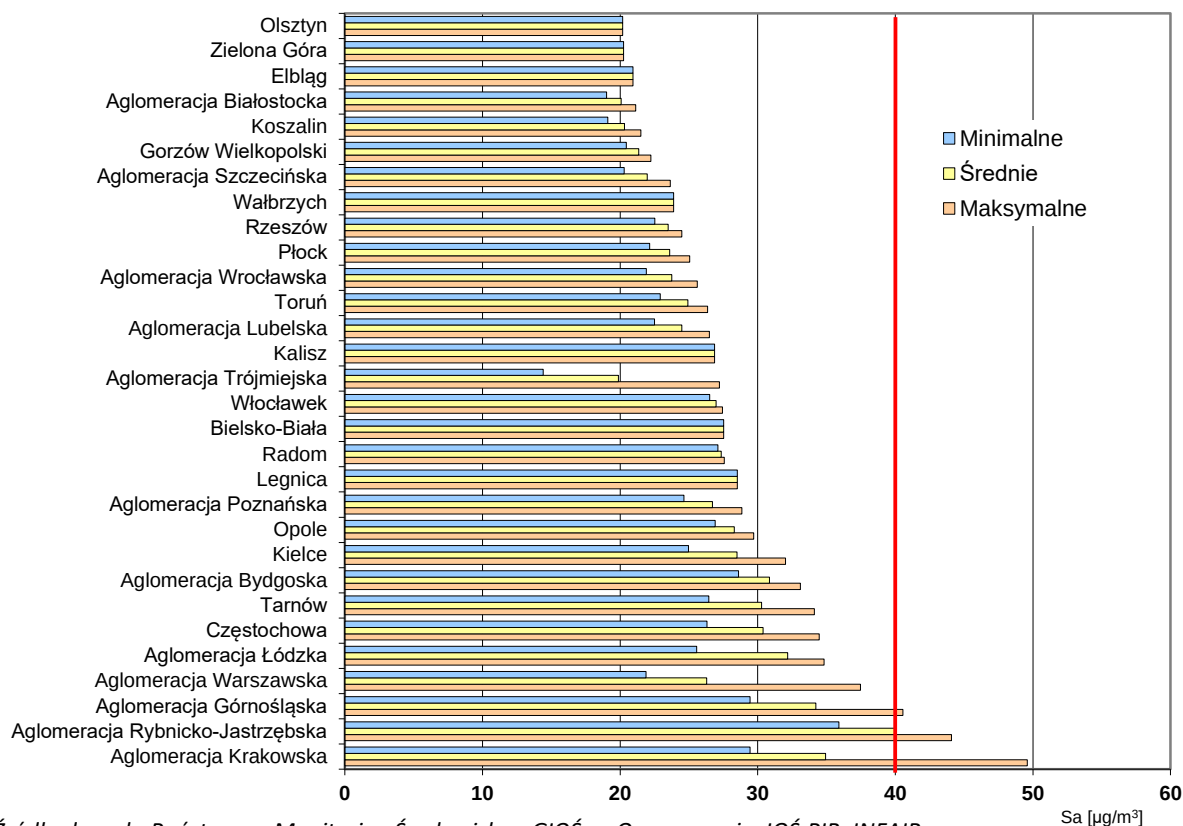
W 2019 r. przekroczenie poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń średnich rocznych PM10 wystąpiło na 3 z 83 stanowisk, w 3 aglomeracjach (Tab. 3.6-2, Rys. 3-25).

Na uwzględnionych w ocenie stanowiskach znajdujących się w 30 miastach i aglomeracjach stężenia średnie roczne w 2019 roku wynosiły od 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Aglomeracji Trójmiejskiej do 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Aglomeracji Krakowskiej.

Na stanowiskach o najwyższych stężeniach w poszczególnych aglomeracjach i miastach, wartości S_a zawierały się w granicach od 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Olsztynie i Zielonej Górze do wspomnianych wyżej 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na stacji komunikacyjnej w Krakowie (Rys. 3-25).

W miastach i aglomeracjach, w których do oceny wykorzystano wyniki pomiarów z więcej niż jednego stanowiska, średnie roczne stężenia pyłu PM10, uśrednione dla wszystkich wykorzystanych w ocenie stanowisk zlokalizowanych w rozważanych miastach (z uwzględnieniem wyników pomiarów prowadzonych na stanowiskach komunikacyjnych) wynosiły od 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Aglomeracji Trójmiejskiej do 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej. Średnie roczne stężenie PM10 uśrednione dla wszystkich stanowisk pomiarowych zlokalizowanych w dużych miastach i aglomeracjach wynosiło 27.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

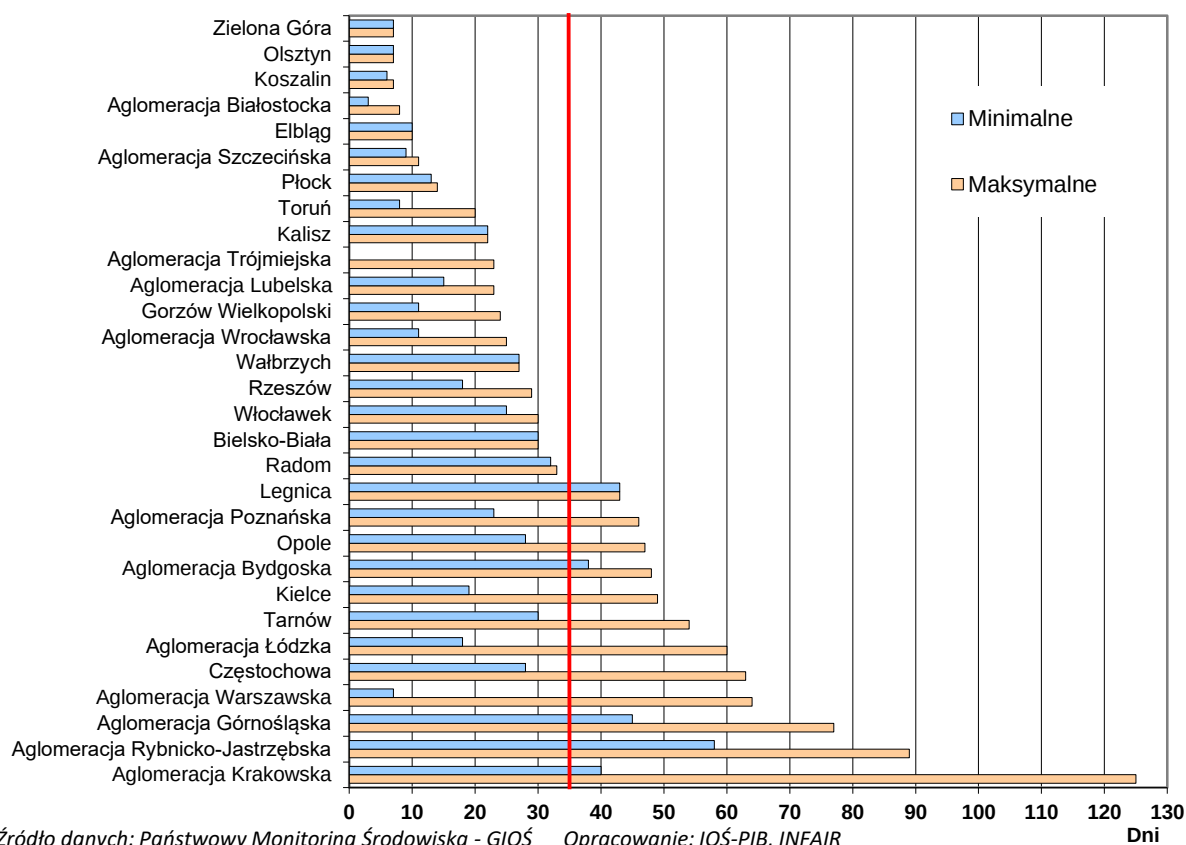
Stężenie średnie roczne (S_a) na stacjach tła miejskiego w 2019 r. wynosiło od 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Gdyni do 44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Rybniku. Na stacjach komunikacyjnych S_a wynosiło od 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Koszalinie do 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Krakowie. Uśredniona wartość tego parametru dla stacji tła miejskiego i stanowisk zlokalizowanych na obszarach znajdujących się pod wpływem emisji z zakładów przemysłowych to 26.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dla stanowisk komunikacyjnych – 31.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



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

Rys. 3-25. Średnie roczne stężenia pyłu PM10 uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2019 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

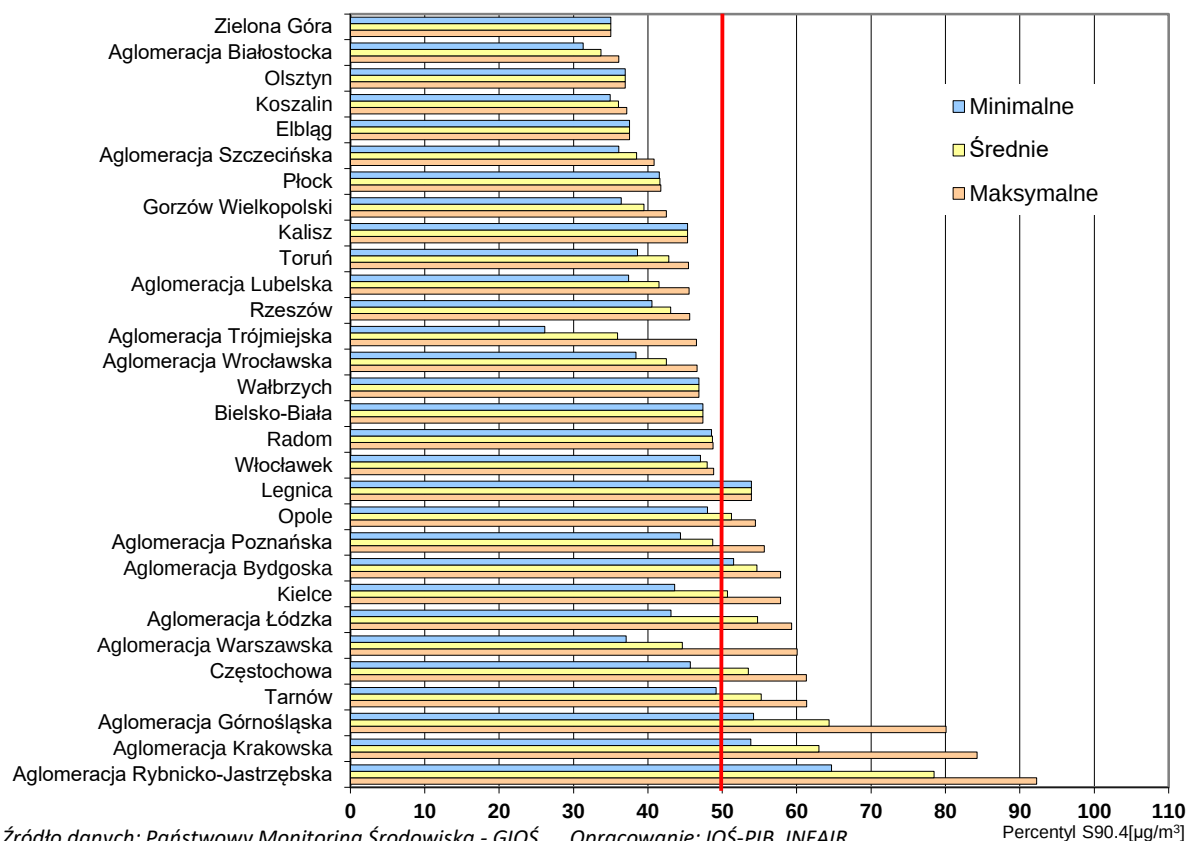
W 2019 roku w 12 aglomeracjach i miastach, spośród 30 uwzględnionych w ocenie, przynajmniej na jednym stanowisku miały miejsce przekroczenia wartości normatywnej dla stężeń 24-godz. pyłu PM₁₀ (liczba dni z przekroczeniem poziomu 50 µg/m³ przez stężenie 24-godz. PM₁₀ była wyższa od dopuszczalnych 35). W przypadku 5 aglomeracji/miast, przekroczenia odnotowano na wszystkich stanowiskach uwzględnionych w ocenie (Rys. 3-26). Spośród łącznej liczby 83 stanowisk, przekroczenia stwierdzono na 32, co stanowi 39% rozważanych stanowisk.



Rys. 3-26. Liczba dni z przekroczeniem poziomu D₂₄=50 µg/m³ przez stężenia 24-godzinne pyłu PM₁₀ uzyskana z pomiarów prowadzonych w 2019 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Poziom 50 µg/m³ przekroczony był przez percentyl S_{90.4}⁴ na 32 stanowiskach (39%). Przekroczenia takie wystąpiły przynajmniej na jednym stanowisku w 12 miastach i aglomeracjach. W przypadku 5 aglomeracji/miast, przekroczenia odnotowano na wszystkich stanowiskach uwzględnionych w ocenie.

⁴ przekroczenie 50 µg/m³ przez percentyl S_{90.4} z pełnej rocznej serii pomiarowej stężeń 24-godz. PM₁₀ oznacza, że w ciągu roku wystąpiło więcej niż dopuszczalne 35 dni z przekroczeniami stężenia 50 µg/m³



Rys. 3-27. Wartości percentyla S90.4 ze stężeń 24-godzinnych pyłu PM10 uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2019 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

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 przekroczeń wartości kryterialnych stężeń pyłu. Emisja pyłu z tej kategorii źródeł wskazywana jest najczęściej przez Regionalne Wydziały Monitoringu Środowiska jako odpowiedzialna za występowanie przekroczeń poziomów dopuszczalnych pyłu PM10 w miastach. Inne znaczące źródła emisji PM10 w Polsce (z mniejszym udziałem w całkowitej emisji) to procesy spalania w przemyśle, rolnictwo, a także emisja związana z komunikacją samochodową (zobacz rozdz. 5).

Na uwzględnionych w ocenie stanowiskach, zlokalizowanych na terenie 30 miast i aglomeracji, percentyl S90.4 z serii stężeń dobowych w 2019 roku wynosił od 26 µg/m³ w Aglomeracji Trójmiejskiej do 92 µg/m³ na stacji w Rybniku.

Na stanowiskach, na których percentyl S90.4 w danej aglomeracji lub mieście był najwyższy (lub było to jedyne stanowisko w mieście, z którego wyniki wykorzystano do oceny), wartość percentyla mieściła się w zakresie od 35 µg/m³ na stanowisku w Zielonej Górze do wspomnianych wyżej 92 µg/m³ na stanowisku tła miejskiego w Rybniku oraz 84 µg/m³ na stanowisku komunikacyjnym w Krakowie (Rys. 3-27).

W miastach i aglomeracjach, dla których w ocenie wykorzystano wyniki pomiarów z więcej niż jednego stanowiska, uśrednione dla wszystkich stacji leżących na terenie aglomeracji i rozważanych miast wartości percentyla S90.4 z serii 24-godz. stężeń pyłu PM10 wynosiły w 2019 roku od 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Aglomeracji Białostockiej do 78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Rybniku (Tab. 3.6-2, Rys. 3-27).

Percentyl S90.4 na stacjach tła miejskiego zawierał się w granicach od 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Gdyni do 92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Rybniku. Na stacjach komunikacyjnych percentyl S90.4 wynosił od 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Koszalinie do 84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Krakowie. Uśredniona wartość tego parametru dla stacji tła miejskiego i stanowisk zlokalizowanych na obszarach znajdujących się pod wpływem emisji z zakładów przemysłowych to 48.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dla stanowisk komunikacyjnych – 55.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Na każdym z uwzględnionych w ocenie stanowisk, z wyjątkiem stanowiska w Gdyni, występowały stężenia 24-godz. wyższe od 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Liczba dni z przekroczeniami tego poziomu wynosiła od zera (na jednej ze stacji w Aglomeracji Trójmiejskiej) do 125 dni na stacji komunikacyjnej w Krakowie. Na stacjach tła miejskiego liczba dni z przekroczeniami 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wynosiła od 0 (Gdynia) do 89 w Rybniku. Na stacjach komunikacyjnych częstość przekroczeń poziomu dopuszczalnego wynosiła od 6 dni w Koszalinie do wspomnianych wcześniej 125 dni w Krakowie.

Najwyższe stężenia 24-godz., spośród zarejestrowanych w 2019 roku na poszczególnych stanowiskach w aglomeracjach i rozważanych miastach, wynosiły od 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Gdyni do 268 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Rybniku.

Stężenia maksymalne przekraczające 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły na 55 stanowiskach (w tym na 11 stacjach komunikacyjnych i 41 stanowiskach tła miejskiego) w 24 miastach i aglomeracjach, – Tab. 3.6-3. Stężenia 24-godz. przekraczające poziom 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły na 16 stanowiskach w 7 miastach i aglomeracjach. Okresy występowania najwyższych stężeń dobowych PM10 na poszczególnych stanowiskach pomiarowych, w tym na terenie rozważanych aglomeracji i miast, ilustrują rysunki Rys. 3-24 oraz rysunki od Rys. 5-9 do Rys. 5-13, zamieszczone w rozdz. 5.2.

Należy zaznaczyć, że stężenie maksymalne może być pojedynczym wynikiem, znacznie odbiegającym od pozostałych wartości stężeń 24-godz. na danym stanowisku. Dlatego też bardzo wysokie wartości S24max należy interpretować z dużą ostrożnością. Innym parametrem do oceny górnego zakresu dobowych stężeń rejestrowanych w danym roku jest percentyl S98 ze stężeń dobowych. Jest to wartość stężenia 24-godzinnego, której nie przekracza 98% wyników pomiarów dobowych w serii rocznej (tzn. stężenia wyższe od S98 stanowią 2% wyników pomiarów, to jest 6 wyników w pełnej serii pomiarowej).

Wartości maksymalnych 24-godzinnych stężeń pyłu PM10 oraz percentyla S98, uzyskane z pomiarów na terenie aglomeracji i dużych miast w 2019 r., przedstawiono w tabeli 3.6-3. Na Rys. 3-28 przedstawiono najwyższe, w poszczególnych aglomeracjach lub miastach, stężenia S24max i S98, a także S90.4, określone dla 24-godzinnych stężeń pyłu. Warto tu zwrócić uwagę na sygnalizowane wyżej różnice pomiędzy najwyższymi wartościami stężenia maksymalnego S24max a wartością percentyla S98 w poszczególnych aglomeracjach, dochodzące do 145 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a także na różnice pomiędzy stężeniami S24max na poszczególnych stanowiskach w obrębie jednego miasta lub aglomeracji – dochodzące do 85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. W 2019

roku najwyższe stężenie 24-godz. zanotowano na stacji tła miejskiego w Rybniku ($268 \mu\text{g}/\text{m}^3$), gdzie uzyskano również największą wartość percentyla S98 ($190 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Wartości percentyla S98 z 24-godz. stężeń PM₁₀, uzyskane z pomiarów na poszczególnych stanowiskach w aglomeracjach/miastach w 2019 roku mieściły się w granicach od $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Aglomeracja Trójmiejska) do wspomnianych $190 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Rybnik).

Tabela 3.6-3. Wartości percentyla S98 oraz stężenia maksymalnego S24max, określone na podstawie serii 24-godzinnych stężeń pyłu PM₁₀ w 2019 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

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

Lp.	Aglomeracja/miasto	Liczba stanowisk ²⁾	Percentyl S98 ¹⁾ ze stężeń 24-godz. PM ₁₀			Stężenie maksymalne ¹⁾ 24-godz. pyłu PM ₁₀	
			Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
			[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
1	Aglomeracja Białostocka	2	43	47.2	52	64	104
2	Aglomeracja Bydgoska	2	76	78.7	81	105	109
3	Aglomeracja Górnośląska	7	86	105.5	146	127	213
4	Aglomeracja Krakowska	8	82	98.1	133	118	188
5	Aglomeracja Lubelska	2	57	62.6	68	80	93
6	Aglomeracja Łódzka	7	60	81.8	91	72	133
7	Aglomeracja Poznańska	4	67	71.4	77	107	126
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2	121	155.7	190	187	268
9	Aglomeracja Szczecińska	2	53	53.7	54	71	99
10	Aglomeracja Trójmiejska	8	40	50.5	66	50	107
11	Aglomeracja Warszawska	7	49	58.8	76	61	103
12	Aglomeracja Wrocławska	2	61	65.8	71	85	117
13	Bielsko-Biała	1	79	79	79	216	216
14	Częstochowa	2	77	95.0	114	127	201
15	Elbląg	1	52	52	52	61	61
16	Gorzów Wielkopolski	2	53	58.3	63	76	81
17	Kalisz	1	66	66	66	120	120
18	Kielce	2	66	75.6	86	101	129
19	Koszalin	2	49	49.0	49	117	130
20	Legnica	1	92	92	92	112	112
21	Olsztyn	1	50	50	50	79	79
22	Opole	2	69	73.5	78	207	223
23	Płock	2	54	54.8	55	77	102
24	Radom	2	68	69.6	72	125	158
25	Rzeszów	2	63	67.4	72	119	137
26	Tarnów	2	71	84.8	99	140	146
27	Toruń	3	52	60.0	66	90	117
28	Wałbrzych	1	71	71	71	146	146
29	Włocławek	2	67	70.0	73	91	103
30	Zielona Góra	1	49	49	49	78	78

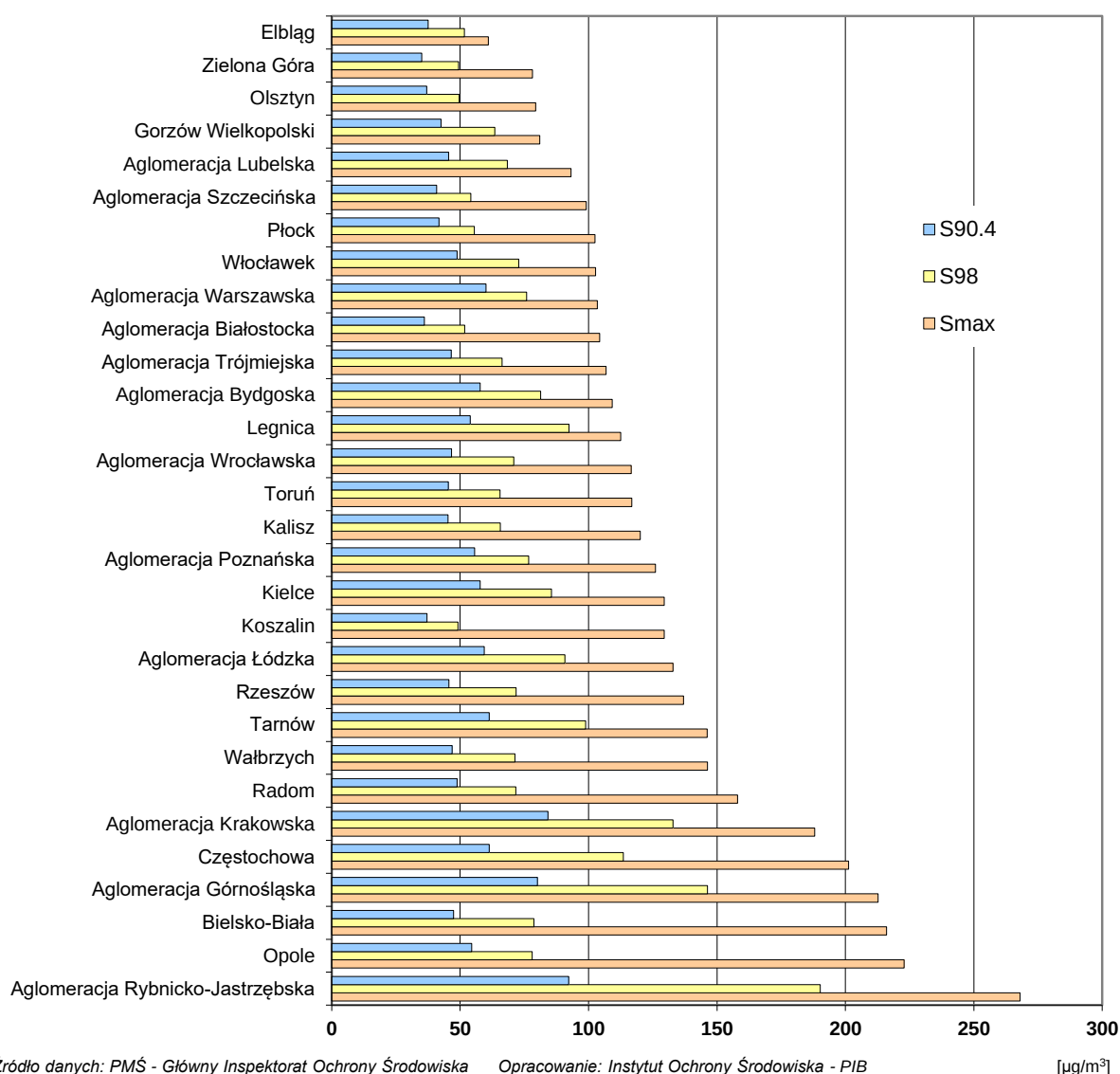
Lp.	Aglomeracja/miasto	Liczba stanowisk ²⁾	Percentyl S98 ¹⁾ ze stężeń 24-godz. PM10			Stężenie maksymalne ¹⁾ 24-godz. pyłu PM10	
			Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
			[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
	Polska	83	40	74.2	190	50	268

Objaśnienia do tabeli 3.6-3:

¹⁾ parametr nienormowany

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

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2019 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju



Źródło danych: PMŚ - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

[µg/m³]

Rys. 3-28. Najwyższe wartości percentyli S90.4 i S98 oraz stężenia maksymalne S24max dla 24-godzinnych stężeń pyłu PM10, uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2019 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Przekroczenia poziomu informowania i poziomu alarmowego

W okresie 1.1.2019-10.10.2019 na rozważanych 83 stanowiskach w miastach i aglomeracjach zanotowano 12 przypadków przekroczenia poziomu informowania obowiązującego w tym czasie ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) – Tab. 3.6-4. Przekroczenia te wystąpiły na 6 stanowiskach w 5 miastach i aglomeracjach. Najwięcej dni z przekroczeniem poziomu informowania – 6 - zanotowano w Rybniku w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej. Poziom alarmowy $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nie był przekroczony w tym okresie na żadnej z rozważanych stacji.

Od dnia 11.10.2019 r. obowiązują nowe wartości poziomu informowania i alarmowego dla stężeń PM₁₀. Są to odpowiednio $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 24-godz. W okresie 11.10.2019-31.12.2019 na rozważanych 83 stanowiskach zanotowano 56 przypadków przekroczeń poziomu informowania. Wystąpiły one na 24 stacjach, w 11 miastach i aglomeracjach. Najwięcej dni z przekroczeniem poziomu informowania co najmniej na jednej stacji w mieście/aglomeracji wystąpiło w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (10 dni) i w Aglomeracji Krakowskiej (8 dni). W tym okresie wystąpiły 3 przypadki przekroczeń nowego poziomu alarmowego ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$): w Rybniku (Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska) – dwa dni i w Tychach (Aglomeracja Górnośląska) – jeden dzień.

Tabela 3.6-4. Zestawienie liczby przypadków przekroczeń poziomów $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 24-godz. PM₁₀ w 2019 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

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

	Liczba przypadków przekroczenia wartości progowych przez stężenia 24-godz. PM ₁₀						
Wartość progowa w $\mu\text{g}/\text{m}^3$	200	200	300	100	100	150	150
Okres	1.1.2019-10.10.2019	2019 r.	2019 r.	11.10.2019-31.12.2019	2019 r.	11.10.2019-31.12.2019	2019 r.
Aglomeracja/miasto							
Aglomeracja Białostocka					1		
Aglomeracja Bydgoska					2		
Aglomeracja Górnośląska	2	3		13	65	1	16
Aglomeracja Krakowska				17	62		6
Aglomeracja Lubelska							
Aglomeracja Łódzka				5	21		
Aglomeracja Poznańska				2	8		
Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	6	7		12	41	2	16
Aglomeracja Szczecińska							
Aglomeracja Trójmiejska					2		
Aglomeracja Warszawska					1		
Aglomeracja Wrocławska					3		
Bielsko-Biała	1	1		1	4		2
Częstochowa	1	1		3	14		2
Elbląg							
Gorzów Wielkopolski							
Kalisz					1		
Kielce				1	6		
Koszalin					2		
Legnica					4		
Olsztyn							
Opole	2	2			6		3

	Liczba przypadków przekroczenia wartości progowych przez stężenia 24-godz. PM10						
Wartość progowa w $\mu\text{g}/\text{m}^3$	200	200	300	100	100	150	150
Okres	1.1.2019- 10.10.2019	2019 r.	2019 r.	11.10.2019- 31.12.2019	2019 r.	11.10.2019- 31.12.2019	2019 r.
Aglomeracja/miasto							
Płock					1		
Radom					2		1
Rzeszów					6		
Tarnów				1	10		
Toruń					2		
Wałbrzych					4		
Włocławek				1	1		
Zielona Góra							
Razem	12	14	0	56	269	3	46

Trendy zmian stężeń pyłu PM10

W wieloleciu 1993-2019 najwyższe stężenia średnie roczne PM10 na poszczególnych stanowiskach pomiarowych notowane były w 1996 r. i w 2006 r. (Rys. 3-29). Na większości stanowisk uwzględnionych w analizie, średnie roczne stężenia pyłu w aglomeracjach, w latach 1996-2004 wykazywały ogólną tendencję malejącą. Wyjątek stanowiły wyniki badań prowadzonych na stacji komunikacyjnej w Krakowie, na której przeplatają się okresy spadków i wzrostów stężeń średnich rocznych. Od 2004 do 2006 roku na większości rozważanych stacji zauważalny jest trend wzrostowy stężeń PM10. W 2006 r. stężenia średnie roczne były najwyższe od siedmiu i więcej lat. Wysokie stężenia pyłu w 2006 r. należy łączyć z wystąpieniem w sezonie zimowym tego roku bardzo niekorzystnych warunków meteorologicznych. W klasyfikacji termicznej miesięcy wg H. Lorenc (źródło: IMGW), styczeń i marzec tego roku zakwalifikowano do kategorii „bardzo mroźny” a luty do kategorii „lekko mroźny”, co oznacza, że temperatura powietrza w pierwszych trzech miesiącach roku 2006 była znacząco niższa niż średnie wieloletnie dla tych miesięcy. Duże i często występujące spadki temperatur w sezonie zimowym prowadzą z reguły do zwiększenia zanieczyszczenia powietrza pyłem.

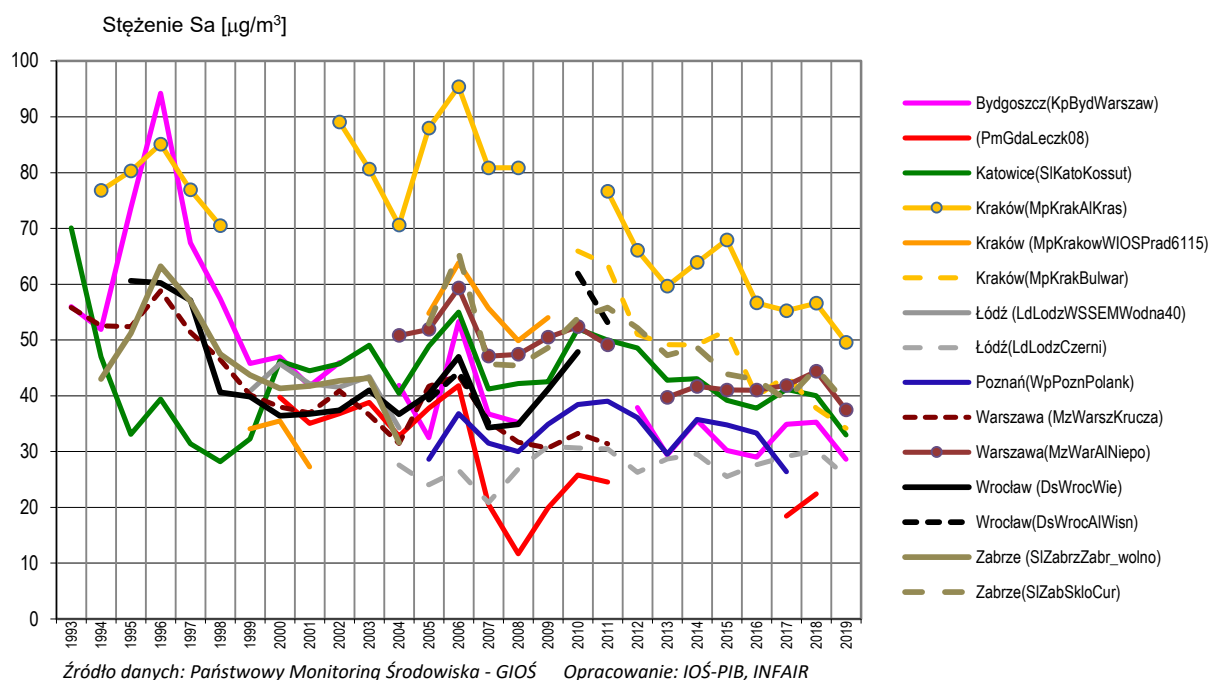
W 2007 roku stężenia średnie roczne PM10 były istotnie niższe niż rok wcześniej. Spadek stężeń średnich rocznych wystąpił na wszystkich stacjach uwzględnionych w analizie. Niższe stężenia w 2007 r. były wynikiem lepszych warunków meteorologicznych w sezonie chłodnym 2007 r. w stosunku do roku poprzedniego. W styczniu 2007 nie wystąpiły tak znaczące spadki temperatur powietrza (stymulujące emisję pyłu związaną z ogrzewaniem), jak w styczniu 2006 r., nie występowały też długotrwałe sytuacje inwersyjne sprzyjające kumulowaniu się zanieczyszczeń w przyziemnej warstwie atmosfery. W 2008 roku na większości rozważanych stacji stężenia średnie roczne były zbliżone do wartości z roku poprzedniego. W roku 2009 na większości stanowisk wystąpił wzrost stężeń średnich pyłu PM10 w stosunku do wartości z roku poprzedniego. Największy wzrost – o $8.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zanotowano na stacji w Gdańsku. W roku 2010 utrzymywała się tendencja wzrostowa stężeń. Na prawie wszystkich stanowiskach uwzględnionych w analizach stężenia średnie roczne były w 2010 r. wyższe

(nawet o $9.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) niż rok wcześniej, ale stężenia te były niższe niż w najgorszym w tej dekadzie 2006 r. W 2010 roku, podobnie jak w roku 2006, wystąpiły niekorzystne warunki meteorologiczne – utrzymywała się bardzo niska temperatura powietrza w ciągu wielu dni w styczniu i grudniu. Miesiące te w klasyfikacji termicznej wg H. Lorenc (źródło: IMGW) zakwalifikowano do kategorii „bardzo mroźny” i „anomalnie mroźny”. Zimowym, znaczącym spadkiem temperatury powietrza (stymulującym zwiększenie emisji pyłu związanej z ogrzewaniem budynków) towarzyszą zwykle długotrwałe sytuacje inwersyjne, sprzyjające kumulowaniu się zanieczyszczeń w przyziemnej warstwie atmosfery, co w rezultacie prowadzi do wzrostu mierzonych stężeń i w konsekwencji do wyższej wartości średniego rocznego stężenia pyłu PM10.

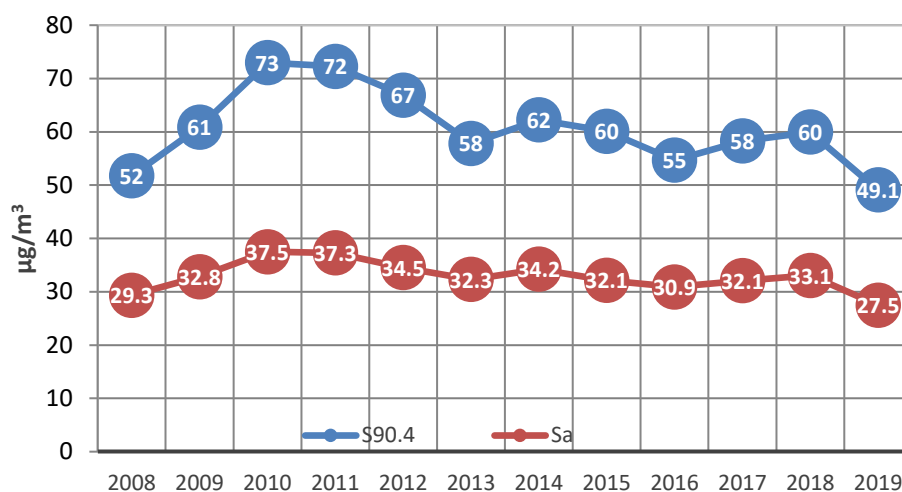
W 2011 r. stężenia były nieznacznie niższe od stężeń z 2010 r. Na 7 z 9 stanowisk zanotowano spadek, a na 2 stanowiskach niewielki wzrost stężeń średnich rocznych, w stosunku do wartości notowanych w roku poprzednim.

Stężenia średnie roczne w 2012 r. na wszystkich stanowiskach zaprezentowanych na Rys. 3-29 były niższe od stężeń z roku poprzedniego od kilku do kilkunastu procent. Spadek stężeń postępował również w następnym, 2013 r., natomiast w 2014 r. na 7 z 8 stanowisk nastąpił wzrost stężeń PM10. W 2015 r. na 6 z 8 stanowisk zanotowano spadek stężenia średniego rocznego, na 2 stanowiskach (w Krakowie) wzrost stężeń. Również w 2016 r. na większości stanowisk (na 6) zanotowano spadek stężenia średniego rocznego PM10 w stosunku do wartości z roku poprzedniego. W 2017 r. na 5 z 8 stanowisk zarejestrowano wzrost stężeń. Sa w porównaniu z rokiem poprzednim, w 2018 na 6 wzrost, na 2 spadek. W 2019 r. stężenia średnie roczne PM10 na wszystkich stanowiskach ujętych na wykresie były niższe niż rok wcześniej.

Uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach wartości odpowiednich parametrów dla lat 2008-2019 pokazują, że w okresie tym wartości uśrednionego Sa zmieniają się w zakresie od -16% do +14% oraz od -19% do +20% dla S90.4 w odniesieniu do wartości średniej dla wielolecia (Rys. 3-30). Latami z podwyższonymi stężeniami pyłu PM10 były 2010 i 2011, najniższe stężenia notowano w 2019 r. W latach 2008-2010 stężenia rosły. W 2010 roku zarówno średnia wartość ze stężeń średnich rocznych PM10, jak i średnia wartość parametru S90.4 były największe. Od tego roku stężenia pyłu zmniejszały się aż do 2013 r. Stężenia w 2014 r. były wyższe od stężeń z roku poprzedniego i zbliżone do wartości średnich dla ośmiolecia. W latach 2015-2016 nastąpił spadek stężeń PM10, w 2017 i 2018 r. wzrost. W 2019 r. stężenia PM10 były niższe o ok. 18% niż rok wcześniej i jednocześnie najniższe w całym okresie objętym analizą.



Rys. 3-29. Stężenie średnie roczne pyłu PM10 w latach 1993-2019 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce (linie z kropkami oznaczają stanowiska „komunikacyjne”)



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

Rys. 3-30. Stężenie średnie roczne i percentyl 90.4 ze stężeń 24 godz. pyłu PM10 w latach 2008-2019, uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach (zlokalizowanych na terenie aglomeracji i dużych miast)

3.7. Ołów

Kryteria oceny

Dopuszczalny poziom (stężenie) ołowiu w powietrzu, ustanowiony w celu ochrony zdrowia, obowiązujący w Polsce wg rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, podano w tabeli 3.7-1.

Tabela 3.7-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza ołowiem - ochrona zdrowia

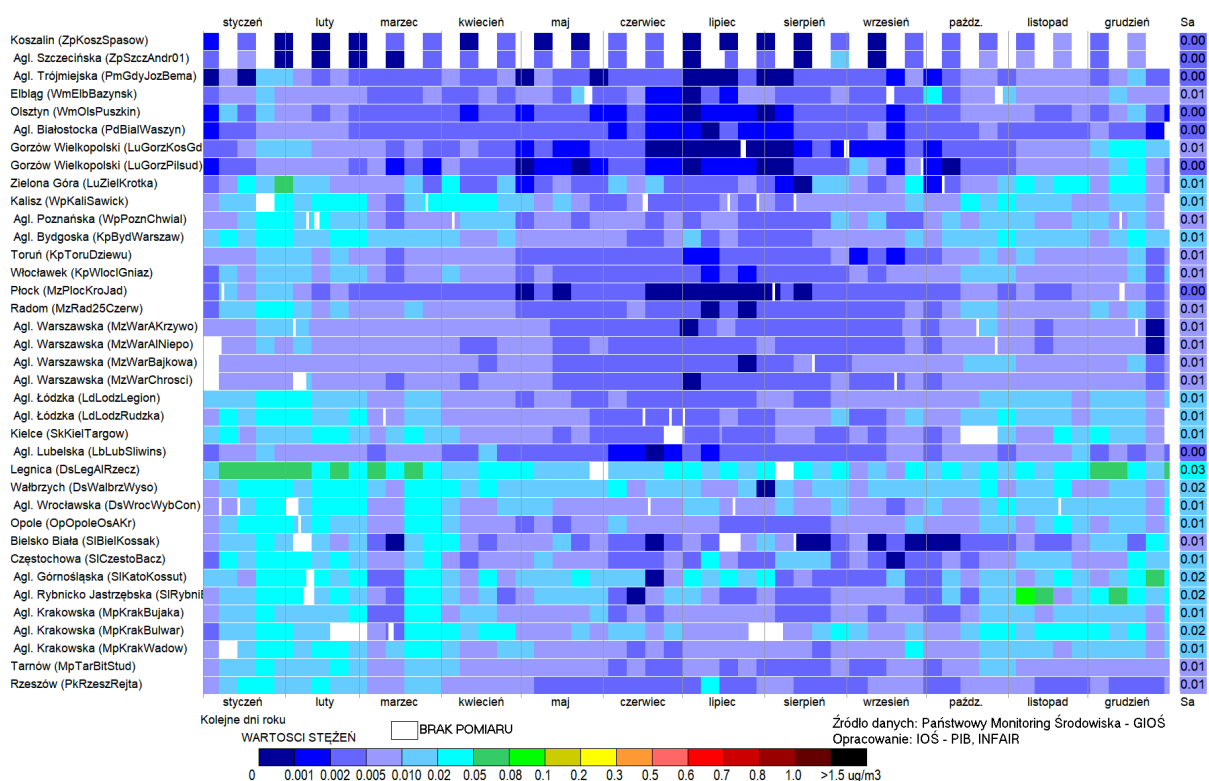
Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom Pb w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	0.5	Sa

Ołów – oznacza całkowitą zawartość pierwiastka w pyłe PM10

Zanieczyszczenie powietrza ołowiem w aglomeracjach i w dużych miastach

W ocenie zanieczyszczenia powietrza ołowiem w 2019 roku uwzględniono wyniki pomiarów z 38 stanowisk zlokalizowanych na terenie 12 aglomeracji i 18 miast powyżej 100 tys. mieszkańców. Z wyjątkiem 4 aglomeracji lub miast, w pozostałych w ocenie wykorzystano po jednym stanowisku .

Przebieg stężeń ołowiu na poszczególnych stanowiskach uwzględnionych w analizach przedstawiono na Rys. 3-31 (mozaika). Na rysunku, 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). Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia średniego rocznego Sa.



Rys. 3-31. Stężenia ołowiu (Pb) uzyskane w 2019 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

W 2019 roku średnie roczne stężenia ołowiu na stanowiskach uwzględnionych w ocenie wynosiły od 0.002 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 0.034 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tab. 3.7-2, Rys. 3-31, Rys. 3-32).

Tabela 3.7-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń ołowiu prowadzonych w 2019 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

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

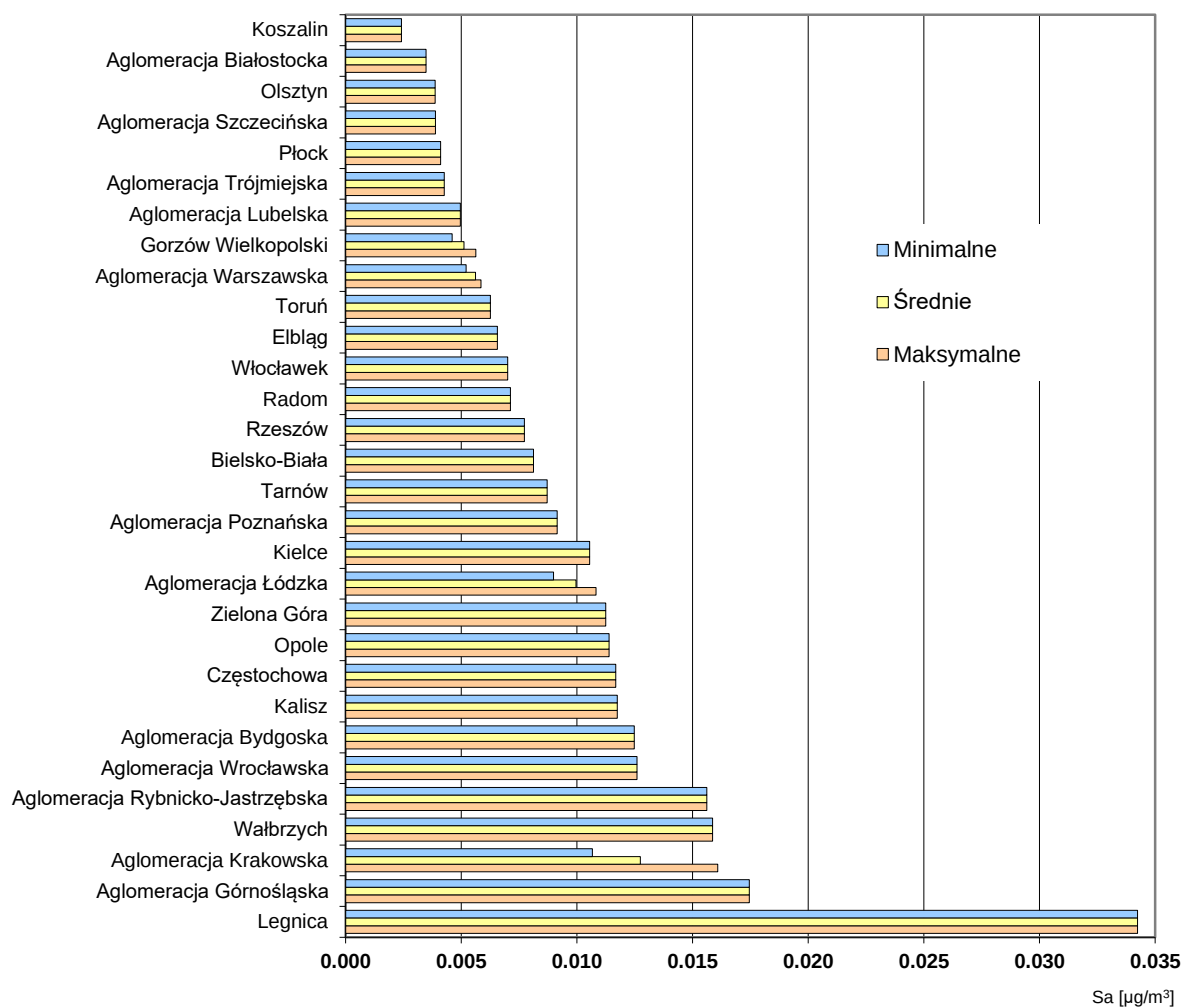
Lp.	Agglomeracja /miasto	Stężenie średnie roczne Pb			
		Liczba stanowisk ¹⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$
1	Agglomeracja Białostocka	1	0.003	0.003	0.003
2	Agglomeracja Bydgoska	1	0.012	0.012	0.012
3	Agglomeracja Górnośląska	1	0.017	0.017	0.017
4	Agglomeracja Krakowska	3	0.011	0.013	0.016
5	Agglomeracja Lubelska	1	0.005	0.005	0.005
6	Agglomeracja Łódzka	3	0.009	0.010	0.011
7	Agglomeracja Poznańska	1	0.009	0.009	0.009
8	Agglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	0.016	0.016	0.016
9	Agglomeracja Szczecińska	1	0.004	0.004	0.004
10	Agglomeracja Trójmiejska	1	0.004	0.004	0.004
11	Agglomeracja Warszawska	4	0.005	0.006	0.006

Lp.	Aglomeracja /miasto	Stężenie średnie roczne Pb			
		Liczba stanowisk ¹⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
12	Aglomeracja Wrocławska	1	0.013	0.013	0.013
13	Bielsko-Biała	1	0.008	0.008	0.008
14	Częstochowa	1	0.012	0.012	0.012
15	Elbląg	1	0.007	0.007	0.007
16	Gorzów Wielkopolski	2	0.005	0.005	0.006
17	Kalisz	1	0.012	0.012	0.012
18	Kielce	1	0.011	0.011	0.011
19	Koszalin	1	0.002	0.002	0.002
20	Legnica	1	0.034	0.034	0.034
21	Olsztyn	1	0.004	0.004	0.004
22	Opole	1	0.011	0.011	0.011
23	Płock	1	0.004	0.004	0.004
24	Radom	1	0.007	0.007	0.007
25	Rzeszów	1	0.008	0.008	0.008
26	Tarnów	1	0.009	0.009	0.009
27	Toruń	1	0.006	0.006	0.006
28	Wałbrzych	1	0.016	0.016	0.016
29	Włocławek	1	0.007	0.007	0.007
30	Zielona Góra	1	0.011	0.011	0.011
	Polska	38	0.002	0.009	0.034

Objaśnienia do tabeli 3.7-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2019 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju



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

Rys. 3-32. Wartości średnich rocznych stężeń ołowiu (Pb) uzyskane w 2019 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Na żadnym stanowisku pomiarowym, spośród uwzględnionych w ocenie, na terenie aglomeracji i miast o liczbie mieszkańców większej od 100. tys. w 2019 roku nie został przekroczony dopuszczalny poziom stężenia ołowiu w powietrzu. Najniższe stężenia S_a ($0.002 \mu\text{g}/\text{m}^3$) uzyskano z pomiarów w Koszalinie. Najwyższe stężenie średnie roczne ($0.034 \mu\text{g}/\text{m}^3$) odnotowano na stanowisku w Legnicy. Jest to wartość znacząco niższa od poziomu dopuszczalnego (stanowi ok. 7% D_a).

3.8. Arsen

Kryteria oceny

Stężeniem kryterialnym w ocenie zanieczyszczenia powietrza arsenem jest poziom docelowy, ustanowiony w celu ochrony zdrowia, obowiązujący w Polsce wg rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, podany w tabeli 3.8-1.

Tabela 3.8-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza arsenem - ochrona zdrowia

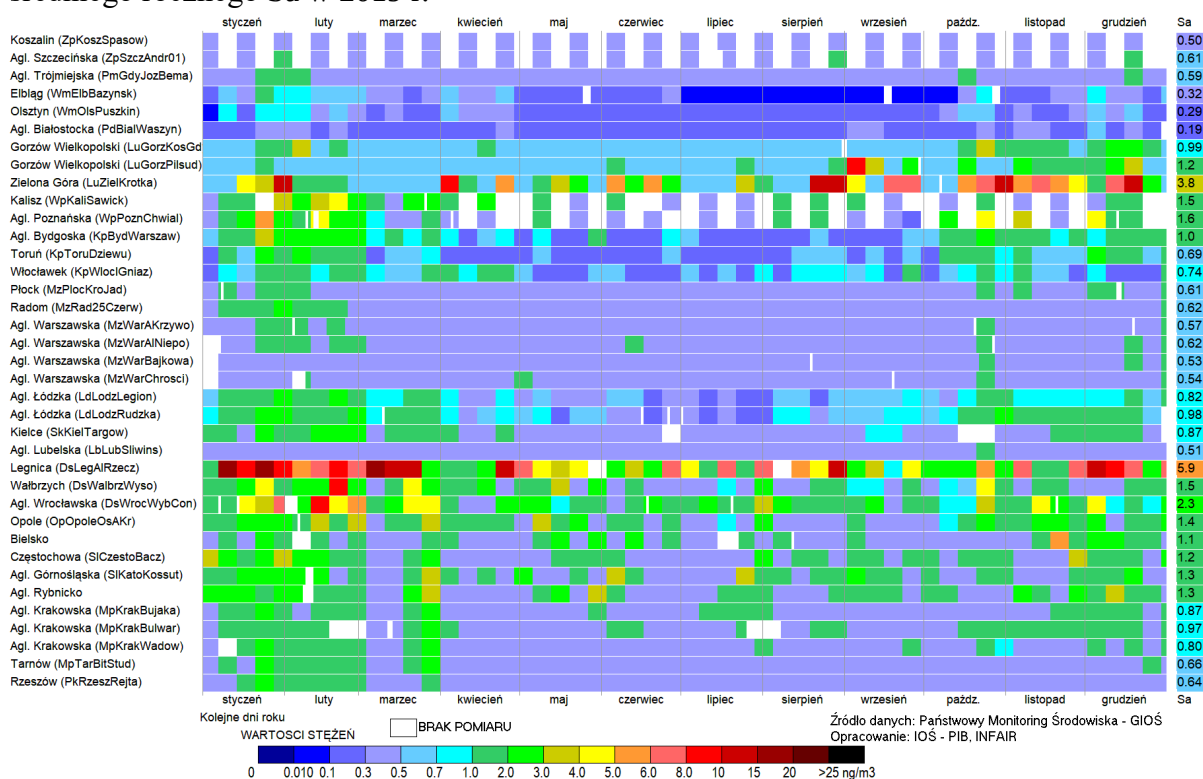
Okres uśredniania stężeń	Poziom docelowy As w powietrzu [ng/m ³]	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	6	Sa

Arsen – oznacza całkowitą zawartość pierwiastka w pyłe PM₁₀

Zanieczyszczenie powietrza arsenem w aglomeracjach i w dużych miastach

W ocenie zanieczyszczenia powietrza arsenem wykorzystano wyniki pomiarów z 37 stanowisk (Rys. 3-33) znajdujących się na terenie 12 aglomeracji i 18 miast o liczbie mieszkańców większej od 100 tys. W przypadku większości miast i aglomeracji (26 z 30) w opracowaniu wykorzystano wyniki z jednego stanowiska.

Na Rys. 3-33 dla każdego stanowiska kolejne wartości stężenia 24-godz. arsenu oznaczone są kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia średniego rocznego Sa w 2019 r.



Rys. 3-33. Stężenia arsenu (As) uzyskane w 2019 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Średnie roczne stężenia arsenu na uwzględnionych w ocenie stanowiskach wynosiły w 2019 roku od 0.19 ng/m³ do 5.92 ng/m³ (Tab. 3.8-2).

Najniższe stężenia uzyskano z pomiarów na stanowiskach w Aglomeracji Białostockiej. Najwyższe stężenie uzyskano na stanowisku pomiarowym w Legnicy (Tab. 3.8-2, Rys. 3-34). Na wszystkich stanowiskach położonych w rozważanych miastach i aglomeracjach poziom docelowy arsenu był dotrzymany.

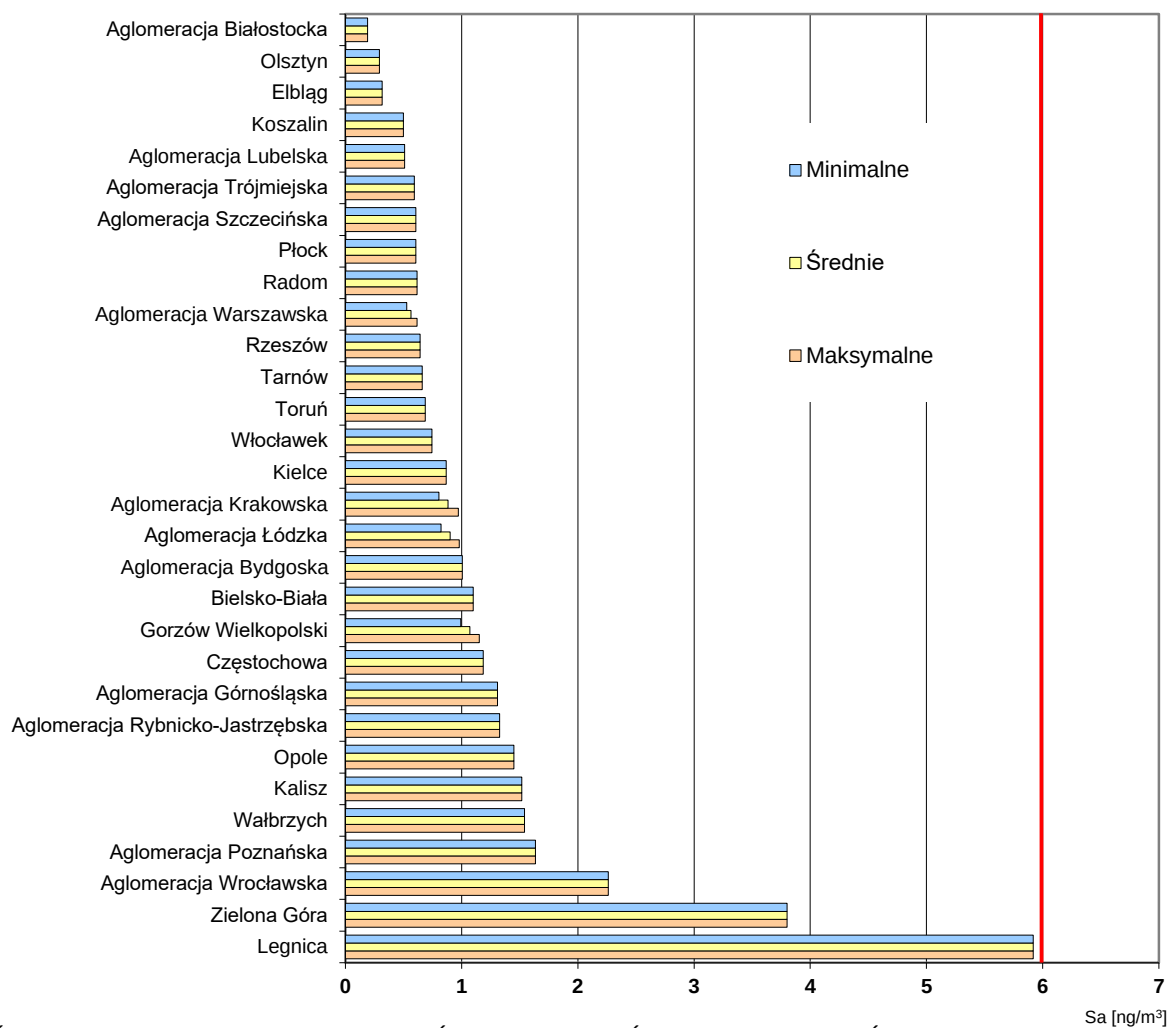
Tabela 3.8-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń arsenu prowadzonych w 2019 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ. Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR

Lp.	Aglomeracja / miasto	Stężenie średnie roczne As			
		Liczba stanowisk ¹⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	1	0.19	0.19	0.19
2	Aglomeracja Bydgoska	1	1.01	1.01	1.01
3	Aglomeracja Górnośląska	1	1.31	1.31	1.31
4	Aglomeracja Krakowska	3	0.80	0.88	0.97
5	Aglomeracja Lubelska	1	0.51	0.51	0.51
6	Aglomeracja Łódzka	2	0.82	0.90	0.98
7	Aglomeracja Poznańska	1	1.64	1.64	1.64
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	1.33	1.33	1.33
9	Aglomeracja Szczecińska	1	0.61	0.61	0.61
10	Aglomeracja Trójmiejska	1	0.59	0.59	0.59
11	Aglomeracja Warszawska	4	0.53	0.56	0.62
12	Aglomeracja Wrocławska	1	2.26	2.26	2.26
13	Bielsko-Biała	1	1.10	1.10	1.10
14	Częstochowa	1	1.19	1.19	1.19
15	Elbląg	1	0.32	0.32	0.32
16	Gorzów Wielkopolski	2	0.99	1.07	1.15
17	Kalisz	1	1.52	1.52	1.52
18	Kielce	1	0.87	0.87	0.87
19	Koszalin	1	0.50	0.50	0.50
20	Legnica	1	5.92	5.92	5.92
21	Olsztyn	1	0.29	0.29	0.29
22	Opole	1	1.45	1.45	1.45
23	Płock	1	0.61	0.61	0.61
24	Radom	1	0.62	0.62	0.62
25	Rzeszów	1	0.64	0.64	0.64
26	Tarnów	1	0.66	0.66	0.66
27	Toruń	1	0.69	0.69	0.69
28	Wałbrzych	1	1.54	1.54	1.54
29	Włocławek	1	0.74	0.74	0.74
30	Zielona Góra	1	3.80	3.80	3.80
	Razem	37	0.19	1.10	5.92

Objaśnienia do tabeli 3.8-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2019 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju



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

Rys. 3-34. Wartości średnich rocznych stężeń arsenu (As) uzyskane w 2019 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

3.9. Kadm

Kryteria oceny

Stężeniem kryterialnym w ocenie zanieczyszczenia powietrza kadmem jest poziom docelowy, ustanowiony w celu ochrony zdrowia, obowiązujący w Polsce wg rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, podany w tabeli 3.9-1.

Tabela 3.9-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza kadmem - ochrona zdrowia

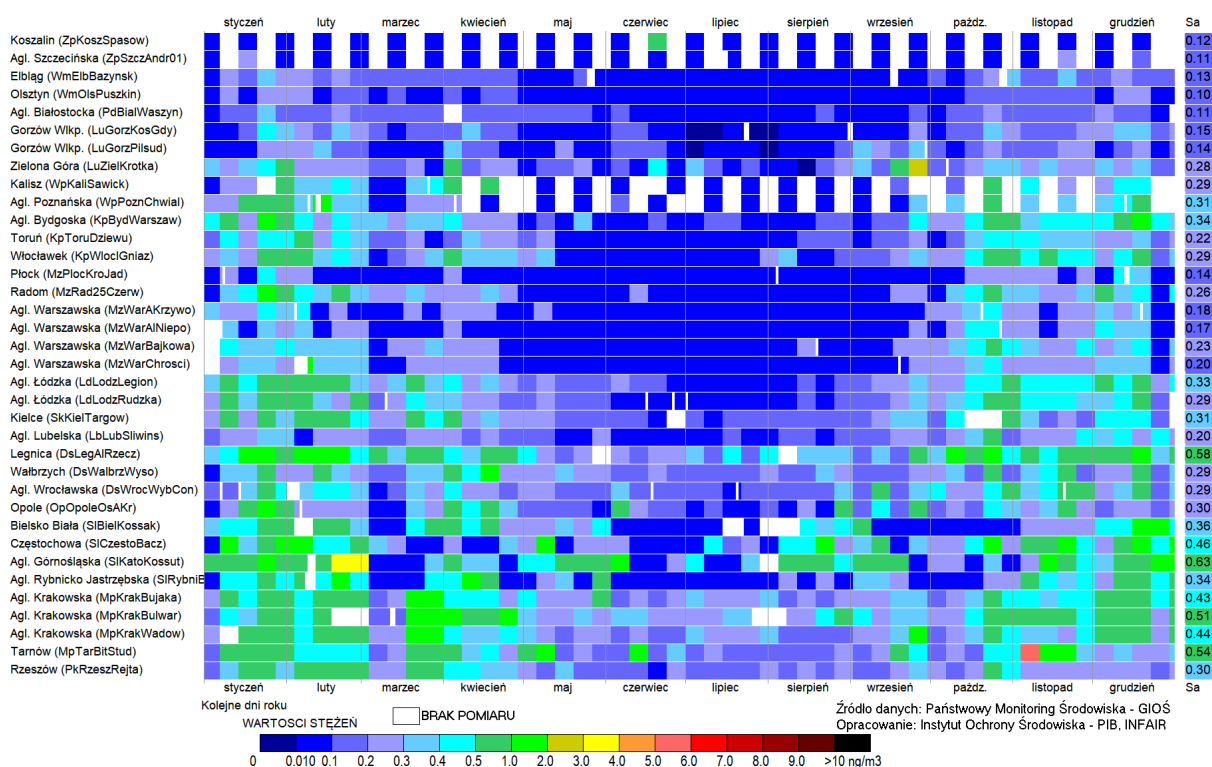
Okres uśredniania stężeń	Poziom docelowy Cd w powietrzu Da [ng/m ³]	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	5	Sa

Kadm – oznacza całkowitą zawartość pierwiastka w pyłe PM₁₀

Zanieczyszczenie powietrza kadmem w aglomeracjach i w dużych miastach

W ocenie zanieczyszczenia powietrza kadmem w 2019 roku uwzględniono wyniki uzyskane z pomiarów na 36 stanowiskach, na terenie 11 aglomeracji i 18 miast powyżej 100 tys. mieszkańców (Rys. 3-35). Najczęściej było to jedyne stanowisko w danym mieście lub aglomeracji.

Na Rys. 3-35 dla każdego stanowiska kolejne wartości stężenia 24-godz. kadmu oznaczone są kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia średniego rocznego Sa w 2019 r.



Rys. 3-35. Stężenia kadmu (Cd) uzyskane w 2019 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Średnie roczne stężenia kadmu na stanowiskach uwzględnionych w ocenie dotyczącej 2019 roku wynosiły od 0.100 ng/m³ do 0.625 ng/m³. Najniższe wartości odnotowano na stanowisku w Olsztynie. Najwyższe stężenia uzyskano z pomiarów na stanowisku w Katowicach w Aglomeracji Górnośląskiej (Tab. 3.9-2, Rys. 3-36).

Na wszystkich stanowiskach uwzględnionych w ocenie, średnie roczne stężenia kadmu w powietrzu były niższe od 13% poziomu docelowego. Na 89% stanowisk stężenie Sa nie przekraczało 10 % wartości normatywnej.

Tabela 3.9-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń kadmu prowadzonych w 2019 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

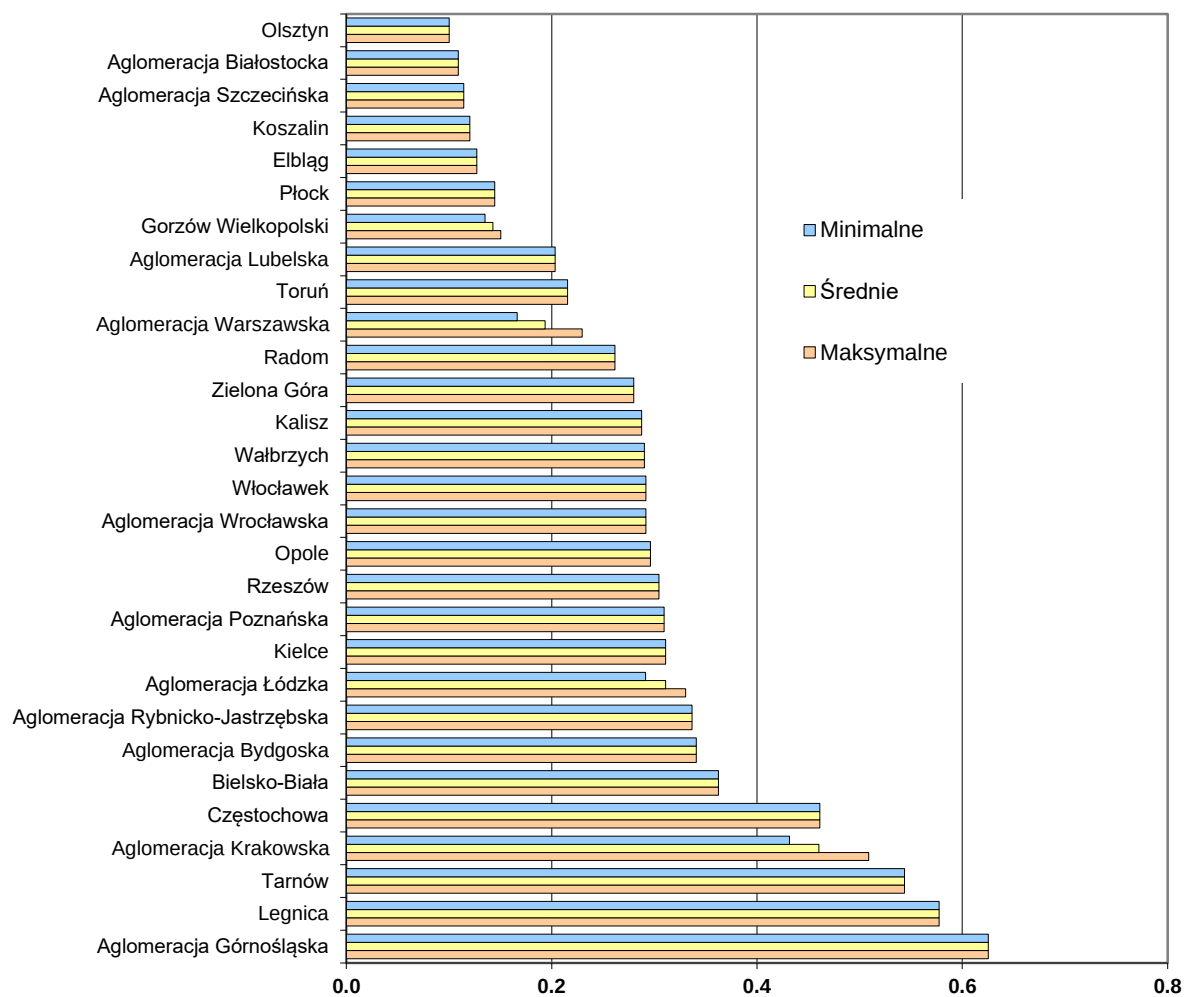
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ. Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Lp.	Aglomeracja / miasto	Stężenie średnie roczne Cd			
		Liczba stanowisk ¹⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	1	0.109	0.109	0.109
2	Aglomeracja Bydgoska	1	0.341	0.341	0.341
3	Aglomeracja Górnośląska	1	0.625	0.625	0.625
4	Aglomeracja Krakowska	3	0.432	0.460	0.509
5	Aglomeracja Lubelska	1	0.203	0.203	0.203
6	Aglomeracja Łódzka	2	0.292	0.311	0.330
7	Aglomeracja Poznańska	1	0.310	0.310	0.310
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	0.337	0.337	0.337
9	Aglomeracja Szczecińska	1	0.114	0.114	0.114
10	Aglomeracja Warszawska	4	0.166	0.193	0.230
11	Aglomeracja Wrocławska	1	0.292	0.292	0.292
12	Bielsko-Biała	1	0.362	0.362	0.362
13	Częstochowa	1	0.461	0.461	0.461
14	Elbląg	1	0.127	0.127	0.127
15	Gorzów Wielkopolski	2	0.135	0.143	0.150
16	Kalisz	1	0.288	0.288	0.288
17	Kielce	1	0.311	0.311	0.311
18	Koszalin	1	0.120	0.120	0.120
19	Legnica	1	0.577	0.577	0.577
20	Olsztyn	1	0.100	0.100	0.100
21	Opole	1	0.296	0.296	0.296
22	Płock	1	0.145	0.145	0.145
23	Radom	1	0.262	0.262	0.262
24	Rzeszów	1	0.305	0.305	0.305
25	Tarnów	1	0.544	0.544	0.544
26	Toruń	1	0.215	0.215	0.215
27	Wałbrzych	1	0.290	0.290	0.290
28	Włocławek	1	0.292	0.292	0.292
29	Zielona Góra	1	0.280	0.280	0.280
	Polska	36	0.100	0.288	0.625

Objaśnienia do tabeli 3.9-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2019 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju



Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - GIOŚ Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR Sa [ng/m³]

Rys. 3-36. Wartości średnich rocznych stężeń kadmu (Cd) uzyskane w 2019 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

3.10. Nikiel

Kryteria oceny

Stężeniem kryterialnym w ocenie zanieczyszczenia powietrza niklem jest poziom docelowy, ustanowiony w celu ochrony zdrowia, obowiązujący w Polsce wg rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, podany w tabeli 3.10-1.

Tabela 3.10-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza niklem - ochrona zdrowia

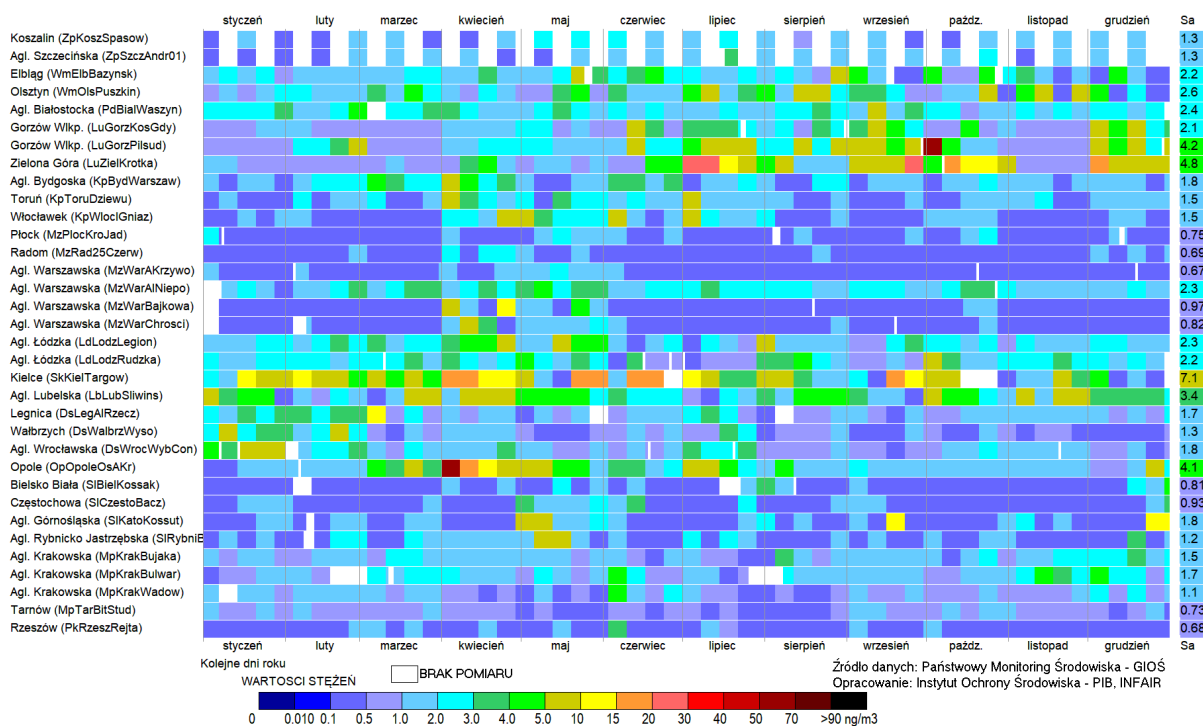
Okres uśredniania stężeń	Poziom docelowy Ni w powietrzu [ng/m ³]	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	20	Sa

Nikiel – oznacza całkowitą zawartość pierwiastka w pyłe PM₁₀

Zanieczyszczenie powietrza niklem w aglomeracjach i w dużych miastach

W ocenie zanieczyszczenia powietrza niklem w 2019 roku uwzględniono wyniki pomiarów prowadzonych na 31 stanowiskach, w 10 aglomeracjach oraz w 17 miastach powyżej 100 tys. mieszkańców (Rys. 3-37). W trzech aglomeracjach i w jednym mieście wykorzystano dane z więcej niż jednego stanowiska, w pozostałych przypadkach uwzględniono wyniki z jednego stanowiska w mieście lub aglomeracji.

Na Rys. 3-37 dla każdego stanowiska kolejne wartości stężenia 24-godz. niklu oznaczone są kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia średniego rocznego Sa w 2019 r.



Rys. 3-37. Stężenia niklu (Ni) w ng/m³ uzyskane w 2019 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Wartości średnich rocznych stężeń niklu w 2019 roku na stanowiskach uwzględnionych w ocenie były niskie - mieściły się w granicach od 0.67 ng/m³ do 7.12 ng/m³ (Rys. 3-37, Tab. 3.10-2). Najniższe wartości uzyskano z pomiarów na jednej z czterech stacji w Aglomeracji Warszawskiej. Najwyższe stężenie odnotowano na stanowisku pomiarowym w Kielcach (Tab. 3.10-2, Rys. 3-38). Na żadnym ze stanowisk w rozważanych miastach i aglomeracjach stężenia niklu nie przekroczyły 40% poziomu docelowego.

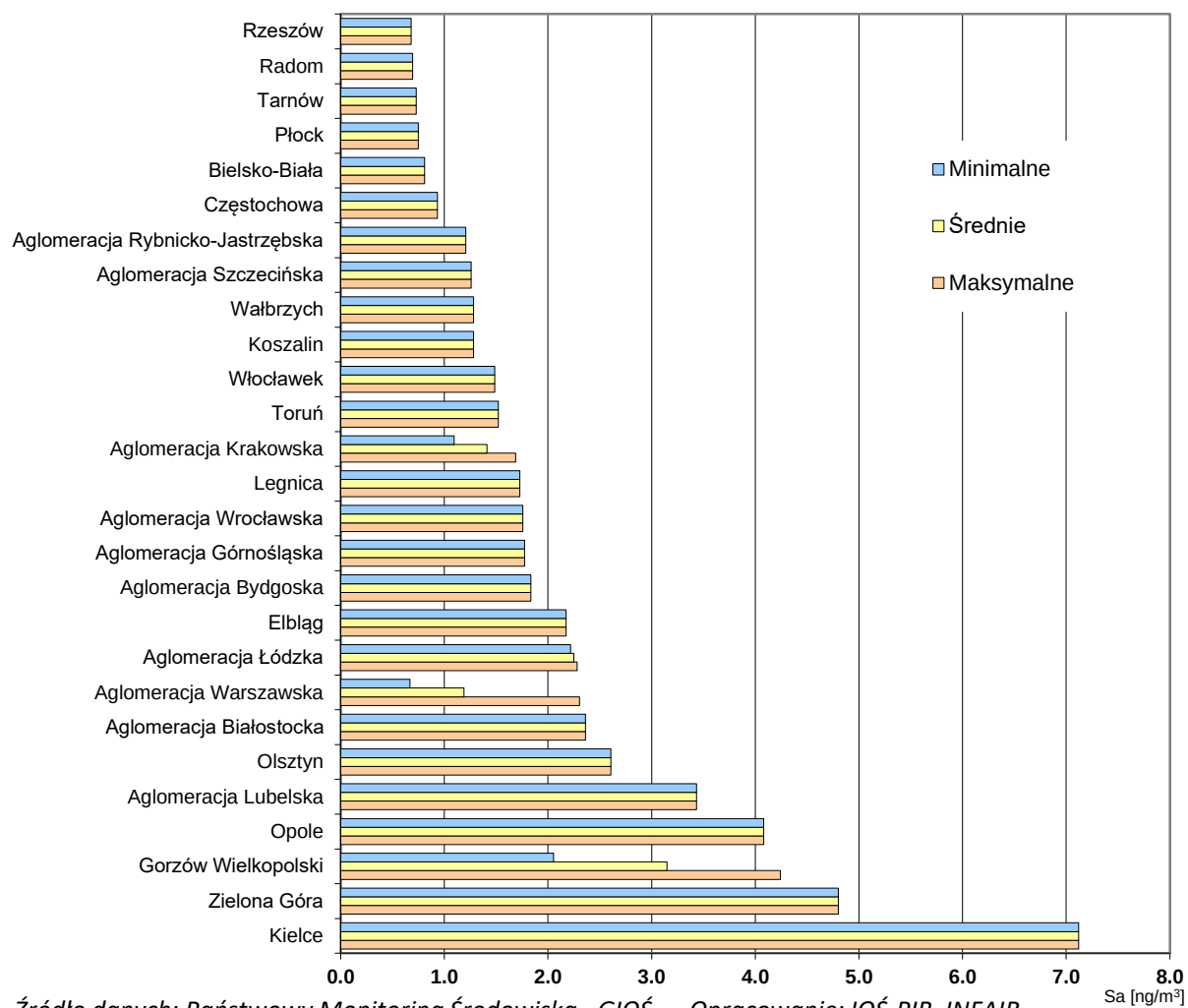
Tabela 3.10-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń niklu prowadzonych w 2019 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ. Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Lp.	Aglomeracja /miasto	Stężenie średnie roczne Ni			
		Liczba stanowisk ¹⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	1	2.36	2.36	2.36
2	Aglomeracja Bydgoska	1	1.84	1.84	1.84
3	Aglomeracja Górnośląska	1	1.77	1.77	1.77
4	Aglomeracja Krakowska	3	1.10	1.41	1.69
5	Aglomeracja Lubelska	1	3.43	3.43	3.43
6	Aglomeracja Łódzka	2	2.22	2.25	2.28
7	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	1.21	1.21	1.21
8	Aglomeracja Szczecińska	1	1.26	1.26	1.26
9	Aglomeracja Warszawska	4	0.67	1.19	2.30
10	Aglomeracja Wrocławska	1	1.76	1.76	1.76
11	Bielsko-Biała	1	0.81	0.81	0.81
12	Częstochowa	1	0.93	0.93	0.93
13	Elbląg	1	2.17	2.17	2.17
14	Gorzów Wielkopolski	2	2.05	3.15	4.24
15	Kielce	1	7.12	7.12	7.12
16	Koszalin	1	1.28	1.28	1.28
17	Legnica	1	1.73	1.73	1.73
18	Olsztyn	1	2.61	2.61	2.61
19	Opole	1	4.08	4.08	4.08
20	Płock	1	0.75	0.75	0.75
21	Radom	1	0.69	0.69	0.69
22	Rzeszów	1	0.68	0.68	0.68
23	Tarnów	1	0.73	0.73	0.73
24	Toruń	1	1.52	1.52	1.52
25	Wałbrzych	1	1.28	1.28	1.28
26	Włocławek	1	1.49	1.49	1.49
27	Zielona Góra	1	4.80	4.80	4.80
	Polska	34	0.67	1.94	7.12

Objaśnienia do tabeli 3.10-2:

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

²⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2019 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju



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

Rys. 3-38. Wartości średnich rocznych stężeń niklu (Ni) uzyskane w 2019 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

3.11. Benzo(a)piren

Kryteria oceny

Dopuszczalne stężenie benzo(a)pirenu w powietrzu (poziom docelowy), ustanowione w celu ochrony zdrowia, obowiązujące w Polsce na podstawie rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, podano w tabeli 3.11-1.

Tabela 3.11-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza benzo(a)pirenem B(a)P - ochrona zdrowia

Okres uśredniania stężeń	Poziom docelowy B(a)P w powietrzu ¹⁾ [ng/m ³]	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	1 ²⁾	Sa

¹⁾ całkowita zawartość B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀

²⁾ zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu docelowego B(a)P (1 ng/m³) sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego B(a)P do całości. Oznacza to, że zgodnie z ww. Wytycznymi, poziom docelowy uznaje się za przekroczony, jeżeli stężenie średnie roczne B(a)P jest równe lub wyższe 1.5 ng/m³.

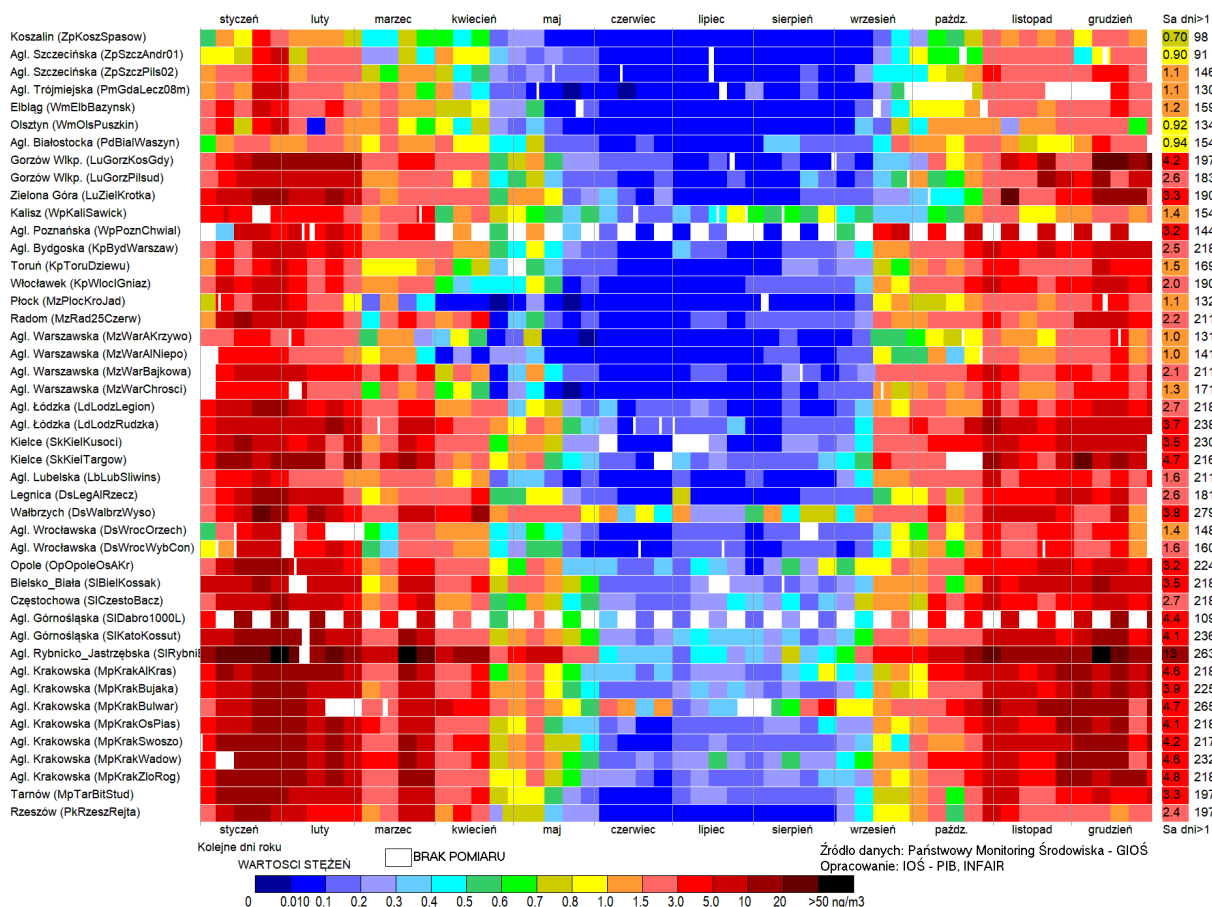
Zanieczyszczenie powietrza benzo(a)pirenem w aglomeracjach i w dużych miastach

Ocena zanieczyszczenia powietrza benzo(a)pirenem (B(a)P) za 2019 rok została przeprowadzona na podstawie wyników pomiarów uzyskanych na 45 stanowiskach, znajdujących się w 12 aglomeracjach i w 18 dużych miastach (o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys.) - Rys. 3-39.

W 8 aglomeracjach/miastach podstawę oceny stanowiły stężenia z dwóch stanowisk w mieście. W Krakowie uzyskano wyniki pomiarów z 7 stanowisk, w Warszawie z 4. W pozostałych 22 miastach i aglomeracjach, dostępne były wyniki pomiarów stężeń tylko z jednego stanowiska.

Na Rys. 3-39 dla każdego stanowiska kolejne wartości stężenia 24-godz. B(a)P w 2019 r. oznaczone są kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia średniego rocznego zmierzone na każdym ze stanowisk w całym 2019 r. (obliczane jako średnia arytmetyczna z dostępnych wyników pomiarów) oraz liczbę dni ze stężeniem 24-godz. wyższym od 1 ng/m³.

Stężenia B(a)P cechuje wyraźna sezonowa zmienność. W sezonie chłodnym stężenia są znacznie wyższe niż latem. Stężenia średnie dla 6 miesięcy sezonu chłodnego 2019 r. były, w zależności od stacji, od 4 do 16 razy wyższe (średnio 9 razy) od stężenia średniego dla 6 miesięcy sezonu ciepłego (kwiecień-wrzesień).



Rys. 3-39. Stężenia benzo(a)pirenu (B(a)P) w ng/m^3 uzyskane w 2019 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Średnie roczne stężenia benzo(a)pirenu uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2019 roku na stanowiskach uwzględnionych w ocenie były wysokie - wynosiły od 0.70 ng/m^3 do 13 ng/m^3 (Rys. 3-39, Tab. 3.11-2). W aglomeracjach i miastach, dla których w ocenie wzięto pod uwagę więcej niż jedno stanowisko, uśrednione wartości stężeń wynosiły od 1.0 ng/m^3 w Aglomeracji Szczecińskiej do 4.4 ng/m^3 w Aglomeracji Krakowskiej.

Wartości nie przekraczające poziomu docelowego B(a)P w powietrzu⁵, uzyskano na 14 stanowiskach w 5 aglomeracjach i 6 dużych miastach. Na pozostałych 31 stanowiskach (z 45) wartości stężenia średniego rocznego B(a)P były wyższe od poziomu docelowego. W 21 miastach i aglomeracjach, przynajmniej na jednym stanowisku pomiarowym przekroczony był poziom docelowy B(a)P, w dziewięciu nie stwierdzono przekroczeń.

Podobnie jak w poprzednich latach, najwyższe wartości średnich rocznych stężeń benzo(a)pirenu uzyskano na stanowisku znajdującym się na terenie Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej w Rybniku (13.2 ng/m^3). Wysokie stężenia B(a)P, przekraczające więcej niż

⁵ Zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu docelowego B(a)P (1 ng/m^3) sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego B(a)P do całości. Oznacza to, że zgodnie z ww. Wytycznymi, poziom docelowy uznaje się za przekroczony, jeżeli stężenie średnie roczne B(a)P jest równe lub wyższe 1.5 ng/m^3 .

czterokrotnie poziom docelowy, zanotowano także w Gorzowie Wlkp., Aglomeracji Krakowskiej i Górnośląskiej oraz w Kielcach (Tab. 3.11-2, Rys. 3-39, Rys. 3-40).

Pomiary stężeń B(a)P w Polsce od wielu lat wykazują występowanie przekroczeń wartości normatywnych stężeń tego zanieczyszczenia, często przekroczeń bardzo znacznych, na dużej liczbie stanowisk i w różnych rejonach kraju. Występowanie przekroczeń poziomu docelowego wiąże się z wysokim poziomem stężeń B(a)P w okresie zimowym. Zwiększone stężenia B(a)P w okresie zimy w Polsce wynikają z dużej jego emisji (szczególnie ze źródeł tzw. niskiej emisji związanej z ogrzewaniem budynków) oraz z gorszych niż latem warunków dyspersji zanieczyszczeń w sezonie chłodnym. W wielu rejonach kraju znaczna część budynków indywidualnych oraz z sektora mieszkaniowo-usługowego ogrzewana jest indywidualnie, z wykorzystaniem paliw stałych: węgla kamiennego i drewna. W dalszym ciągu stosowane są piece, kotły, paleniska o niskiej sprawności energetycznej, nie gwarantujące właściwych warunków spalania paliw. Ocenia się, że w 2018 roku emisja B(a)P z procesów spalania poza przemysłem i energetyką zawodową stanowiła ok. 95% całkowitej emisji krajowej B(a)P (EMEP 2020). W rezultacie, w wielu rejonach kraju stężenia benzo(a)pirenu są wysokie – wyższe od poziomu docelowego B(a)P.

Tabela 3.11-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń benzo(a)pirenu prowadzonych w 2019 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ. Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Lp.	Aglomeracja / miasto	Liczba stanowisk uwzględnionych ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Stężenie średnie roczne B(a)P		
				Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	1		0.94	0.94	0.94
2	Aglomeracja Bydgoska	1	1	2,55	2,55	2,55
3	Aglomeracja Górnośląska	2	2	4.06	4.22	4.38
4	Aglomeracja Krakowska	7	7	3.94	4.43	4.76
5	Aglomeracja Lubelska	1	1	1.61	1.61	1.61
6	Aglomeracja Łódzka	2	2	2.67	3.17	3.67
7	Aglomeracja Poznańska	1	1	3.24	3.24	3.24
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	1	13.18	13.18	13.18
9	Aglomeracja Szczecińska	2		0.90	1.00	1.09
10	Aglomeracja Trójmiejska	1		1.05	1.05	1.05
11	Aglomeracja Warszawska	4	1	1.02	1.36	2.09
12	Aglomeracja Wrocławska	2	1	1.43	1.53	1.64
13	Bielsko-Biała	1	1	3.51	3.51	3.51
14	Częstochowa	1	1	2.69	2.69	2.69
15	Elbląg	1		1.25	1.25	1.25
16	Gorzów Wielkopolski	2	2	2,58	3.40	4.21
17	Kalisz	1		1.44	1.44	1.44
18	Kielce	2	2	3.52	4.09	4.66
19	Koszalin	1		0.70	0.70	0.70
20	Legnica	1	1	2,59	2,59	2,59
21	Olsztyn	1		0.92	0.92	0.92

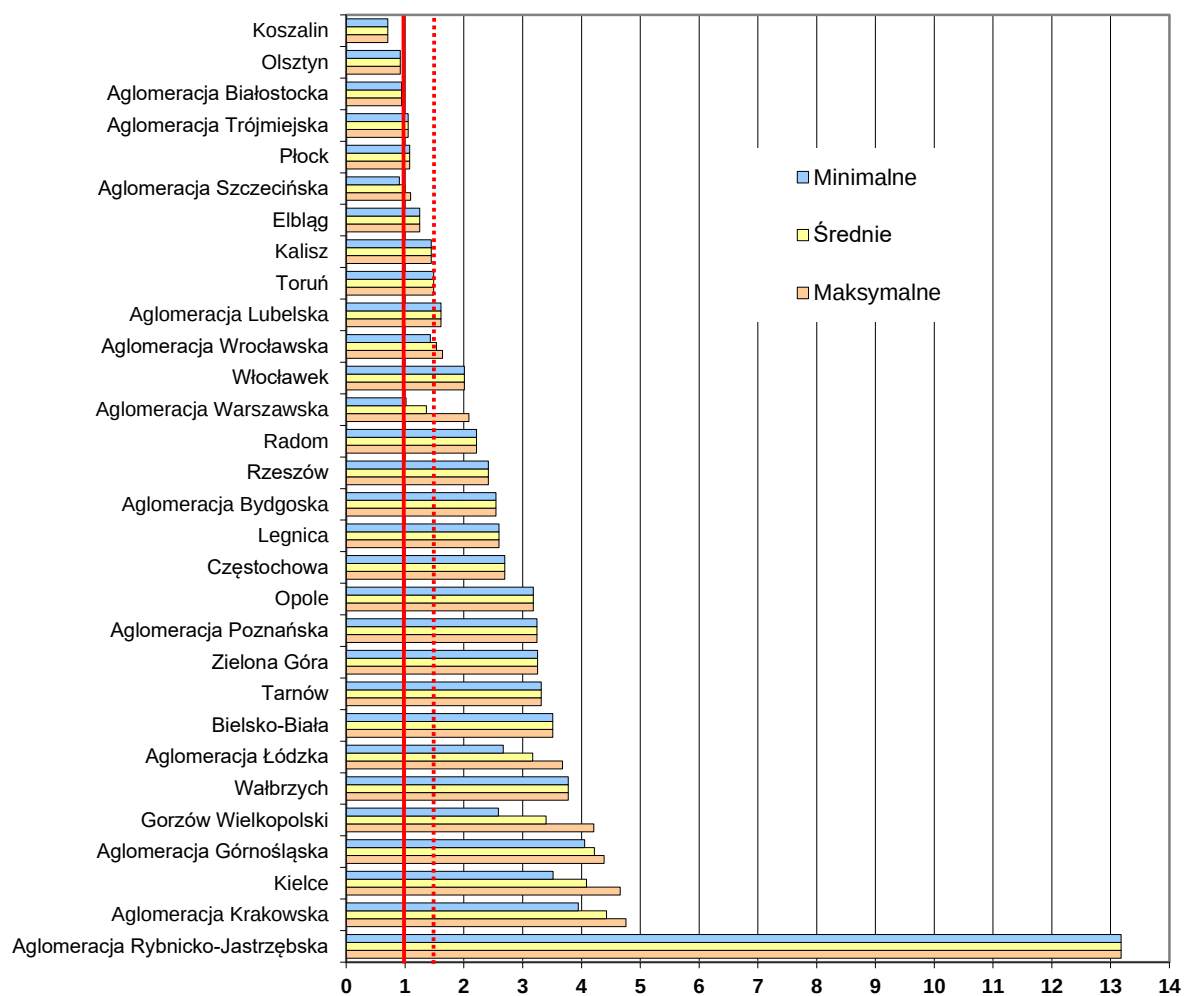
Lp.	Aglomeracja / miasto	Liczba stanowisk uwzględnionych ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Stężenie średnie roczne B(a)P		
				Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
22	Opole	1	1	3.18	3.18	3.18
23	Płock	1		1.08	1.08	1.08
24	Radom	1	1	2.21	2.21	2.21
25	Rzeszów	1	1	2.41	2.41	2.41
26	Tarnów	1	1	3.32	3.32	3.32
27	Toruń	1		1.49	1.49	1.49
28	Wałbrzych	1	1	3.78	3.78	3.78
29	Włocławek	1	1	2.01	2.01	2.01
30	Zielona Góra	1	1	3.25	3.25	3.25
	Polska	45	31	0.70	2.88	13.18

Objaśnienia do tabeli 3.11-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ liczba stanowisk, na których wartość stężenia średniego rocznego S_a była wyższa od poziomu docelowego; zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu docelowego B(a)P (1 ng/m³) sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego B(a)P do całości. Oznacza to, że zgodnie z ww. Wytycznymi, poziom docelowy uznaje się za przekroczony, jeżeli stężenie średnie roczne B(a)P jest równe lub wyższe 1.5 ng/m³.

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2019 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju



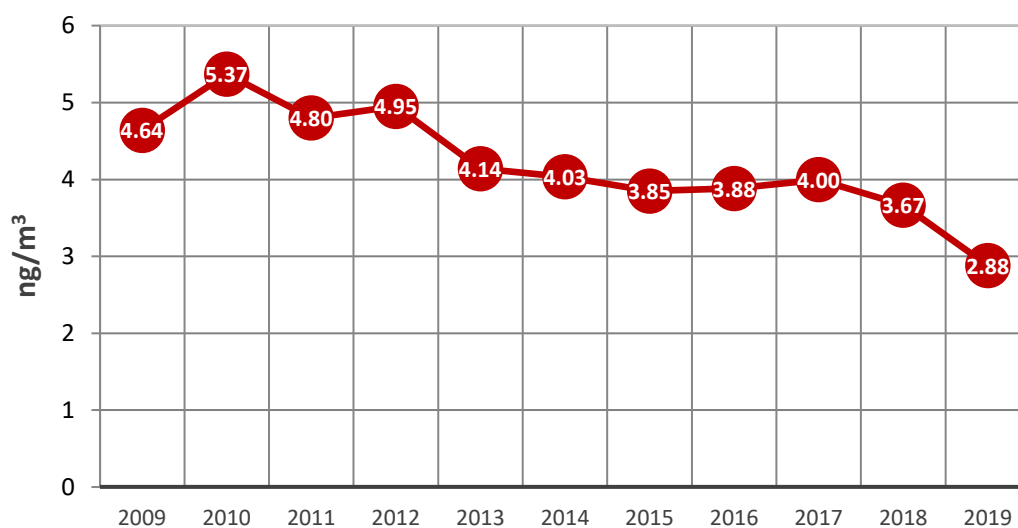
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - GIOŚ Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Sa [ng/m³]

Rys. 3-40. Wartości średnich rocznych stężeń benzo(a)pirenu (B(a)P) uzyskane w 2019 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Trendy zmian stężeń B(a)P

Trend zmian stężeń B(a)P w dużych miastach i aglomeracjach przedstawiono przy pomocy wskaźnika, którego wartość oblicza się dla każdego roku jako średnią arytmetyczną ze stężeń średnich rocznych B(a)P uzyskanych na wszystkich stanowiskach pomiarowych zlokalizowanych w rozważanych 30 miastach i aglomeracjach, dla których dostępne są poprawne serie wyników pomiarów (Rys. 3-41). Wartości wskaźnika dla lat 2009-2019 pokazują, że najwyższe stężenia B(a)P wystąpiły w 2010 r. W roku tym notowano wysokie stężenia również innych zanieczyszczeń, w tym PM₁₀ i PM_{2,5}. Po spadku stężeń w 2011 r., w 2012 r. zanotowano niewielki wzrost wskaźnika. W latach 2012-2015 zaobserwowano spadkową tendencję stężeń – wartość wskaźnika zmniejszyła się z 4.95 ng/m³ w 2012 r. do 3.85 ng/m³ w 2015 r. W 2016 r. stężenia były na podobnym poziomie jak rok wcześniej (wzrost o 0.9%). W 2017 r. nastąpił wzrost wartości wskaźnika, o ok. 3%, w 2018 r. spadek o ok. 8%. W 2019 r. miał miejsce znaczący spadek stężeń, o przeszło 20% w stosunku do roku poprzedniego do najniższej wartości w wieloleciu 2009-2019. Stężenia w latach 2013 -2019 były niższe niż stężenia B(a)P w poprzednich 4 latach. W okresie 2010-2019 wartość wskaźnika spadła z 5.37 ng/m³ do 2.88 ng/m³, czyli o ok. 46% w stosunku do wartości z 2010 r.



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

Rys. 3-41. Stężenie średnie roczne B(a)P w latach 2009-2019, uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach (zlokalizowanych na terenie aglomeracji i dużych miast)

3.12. Pył PM_{2,5}

Kryteria oceny

Stężeniem kryterialnym w ocenie zanieczyszczenia powietrza pyłem PM_{2,5} jest poziom dopuszczalny, ustanowiony w celu ochrony zdrowia, podany w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu.

Tabela 3.12-1. Kryterium oceny zanieczyszczenia powietrza pyłem PM_{2,5} - ochrona zdrowia

Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom PM _{2,5} w powietrzu, [μg/m ³]	Parametr odpowiadający wartości normowanej	Termin osiągnięcia poziomów dopuszczalnych
rok kalendarzowy	25	Sa	2015
rok kalendarzowy	20	Sa	2020

Dodatkowo, dla stężeń pyłu PM_{2,5} na terenie dużych miast (powyżej 100 tys. mieszkańców) i aglomeracji określone zostały wartości kryterialne dla krajowego wskaźnika średniego narażenia (WK). Wartość WK od 2015 r. nie powinna przekraczać pułapu stężenia ekspozycji (PSE=20 μg/m³), a od 2020 r. krajowego celu redukcji narażenia (KCRN=18 μg/m³).

Zasady obliczania wskaźników średniego narażenia oraz krajowego wskaźnika średniego narażenia określono w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 13 września 2012 r. w sprawie sposobu obliczania wskaźników średniego narażenia oraz sposobu oceny dotrzymania pułapu stężenia ekspozycji (Dz. U. z 2012 r., poz. 1029).

Wartość pułapu stężenia ekspozycji została określona w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2012 r. poz. 1031 z późn. zm.).

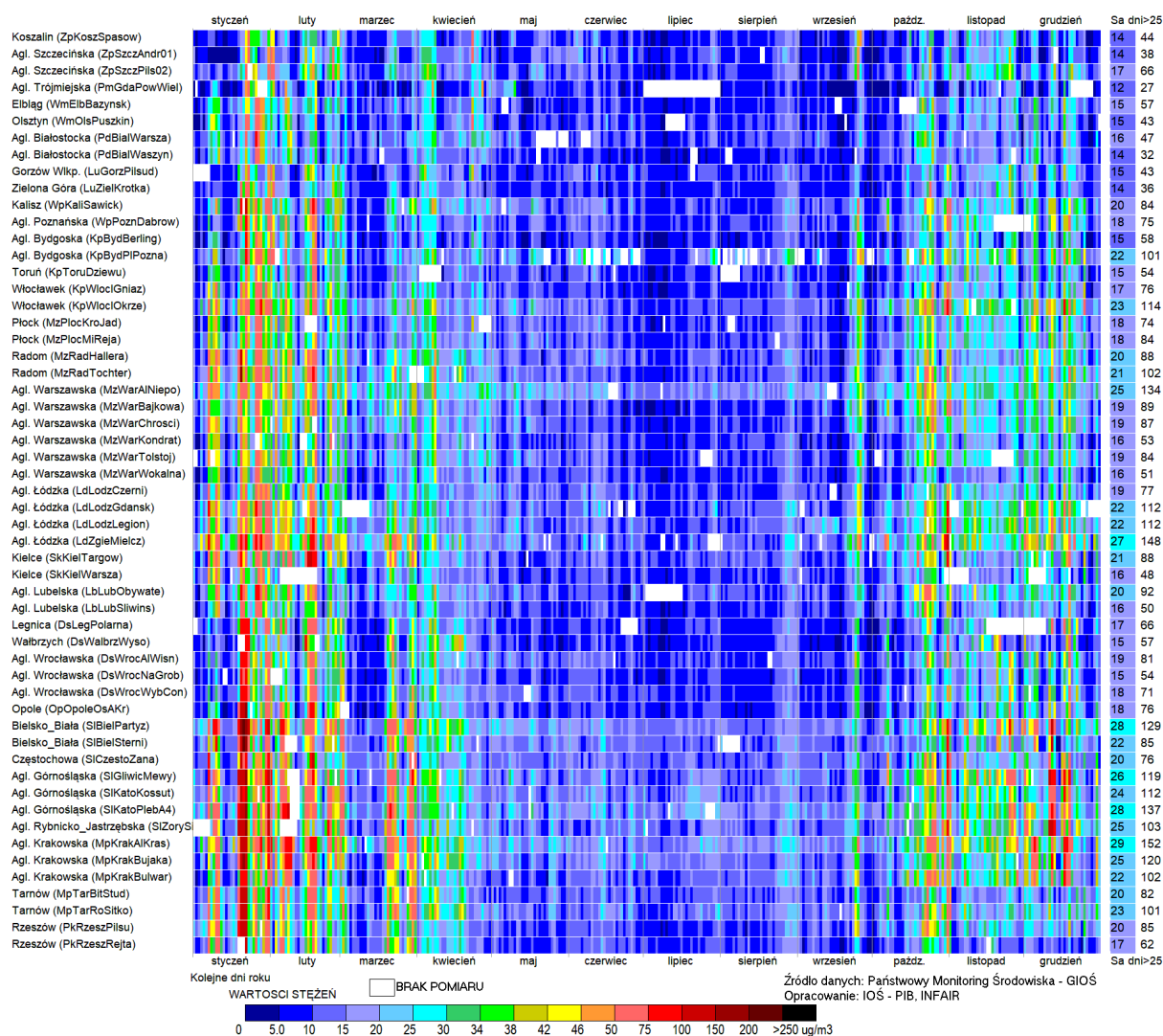
Wartość krajowego celu redukcji narażenia została określona w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 14 sierpnia 2012 r. w sprawie krajowego celu redukcji narażenia (Dz. U. z 2012 r., poz. 1030).

Stężenia pyłu PM_{2,5} w aglomeracjach i w dużych miastach

Oceny zanieczyszczenia powietrza pyłem PM_{2,5} w 2019 roku dokonano na podstawie wyników pomiarów z 55 stanowisk (w tym 10 komunikacyjnych), znajdujących się na terenie 12 aglomeracji i 18 miast o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys.

Na Rys. 3-42 dla każdego stanowiska kolejne wartości stężenia 24-godz. PM_{2,5} oznaczone są kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia średniego rocznego zmierzone na każdym ze stanowisk w całym 2019 r. (obliczane

jako średnia arytmetyczna z dostępnych wyników pomiarów) oraz liczbę dni ze stężeniem 24-godz. wyższym od $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (wartość zalecana przez WHO dla stężeń dobowych).



Rys. 3-42. Stężenia 24-godz. i średnie roczne $\text{Sa PM}_{2,5}$, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, uzyskane w 2019 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Wartości stężeń średnich rocznych pyłu $\text{PM}_{2,5}$ uzyskane z pomiarów w rozważanych aglomeracjach i miastach wynosiły w 2019 roku od $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tab. 3.12-2, Rys. 3-42). Stężenia uśrednione w poszczególnych rozważanych miastach, dla których w ocenie wykorzystano wyniki pomiarów z więcej niż jednego stanowiska (z uwzględnieniem wyników pomiarów prowadzonych na stanowiskach „komunikacyjnych”) wynosiły od $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W aglomeracjach lub miastach, w których uwzględniono pojedyncze stanowiska, średnie roczne stężenia $\text{PM}_{2,5}$ na tych stanowiskach wynosiły od $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Najniższe wartości stężeń średnich rocznych pyłu $\text{PM}_{2,5}$, uśrednionych w skali miasta, uzyskano w Aglomeracji Białostockiej. Spośród miast i aglomeracji, gdzie w ocenie wykorzystano wyniki pomiarów z jednego stanowiska, najniższe wartości uzyskano w Aglomeracji Trójmiejskiej (Rys. 3-43).

Najwyższe wartości stężeń średnich rocznych pyłu PM_{2,5}, uśrednionych w skali miasta, uzyskano w Aglomeracji Górnośląskiej (26 µg/m³). Spośród miast i aglomeracji, gdzie w ocenie wykorzystano wyniki pomiarów z jednego stanowiska, najwyższe wartości uzyskano w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej – 25 µg/m³ (Rys. 3-43).

Stężenia średnie roczne na stanowiskach z najwyższymi stężeniami w danej aglomeracji lub mieście, mieściły się w granicach od 12 µg/m³ (Aglomeracja Trójmiejska) do 29 µg/m³ (Aglomeracja Krakowska). Najwyższe stężenia S_a uzyskano na stanowisku komunikacyjnym w Krakowie. Spośród stanowisk tła miejskiego, najwyższe stężenie średnie roczne PM_{2,5} zanotowano w Zgierzu w Aglomeracji Łódzkiej (27 µg/m³).

W 2019 r. przekroczenia poziomu dopuszczalnego, obowiązującego w 2019 r., określonego dla stężeń średnich rocznych PM_{2,5} wystąpiły na 5 z 55 stanowisk, w tym na 3 stanowiskach komunikacyjnych i 2 stanowiskach tła miejskiego. Przekroczenia dopuszczalnych stężeń PM_{2,5} przynajmniej na jednym stanowisku miały miejsce w 4 z 30 rozważanych aglomeracji i miast (Tab. 3.12-2, Rys. 3-43). W 26 miastach i aglomeracjach stężenia PM_{2,5} nie przekraczały poziomu dopuszczalnego.

W 12 miastach i aglomeracjach stężenia średnie roczne PM_{2,5} w 2019 r. przewyższały 20 µg/m³, tj. poziom dopuszczalny obowiązujący od 2020 r.

Tabela 3.12-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie pomiarów stężeń PM_{2,5}, prowadzonych w 2019 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

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

Lp.	Aglomeracja/miasto	Stężenie średnie roczne PM _{2,5}				
		Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniem ^{1 2)}	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	2		13	14.6	16
2	Aglomeracja Bydgoska	2		15	18.1	22
3	Aglomeracja Górnośląska	3	2	24	26.1	28
4	Aglomeracja Krakowska	3	1	22	25.2	29
5	Aglomeracja Lubelska	2		16	18.2	20
6	Aglomeracja Łódzka	4	1	19	22.6	27
7	Aglomeracja Poznańska	1		18	18	18
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		25	25	25
9	Aglomeracja Szczecińska	2		14	15.3	17
10	Aglomeracja Trójmiejska	1		12	12	12
11	Aglomeracja Warszawska	6		16	18.9	25
12	Aglomeracja Wrocławska	3		15	17.6	19
13	Bielsko-Biała	2	1	22	24.6	28
14	Częstochowa	1		20	20	20
15	Elbląg	1		15	15	15
16	Gorzów Wielkopolski	1		15	15	15
17	Kalisz	1		20	20	20
18	Kielce	2		16	18.1	21
19	Koszalin	1		14	14	14
20	Legnica	1		17	17	17

Lp.	Aglomeracja/miasto	Stężenie średnie roczne PM _{2,5}				
		Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniem ^{1) 2)}	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
21	Olsztyn	1		15	15	15
22	Opole	1		18	18	18
23	Płock	2		18	18.0	18
24	Radom	2		20	20.9	21
25	Rzeszów	2		17	18.4	20
26	Tarnów	2		20	21.3	23
27	Toruń	1		15	15	15
28	Wałbrzych	1		15	15	15
29	Włocławek	2		17	20.0	23
30	Zielona Góra	1		14	14	14
	Polska	55	5	12	19.3	29

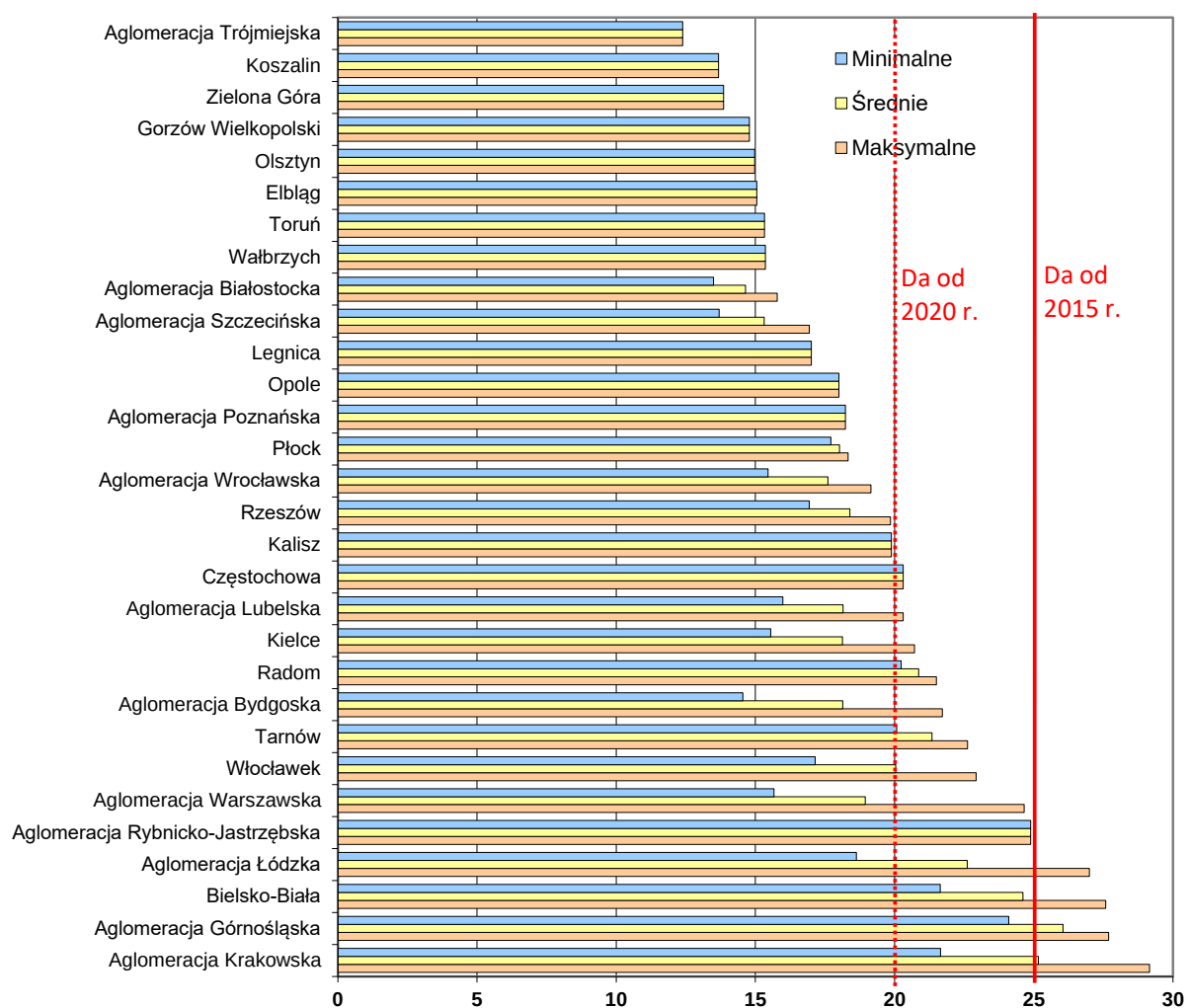
Objaśnienia do tabeli 3.12-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ liczba stanowisk, na których wartość stężenia średniego rocznego S_a była wyższa od wartości normatywnej (poziomu dopuszczalnego)

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2019 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju

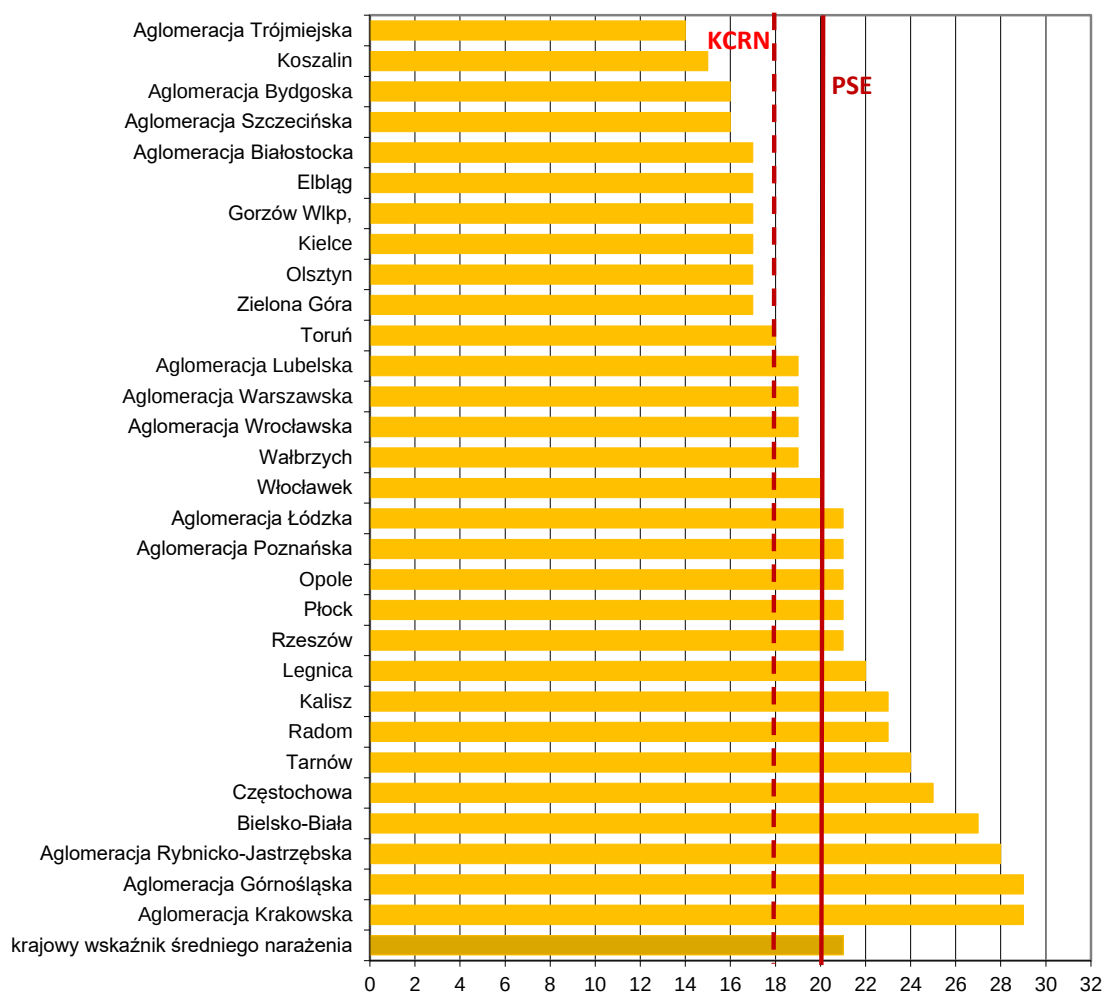
Głównym źródłem emisji pyłu PM_{2,5} w Polsce jest sektor bytowo–komunalny, a także, w mniejszym stopniu, procesy spalania w przemyśle oraz transport drogowy. W skład pyłu PM_{2,5} wchodzi także cząstki wtórnego aerozolu, powstającego w atmosferze w procesach zachodzących z udziałem zanieczyszczeń gazowych. Cząstki aerozolu wtórnego mogą pojawiać się w rejonach znacznie oddalonych od źródeł emisji gazowych prekursorów aerozolu, zwiększając stężenia pyłu pochodzącego z lokalnych źródeł emisji pierwotnej w danym rejonie.



Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - GIOŚ Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR Sa [µg/m³]

Rys. 3-43. Średnie roczne stężenia pyłu PM_{2,5} uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2019 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców oraz poziomy dopuszczalne Da obowiązujące od 2015 r. i od 2020 r.

Jedną z miar obrazujących zanieczyszczenie powietrza pyłem PM_{2,5} na terenie dużych miast i aglomeracji jest wskaźnik średniego narażenia. Zgodnie z odpowiednimi rozporządzeniami Ministra Środowiska, wskaźniki średniego narażenia (WM) oblicza się dla 30 miast i aglomeracji (tych samych, które uwzględniono w tym rozdziale) na podstawie wyników pomiarów stężeń pyłu PM_{2,5} prowadzonych na wybranych, ustalonych stanowiskach tła miejskiego. Ponadto oblicza się krajowy wskaźnik średniego narażenia (WK). Wskaźniki dla 2019 oblicza się na podstawie wyników pomiarów stężeń PM_{2,5} z lat 2017, 2018 i 2019. Wartości wskaźników dla roku 2019 przedstawiono na Rys. 3-44.



Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - GIOŚ Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR [µg/m³]

Rys. 3-44. Wskaźniki średniego narażenia WM i krajowy wskaźnik średniego narażenia WK dla 2019 r. oraz wartości pułapu stężenia ekspozycji (PSE) (pionowa czerwona linia) i krajowego celu redukcji narażenia (KCRN) (pionowa czerwona przerywana linia)

Wartości wskaźników średniego narażenia WM wynosiły od 14 µg/m³ (Agglomeracja Trójmiejska) do 29 µg/m³ (Agglomeracja Krakowska i Górnośląska).

Poziom pułapu stężenia ekspozycji (PSE=20 µg/m³) przekroczony był w 14 miastach i aglomeracjach, w 16 nie był przekroczony.

W 19 miastach i aglomeracjach wskaźnik średniego narażenia był wyższy od wartości krajowego celu redukcji narażenia (KCRN=18 µg/m³), w pozostałych 11 był równy lub niższy od KCRN.

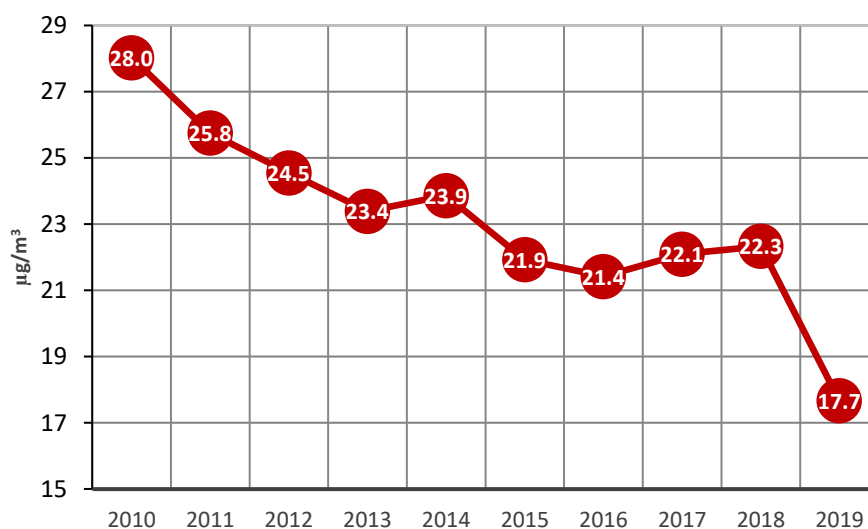
Najwyższe wartości wskaźnika WM występują w miastach i aglomeracjach województwa małopolskiego i śląskiego.

W pasie województw północnych, od woj. zachodniopomorskiego do podlaskiego oraz w woj. lubuskim i świętokrzyskim, w miastach i aglomeracjach dla których oblicza się wskaźnik WM, wartości wskaźników nie przekraczały 18 µg/m³.

Krajowy wskaźnik średniego narażenia WK dla 2019 roku wynosił $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Jest to wartość wyższa zarówno od poziomu pułapu stężenia ekspozycji ($\text{PSE}=20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), jak i od poziomu krajowego celu redukcji narażenia ($\text{KCRN}=18 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Trendy zmian stężeń pyłu PM_{2,5}

Trend zmian stężeń pyłu PM_{2,5} w dużych miastach i aglomeracjach zaprezentowano przy pomocy wskaźnika, którego wartość oblicza się dla każdego roku jako średnią arytmetyczną ze stężeń średnich rocznych PM_{2,5} uzyskanych ze zbioru 32 stanowisk, z których wyniki pomiarów uwzględniane są przy obliczaniu krajowego wskaźnika średniego narażenia.

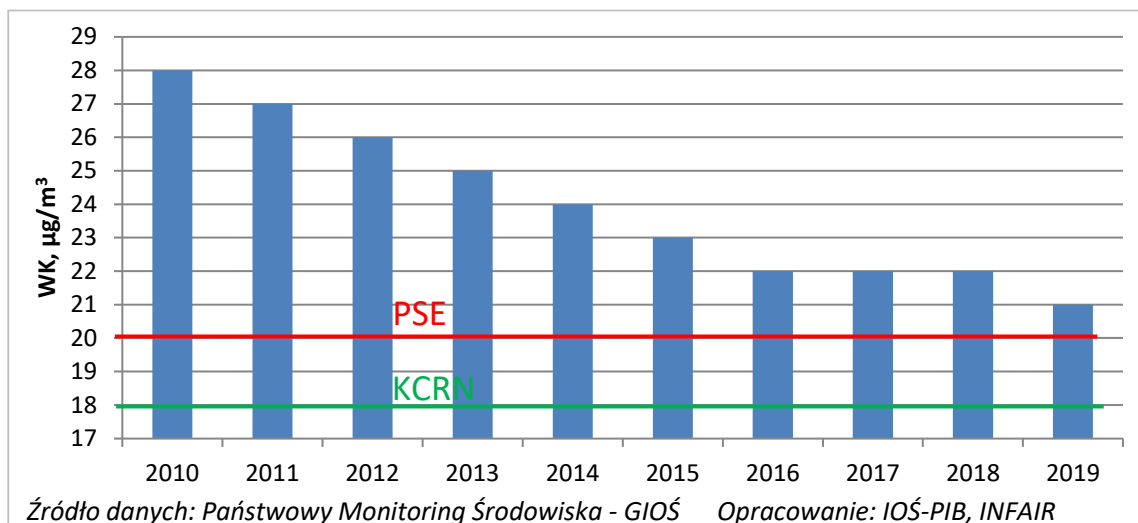


Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - GIOŚ Opracowanie: IOS-PIB, INF AIR

Rys. 3-45. Stężenie średnie roczne PM_{2,5} w latach 2010-2019, uśrednione dla zbioru 32 stanowisk znajdujących się na terenie aglomeracji i dużych miast, uwzględnianych przy obliczaniu wskaźnika średniego narażenia

Wartości wskaźnika dla lat 2010-2019 (Rys. 3-45) pokazują, że najwyższe stężenia PM_{2,5} wystąpiły w 2010 r. W roku tym notowano wysokie stężenia również innych zanieczyszczeń, w tym PM₁₀ i B(a)P. W latach 2010-2013 zaobserwowano spadkową tendencję stężeń – wartość wskaźnika spadła z $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w 2010 r. do $23.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w 2013 r. W 2014 r. nastąpił wzrost stężeń PM_{2,5} - uśrednione stężenia w tym roku były o ok. $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wyższe niż rok wcześniej (wzrost o 2%). W kolejnych dwóch latach nastąpił spadek stężeń. W 2017 r. miał miejsce wzrost wartości wskaźnika o $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (3%) w stosunku do roku poprzedniego, a w 2018 dalszy niewielki wzrost (o ok. $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$). W 2019 r. stężenia PM_{2,5} były znacząco niższe niż w latach ubiegłych. Wartość wskaźnika dla 2019 r. była o przeszło 20% ($4.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) niższa niż dla roku poprzedniego.

Spadkowy trend stężeń pyłu PM_{2,5} w latach 2010-2016 potwierdza też stały spadek wartości krajowego wskaźnika średniego narażenia WK (o $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na rok), określonego na podstawie wyników pomiarów stężeń pyłu PM_{2,5} prowadzonych na 32 wytypowanych stacjach oraz dalszy spadek wskaźnika WK o $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w 2019 r.

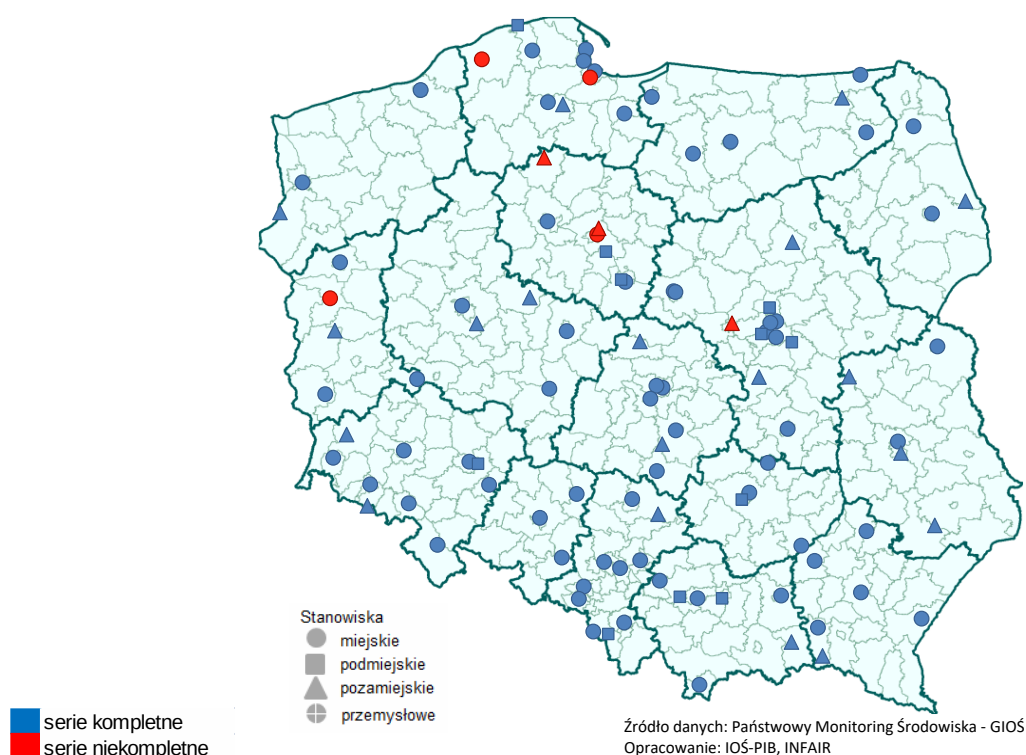


Rys. 3-46. Zmiany krajowego wskaźnika średniego narażenia PM_{2,5} w latach 2010-2019 w odniesieniu do wartości pułapu stężenia ekspozycji (PSE=20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) oraz krajowego celu redukcji narażenia (KCRN=18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

4. Ocena zanieczyszczenia powietrza ozonem w skali kraju

4.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń ozonu

Informacje o stężeniach ozonu w Polsce w 2019 r. uzyskano ze 104 stanowisk pomiarowych: 71 miejskich (w tym 23 zlokalizowanych na terenie aglomeracji), 11 podmiejskich oraz 22 pozamiejskich. Spośród serii wyników uwzględnionych w opracowaniu, większość z nich (97) spełniała wymagania dotyczące kompletności serii pomiarowych stężeń ozonu, pozwalające na prawidłowe obliczanie kryterialnych parametrów statystycznych. Lokalizację stanowisk pomiarowych, ich typ oraz status kompletności serii wyników pomiarów z 2019 r. przedstawiono na Rys. 4-1. Pomiary stężeń ozonu na wszystkich stanowiskach prowadzone były zgodnie z metodyką referencyjną (fotometria UV).

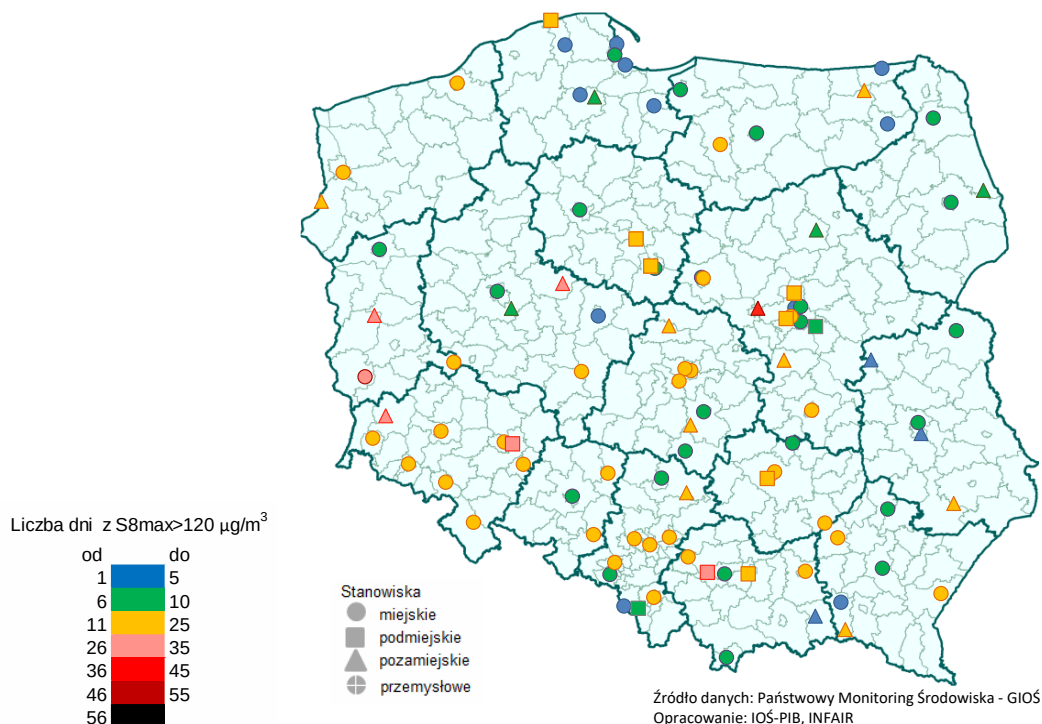


Rys. 4-1. Stanowiska pomiarowe stężeń ozonu, z których wyniki z 2019 r. wykorzystano w opracowaniu

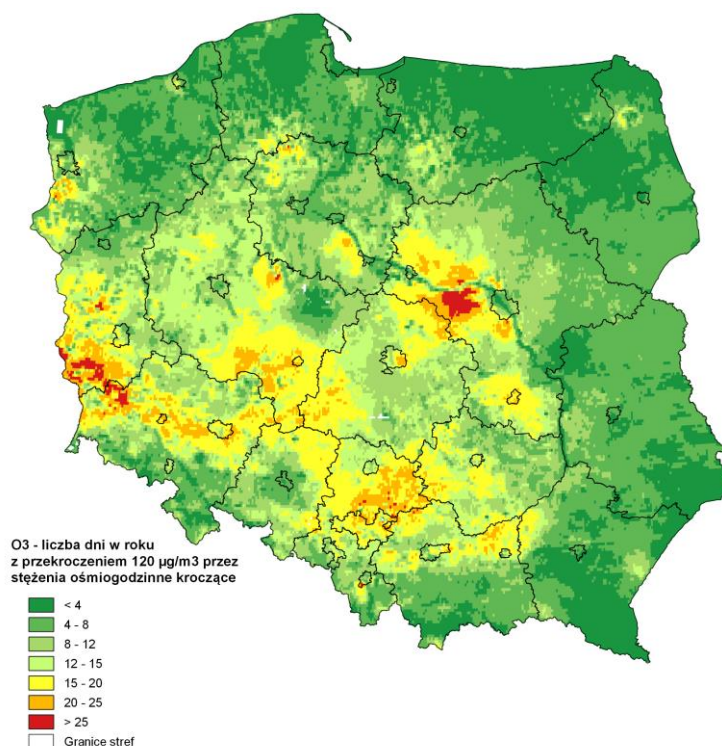
4.2. Informacje o stężeniach ozonu w 2019 roku

W 2019 r. stężenia 8-godz. ozonu wyższe od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (wartość poziomu docelowego dla ozonu, zob. tabela 3.5-1) wystąpiły na wszystkich stanowiskach pomiarowych z kompletnymi seriami wyników oraz na wszystkich stanowiskach niespełniających kryteriów kompletności (Rys. 4-2). Najwięcej dni z przekroczeniem stężenia $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zanotowano na stacji w pozamiejskiej w Granicy (37 dni) oraz na dwóch stacjach w woj. lubuskim, miejskiej

i pozamiejskiej (34 dni). Na 7 stanowiskach stężenia 8-godz. wyższe od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły w ciągu więcej niż 25 dni w 2019 r. Najwięcej przypadków przekroczeń wystąpiło w woj. dolnośląskim i lubuskim.



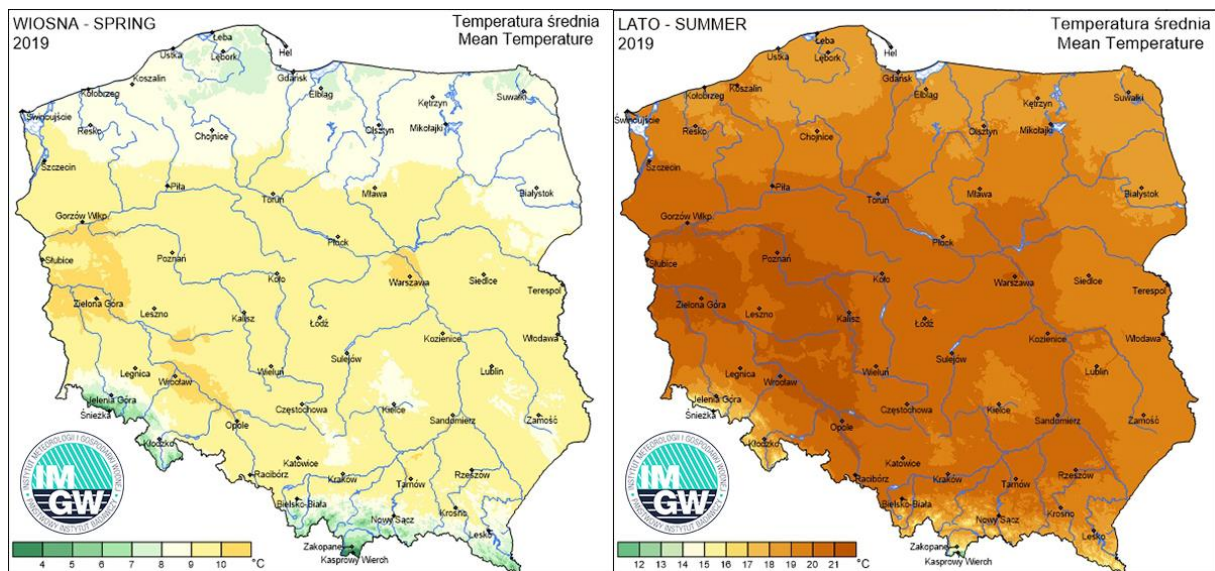
Rys. 4-2. Liczba dni z przekroczeniami poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu w 2019 r.



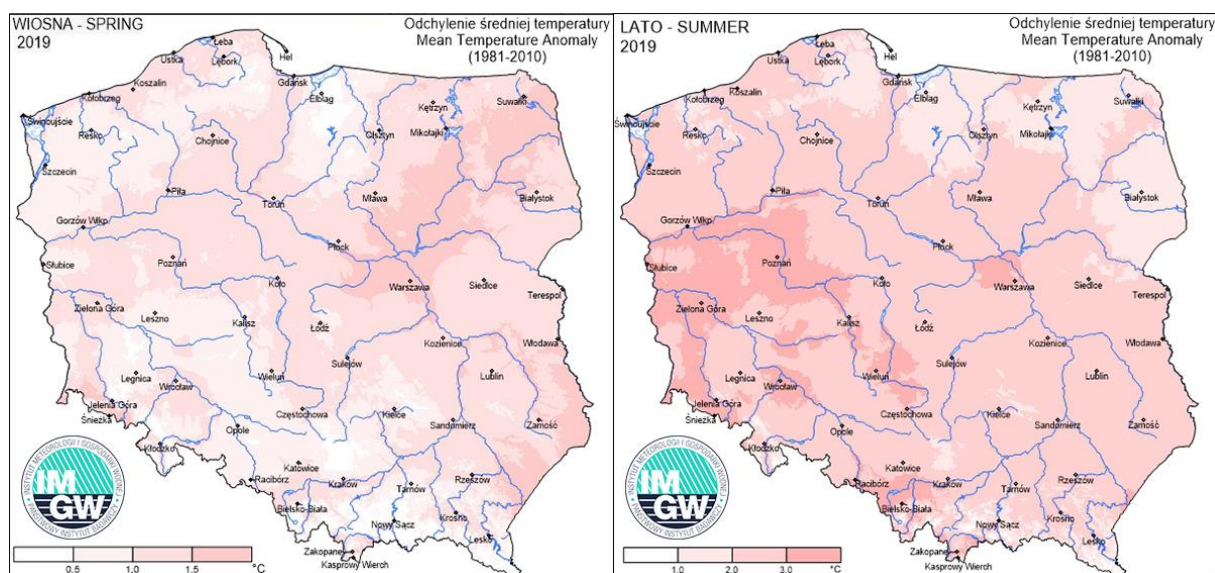
Rys. 4-3. Liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu w 2019 r. określona na podstawie wyników modelowania i obiektywnego szacowania.

Źródło danych: Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, IOŚ-PIB. Opracowanie: INFAIR, IOŚ-PIB

Na Rys. 4-3 przedstawiono liczbę dni z rozważanymi przekroczeniami uzyskaną na podstawie połączenia wyników modelowania matematycznego z wynikami pomiarów stężeń ozonu. Szacowane w ten sposób wartości tego parametru przekraczają wartość 25 dni na znaczących obszarach w woj. dolnośląskim, lubuskim, śląskim, łódzkim, mazowieckim i małopolskim, a najniższe wartości uzyskano na północy i wschodzie Polski.



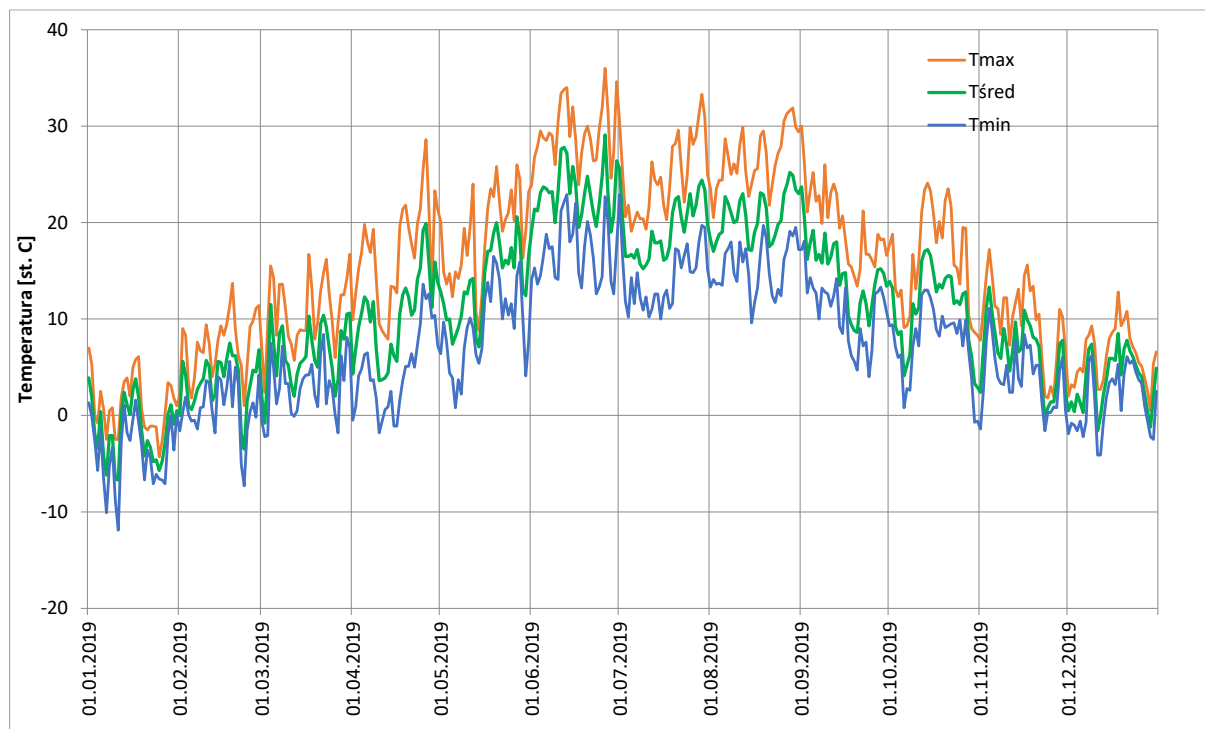
Rys. 4-4. Średnie temperatury powietrza wiosną i latem 2019 r. Źródło: IMGW-PIB



Rys. 4-5. Odchylenie średniej temperatury powietrza wiosną i latem 2019 r. od średnich dla wielolecia 1981-2000. Źródło: IMGW-PIB

Wiosną 2019 r. średnia temperatura powietrza w Polsce była niższa niż rok wcześniej, między innymi ze względu na niskie temperatury powietrza występujące w maju (niższe niż średnie w wieloleciu 1981-2010, źródło: IMGW-PIB). Latem 2019 r. na znacznym obszarze

Polski temperatura średnia przekroczyła 20°C (źródło: IMGW-PIB, Rys. 4-4) – mimo stosunkowo chłodnego lipca na obszarach poza południowo-zachodnią Polską (np. w Warszawie - Rys. 4-6). Na terenie woj. dolnośląskiego, lubuskiego i wielkopolskiego średnia temperatura lata była wyższa o przeszło 3°C od średniej dla wielolecia 1981-2010, co sprzyjało formowaniu się ozonu w powietrzu atmosferycznym i prowadziło do występowania na tym terenie stężeń 8-godz. ozonu wyższych od 120 µg/m³.



Rys. 4-6. Temperatura średnia dobową, maksymalną i minimalną na stacji IMGW Warszawa Bielany. Źródło danych: IMGW-PIB, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Na Rys. 4-6 przedstawiono przebieg temperatury powietrza na stacji IMGW Warszawa Bielany. W 2019 r. temperatura maksymalna wynosiła nie mniej niż 30°C w ciągu 19 dni, z czego 10 dni w czerwcu. W maju, szczególnie w pierwszej połowie i w pierwszej połowie lipca zanotowano wyraźnie niższe temperatury powietrza niż w okresach sąsiadujących. Temperatura maksymalna przekraczała 20°C w drugiej połowie kwietnia, w drugiej połowie maja oraz przez większość dni okresu od początku czerwca do połowy września.

Wysoka temperatura powietrza i duże nasłonecznienie sprzyjają powstawaniu i utrzymywaniu się w atmosferze wysokich stężeń ozonu. W 2019 r. podwyższone i wysokie stężenia ozonu występowały okresowo od kwietnia do początku września.

Przebieg maksimumów dobowych ze stężeń 8-godz. ozonu na poszczególnych stanowiskach uwzględnionych w analizach przedstawiono na Rys. 4-7 (mozaika). Na rysunku, dla każdego stanowiska każda wartość maksimum dobowego ze stężeń 8-godz. oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Różnymi odcieniami koloru czerwonego zaznaczono wartości stężeń przekraczające 120 µg/m³. Miejsce puste – bez kolorowego paska oznacza, że dla tego dnia nie

ma wyniku pomiaru. Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia maksymalnego 8-godzinnego zmierzone na każdym ze stanowisk w całym 2019 r. oraz liczbę dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

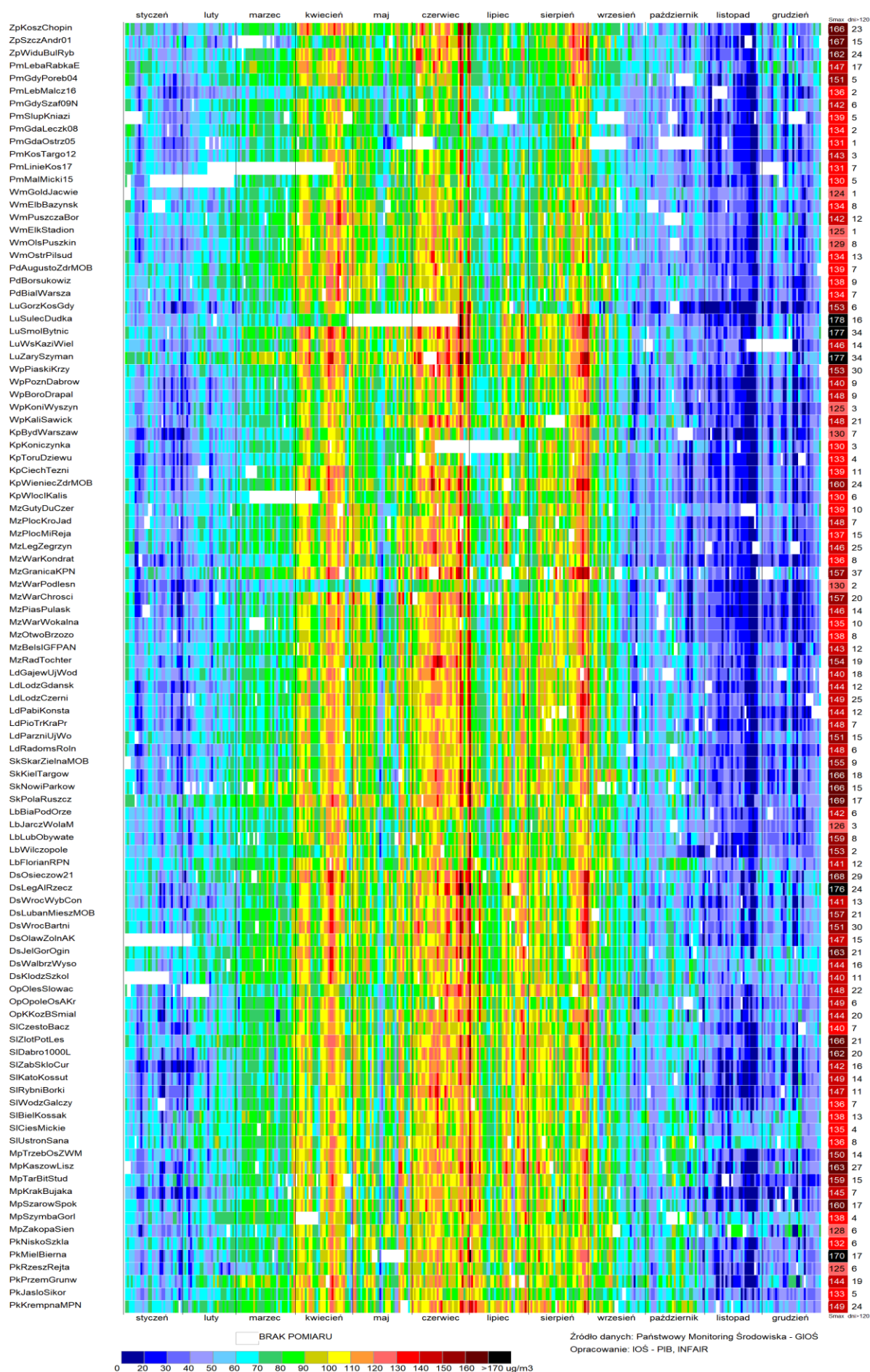
Ozon jest zanieczyszczeniem wtórnym, powstającym w większych stężeniach przy sprzyjających warunkach meteorologicznych, w atmosferze zawierającej tzw. prekursory ozonu (tlenki azotu, węglowodory i inne substancje uczestniczące w procesie powstawania ozonu w troposferze). Poziom stężenia ozonu w danym okresie i miejscu zależy przede wszystkim od warunków meteorologicznych (natężenie promieniowania słonecznego, temperatura powietrza), a także od stopnia zanieczyszczenia ozonem i prekursorami ozonu powietrza napływającego nad rozważany obszar.

W sezonie ciepłym 2019 r., od kwietnia do początku września, występowały kilkudniowe okresy z wysokimi stężeniami ozonu, rozdzielone okresami z niższymi stężeniami (Rys. 4-7, Rys. 4-8, Rys. 4-9). Najczęściej podwyższone stężenia ozonu notowano jednocześnie na znacznej części obszaru Polski.

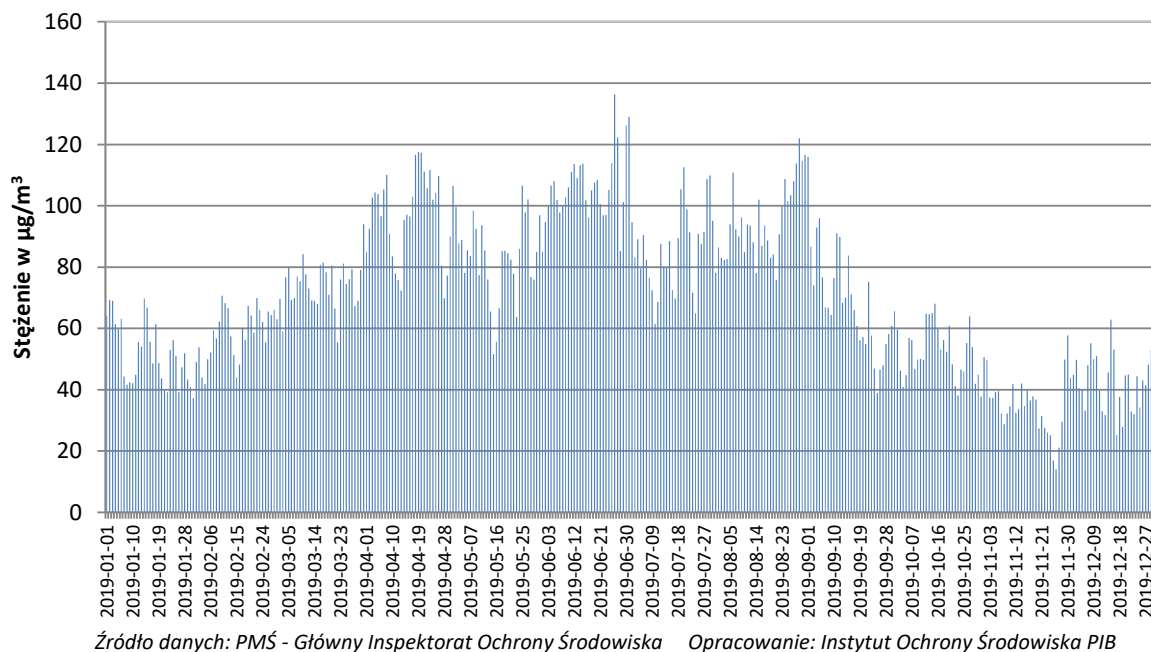
W 2019 r. stężenia wyraźnie wyższe niż w pozostałe dni wystąpiły na znacznej powierzchni kraju w okresach:

- 18-20.04.2019,
- 25-27.06.2019,
- 30.06-1.07.2019,
- 28.08 – 1.09.2019.

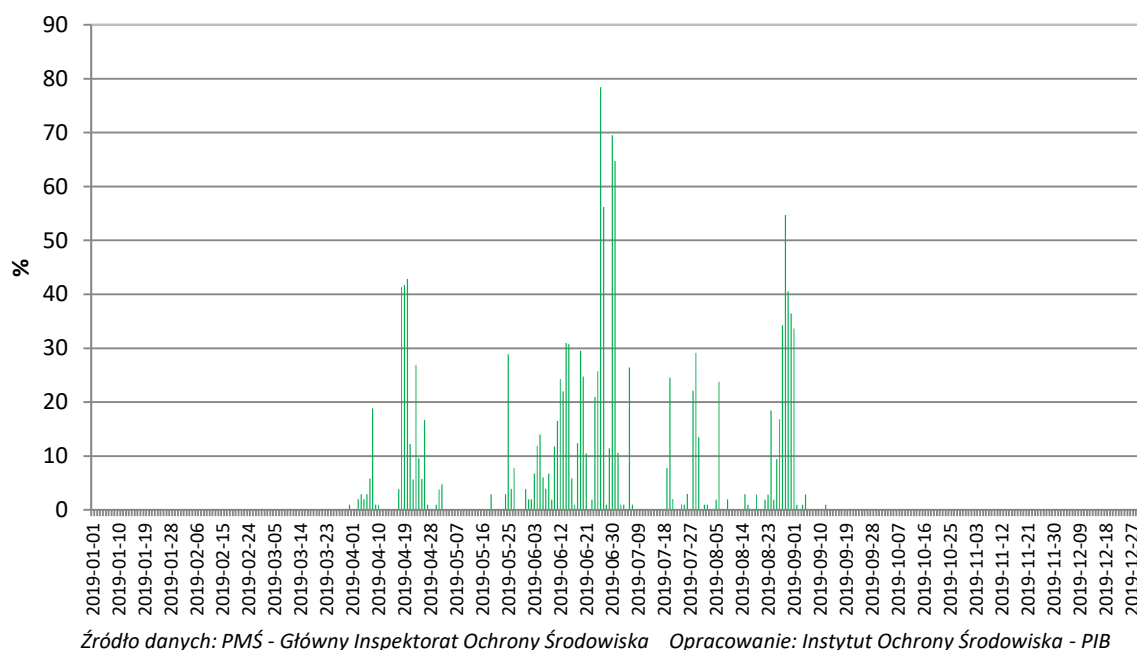
Stężenia ozonu w 2019 r. były niższe niż w 2018 r.



Rys. 4-7. Przebieg maksimumów dobowych ze stężeń 8-godz. ozonu w 2019 na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, np. Mz -mazowieckie, Mp - małopolskie itd.)



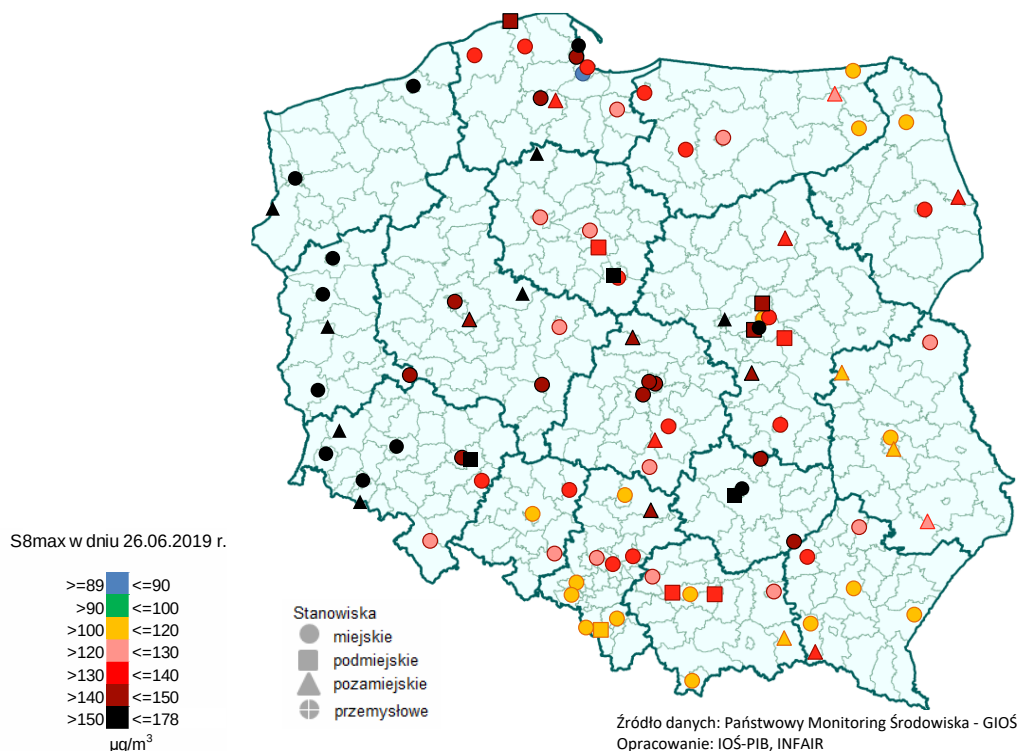
Rys. 4-8. Uśrednione dla wszystkich stanowisk w kraju maksima dobowe ze stężeń 8-godz. ozonu w 2019 r.



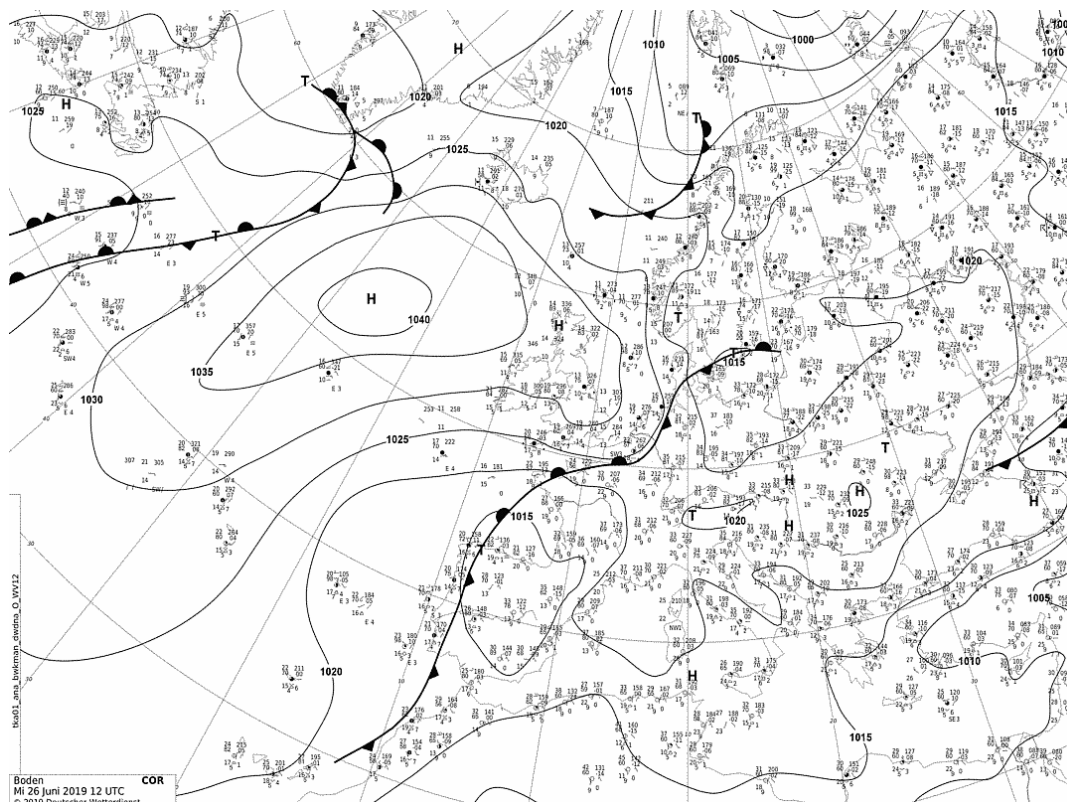
Rys. 4-9. Procent stanowisk, na których w danym dniu 2019 r. wystąpiło stężenie 8 godz. ozonu wyższe od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Najwyższe uśrednione w skali kraju stężenie 8-godz. ozonu wystąpiło w dniu 26.06.2019 r. – $136 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W tym dniu stężenia 8-godz. przekraczające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły na 78% stanowisk w Polsce (Rys. 4-10). Przekroczenia wystąpiły we wszystkich 16 województwach. Tego dnia w wielu miejscach w Polsce maksymalna temperatura powietrza przekroczyła 35 stopni C (dane IMGW-PIB, Rys. 4-11), w zachodniej części kraju było

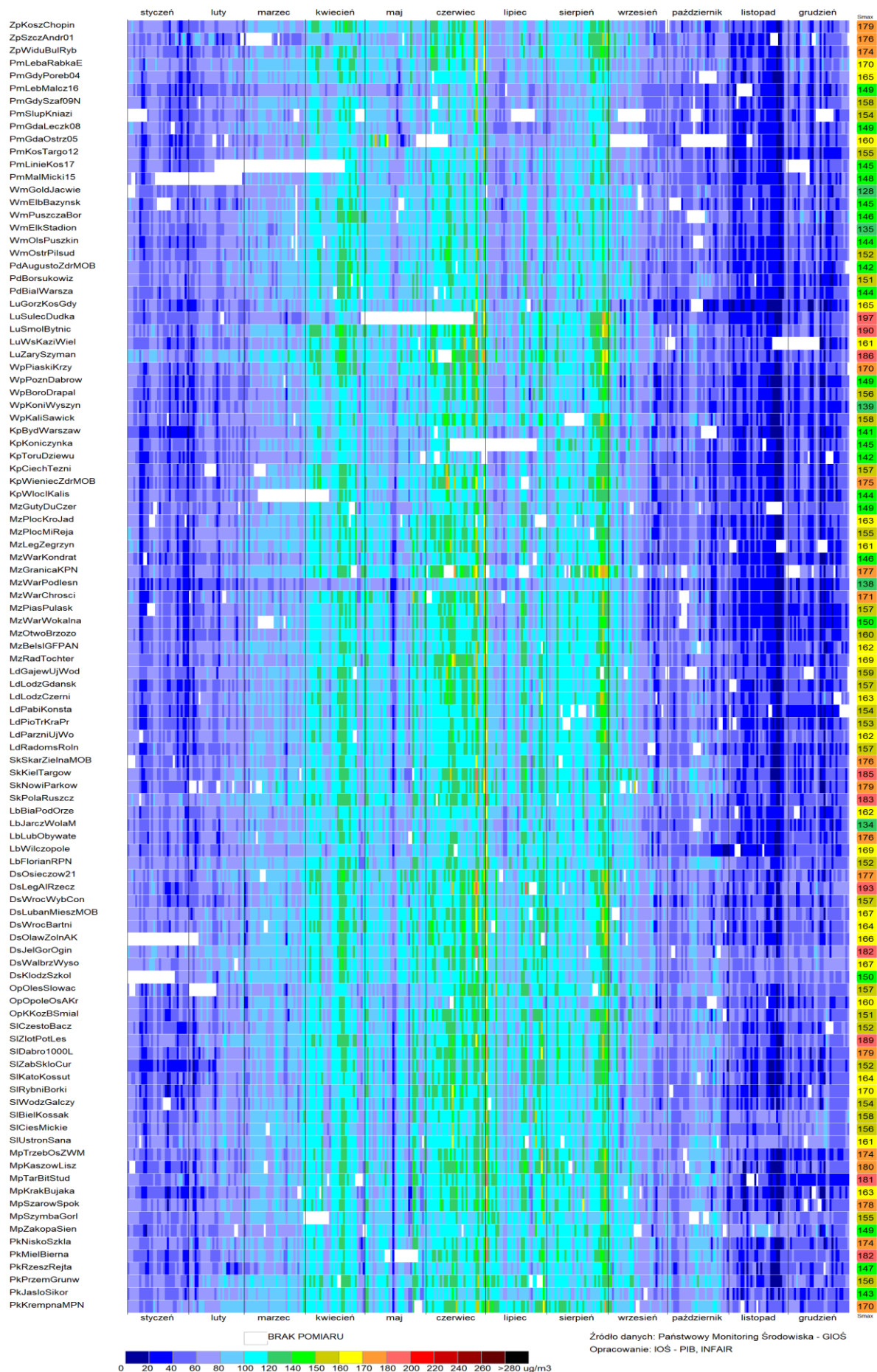
pogodnie. Warunki meteorologiczne sprzyjały powstawaniu i utrzymywaniu się w powietrzu podwyższonych stężeń ozonu. (Rys. 4-10).



Rys. 4-10. Maksima dobowe ze stężeń 8-godz. kroczących ozonu w dniu 26.06.2019 r.



Rys. 4-11. Mapa synoptyczna na dzień 26.06.2019 r. g. 12 UTC
Źródło: http://www1.wetter3.de/archiv_dwd_dt.html



Rys. 4-12. Przebieg maksimów dziennych ze stężeń 1-godz. ozonu w 2019 na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, np. Mz - mazowieckie, Mp - małopolskie itd.)

W 2019 r. na żadnym stanowisku nie wystąpiło przekroczenie poziomu alarmowego - $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 1-godz. ozonu. Próg informowania - $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - był przekroczony na 10 stanowiskach w 6 województwach w południowej i południowo-zachodniej części kraju. Przekroczenia te wystąpiły w dniach 26 czerwca, 1 lipca oraz 21 lipca 2019 r. Na Rys. 4-12 przedstawiono przebieg maksimum dziennych ze stężeń 1-godz. ozonu w 2019 r. dla każdego dnia i stanowiska uwzględnionego w ocenie oraz maksimum roczne ze stężeń 1-godz. ozonu na każdym stanowisku.

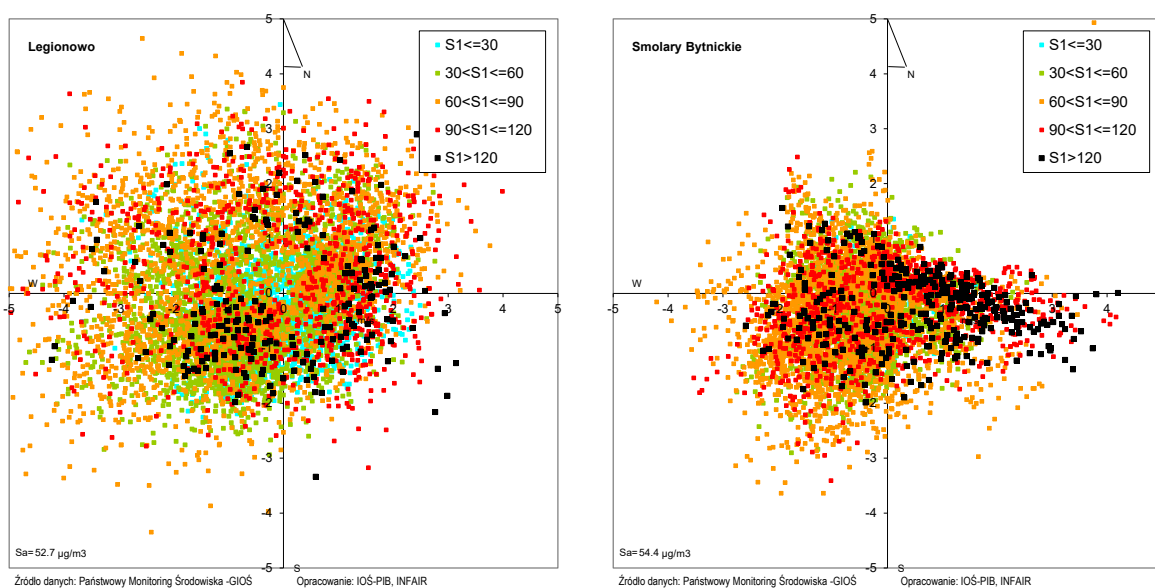
Dla zilustrowania zależności stężeń od warunków meteorologicznych występujących w czasie pomiarów, na Rys. 4-13 przedstawiono wartości stężenia 1-godz. ozonu w 2019 r. w funkcji kierunku i prędkości wiatru na stacjach w Legionowie koło Warszawy i w Smolarach Bytnickich w woj. lubuskim. Każdy punkt na wykresie odpowiada jednej wartości pomiarowej stężenia 1-godz. ozonu. Kolor punktów dobierany jest odpowiednio do wartości stężenia. Najwyższe stężenia, powyżej $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, oznaczane są kolorem czarnym, nieco niższe, z zakresu $80\text{-}120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kolorem czerwonym, itd. Odległość punktu od środka układu współrzędnych (przecięcie czarnych linii na środku wykresu) odpowiada prędkości wiatru w czasie pomiaru, a kierunek wyznaczony linią punkt-środek wykresu odpowiada kierunkowi wiatru podczas pomiaru.

Z prowadzonych jednocześnie pomiarów stężeń ozonu oraz prędkości i kierunku wiatru na stacji w Legionowie wynika, że wysokie stężenia ozonu ($>120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) w 2019 r. występowały tu przy wiatrach wiejących praktycznie z każdego kierunku (Rys. 4-13), ale najwięcej przypadków wysokich stężeń ozonu ($S1 > 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wystąpiło przy wiatrach z kierunków południowych i ze wschodu. W przypadku innych stacji, z reguły podwyższone stężenia również występują przy wiatrach ze wszystkich kierunków, ale częstość występowania najwyższych stężeń dla poszczególnych kierunków wiatru może być inna niż w rejonie Legionowa. Częstość występowania wysokich stężeń w zależności od kierunku napływu powietrza może się zmieniać w kolejnych latach. Na wyniki pomiarów kierunku i prędkości wiatru w przypadku niektórych stacji monitoringu mogą mieć wpływ obiekty znajdujące się w pobliżu stacji, takie jak budynki, czy zwarta roślinność. Sytuacja taka występuje na stacji w Smolarach Bytnickich.

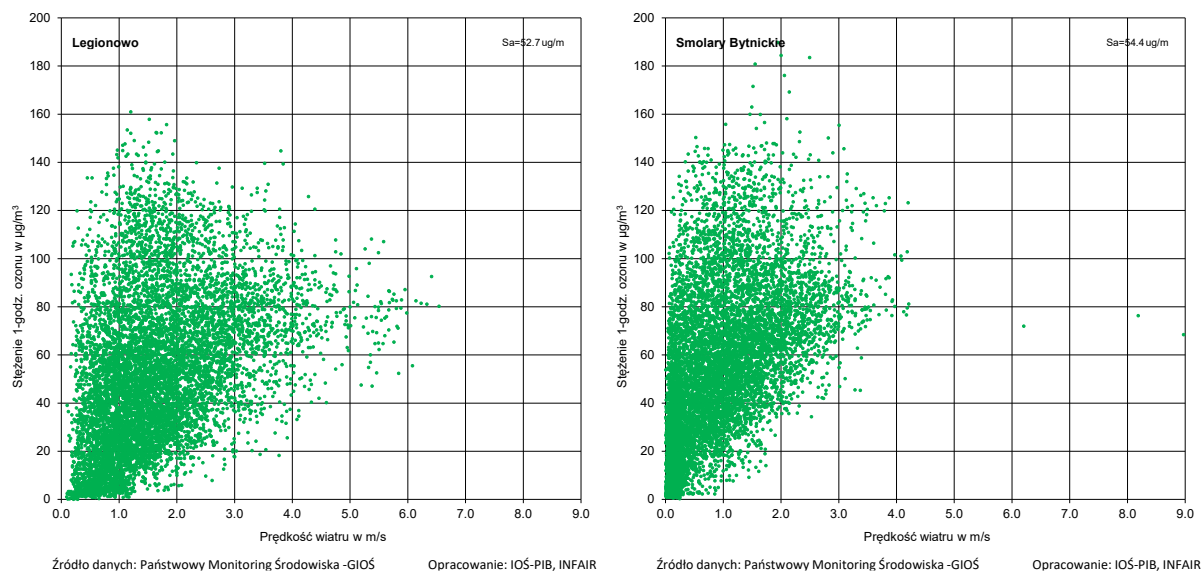
Na stacji w Legionowie stężenia 1-godz. przewyższające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ najczęściej występowały przy wiatrach o prędkościach z zakresu od 1 do 2 m/s, w Smolarach Bytnickich od 0.3 do 2 m/s (Rys. 4-14).

Na Rys. 4-15 przedstawiono wartości maksimum dobowego stężenia 8-godz. ozonu w 2019 r. w funkcji średniej dobowej prędkości wiatru i średniej dobowej temperatury powietrza. Każdy punkt na wykresie odpowiada jednej wartości maksimum dobowego ze stężeń 8-godz. ozonu. Kolor punktów dobierany jest odpowiednio do wartości stężenia. Najwyższe stężenia, powyżej $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, oznaczane są kolorem czarnym, nieco niższe, z zakresu $80\text{-}120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kolorem czerwonym itd.

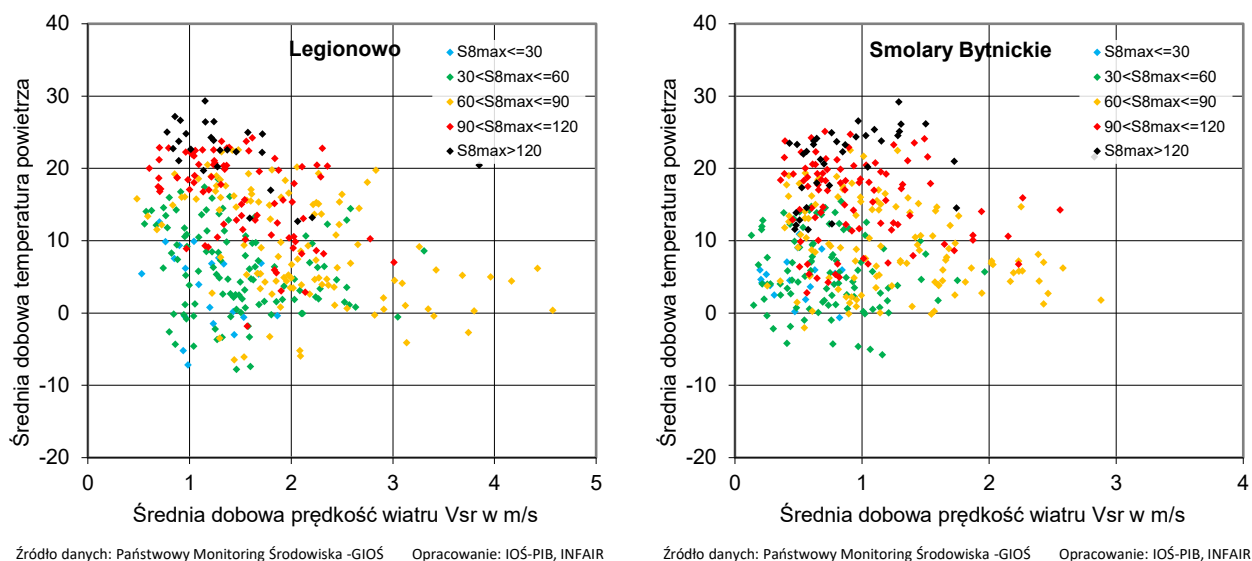
Stężenia 8-godz. przewyższające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ występowały najczęściej w dni, w których średnia dobowa temperatura powietrza przekraczała 20°C , a średnia prędkość wiatru wynosiła od ok. 0.5 m/s do 2 m/s (Rys. 4-15).



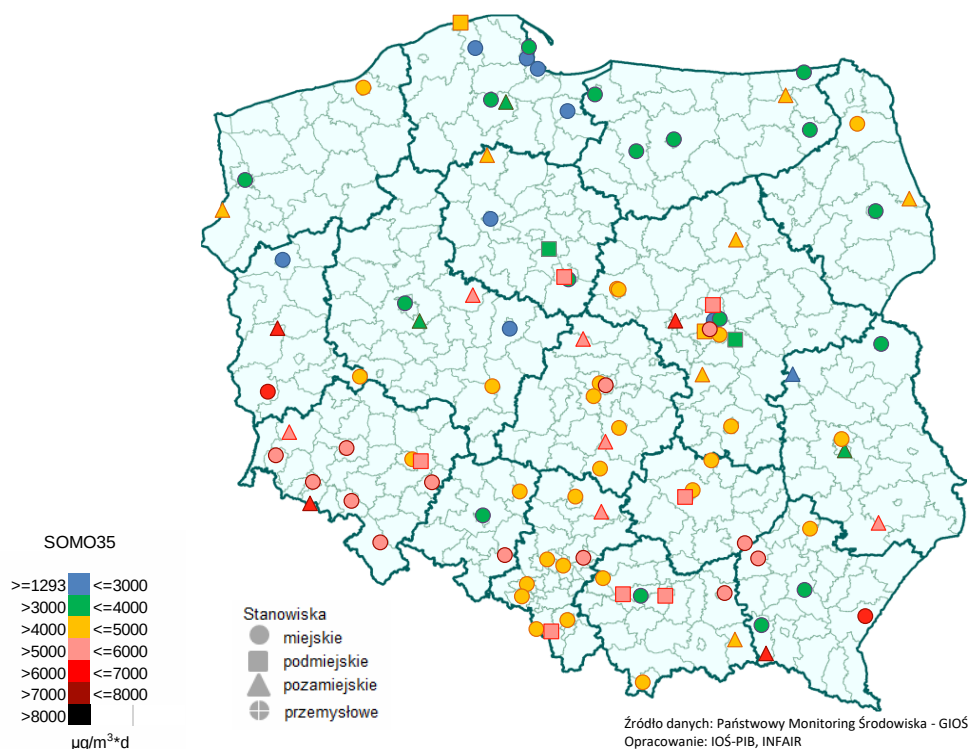
Rys. 4-13. Stężenia 1-godz. ozonu w 2019 r. w zależności od prędkości i kierunku wiatru na stacjach w Legionowie k. Warszawy i w Smolarach Bytnickich w woj. lubuskim



Rys. 4-14. Stężenia 1-godz. ozonu w 2019 r. w zależności od prędkości wiatru na stacjach w Legionowie k. Warszawy i w Smolarach Bytnickich w woj. lubuskim



Rys. 4-15. Maksyma dobowe stężeń 8-godz. ozonu w 2019 r. w zależności od średniej dobowej prędkości wiatru i średniej dobowej temperatury powietrza



Rys. 4-16. Wartości parametru SOMO35 w 2019 r. na stanowiskach pomiarowych

Jednym ze wskaźników stosowanych do szacowania wpływu zanieczyszczenia powietrza ozonem na zdrowie jest parametr SOMO35⁶. Jego wartość oblicza się na podstawie maksimum dziennych ze stężeń 8-godz., jako sumę różnic pomiędzy wartością tego stężenia wyrażoną w $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a wartością $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (35 ppb), dla każdego dnia w roku, w którym stężenie to jest

⁶ Sum of Ozone Means Over 35 ppb

większe od $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nie jest określona dopuszczalna wartość tego wskaźnika, lecz jego wyższe wartości oznaczają większe zagrożenie zdrowia ludzi.

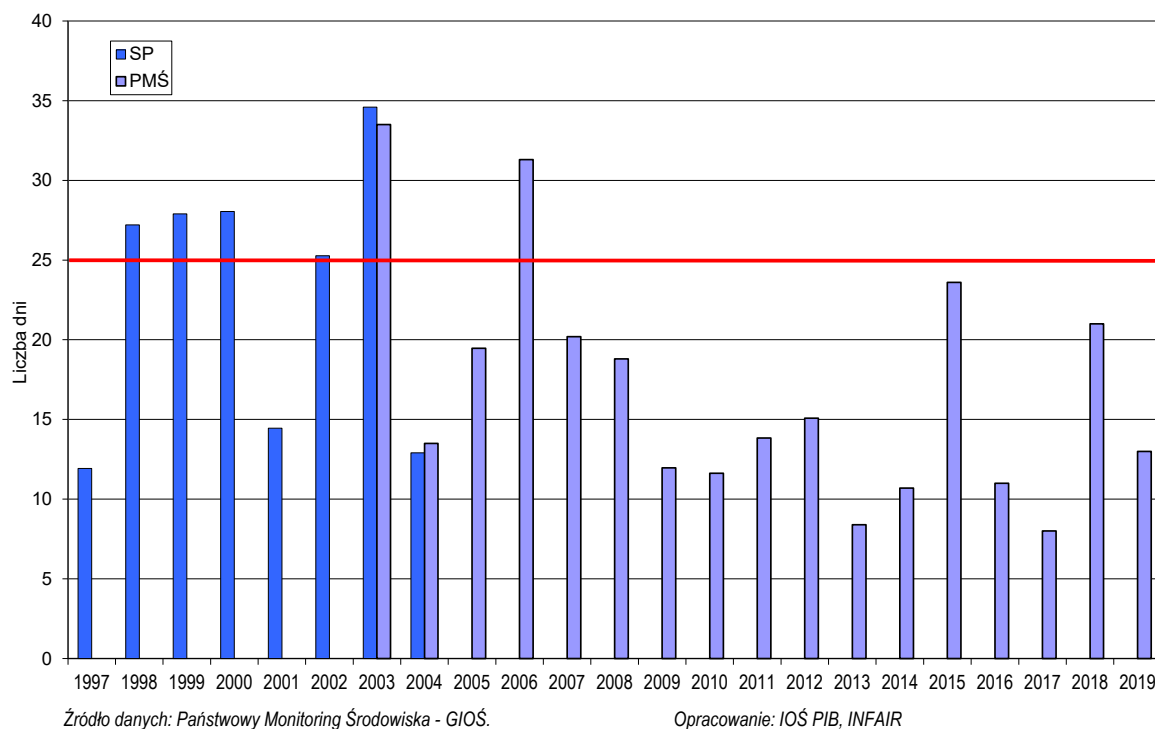
Na Rys. 4-16 przedstawiono wartości wskaźnika SOMO35 obliczonego dla serii z 2019 roku dla poszczególnych stanowisk pomiarowych w kraju. Wartości SOMO35 wynosiły w miastach od $1294 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ na stacji w Lęborku do $6900 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ w Żarach w woj. lubuskim. Na stacjach podmiejskich i pozamiejskich wartości wskaźnika wynosiły od $2955 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ na stacji w Jarczewie w woj. lubelskim do $6456 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ w Krępnej w woj. podkarpackim i $6961 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ na Śnieżce. Na stanowiskach pozamiejskich i podmiejskich wartość SOMO35 jest zwykle wyższa niż na stanowiskach zlokalizowanych w miastach. W 2019 r. średnia wartość SOMO35 dla stanowisk pozamiejskich i podmiejskich ($4880 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$) była o ok. 13% wyższa od wartości SOMO35 uśrednionej dla stanowisk miejskich ($4227 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$).

4.3. Trendy zmian stężeń ozonu

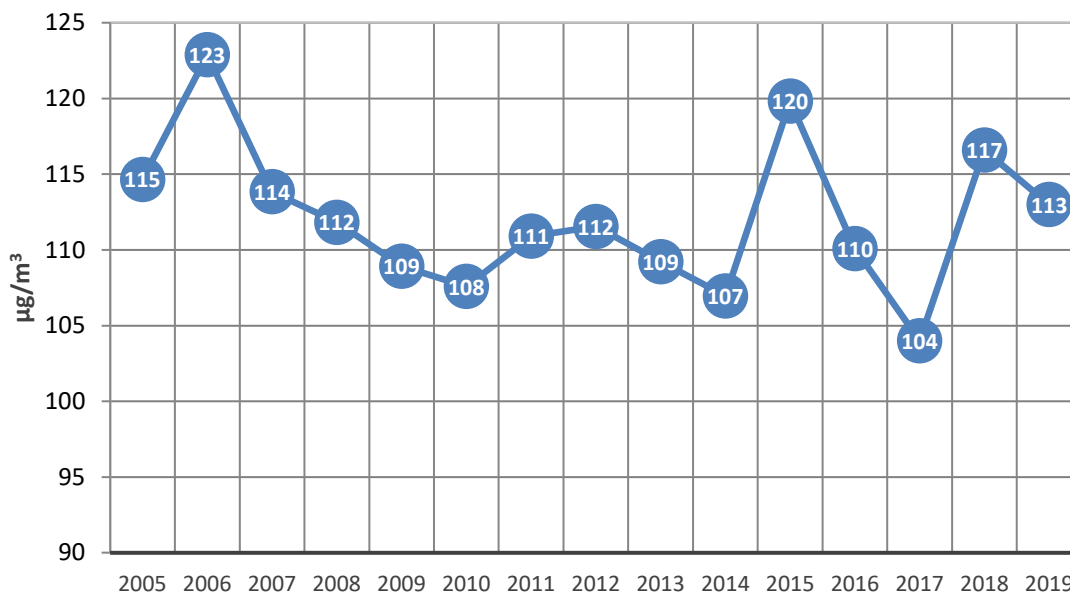
Stężenia ozonu w Polsce zależą przede wszystkim od warunków pogodowych oraz zawartości ozonu i jego prekursorów w powietrzu napływającym w sezonie ciepłym nad Polskę. Z uwagi na zmienność wspomnianych warunków w kolejnych latach, z roku na rok zmienia się też stopień zanieczyszczenia powietrza ozonem.

Do zobrazowania zmian stężeń ozonu w skali kraju w kolejnych latach, w odniesieniu do narażenia zdrowia ludzi, jako syntetyczny wskaźnik przyjęto uśrednioną dla wszystkich rozważanych stanowisk liczbę dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu.

Z roku na rok notuje się zmiany wartości tego wskaźnika - od 2004 do 2006 roku zauważalna była tendencja rosnąca. W 2006 roku średnia liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenie 8-godz. ozonu wynosiła 31.3, co oznacza, że zbliżyła się do rekordowej wartości zanotowanej w 2003 r. Stanowiło to wzrost o przeszło 60% w stosunku do roku poprzedniego (Rys. 4-17). Na dużą liczbę dni z wysokimi stężeniami ozonu w 2006 r. miały wpływ warunki meteorologiczne, w tym wysokie temperatury powietrza w lipcu 2006. W następnych latach (2007-2014) wskaźnik przyjmował znacznie niższe wartości – z zakresu od 8.4 dni (2013 r.) do 20.2 (2007 r.). W 2015 r. wskutek, między innymi, warunków meteorologicznych panujących w sierpniu tego roku, nastąpił znaczący wzrost wskaźnika, do 23.6 dni. Wartość wskaźnika w 2015 r. była wyższa od wskaźników z poprzednich 8 lat. W 2016 r. nastąpił spadek wskaźnika, w przybliżeniu do poziomu z 2014 r., a w 2017 roku dalszy spadek do wartości 8.0 dni - najniższej w całym okresie 1997-2019. W 2018 nastąpił wzrost wartości wskaźnika do 21 dni, a w 2019 r. spadek do poziomu 13 dni.



Rys. 4-17. Uśredniona w kolejnych latach liczba dni ze stężeniami 8-godz. ozonu wyższymi od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla wszystkich stanowisk pomiarowych, należących uprzednio do sieci podstawowej (SP, lata 1997-2004) oraz dla lat 2003-2019 dla wszystkich stanowisk włączonych do Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ) uwzględnionych w analizach



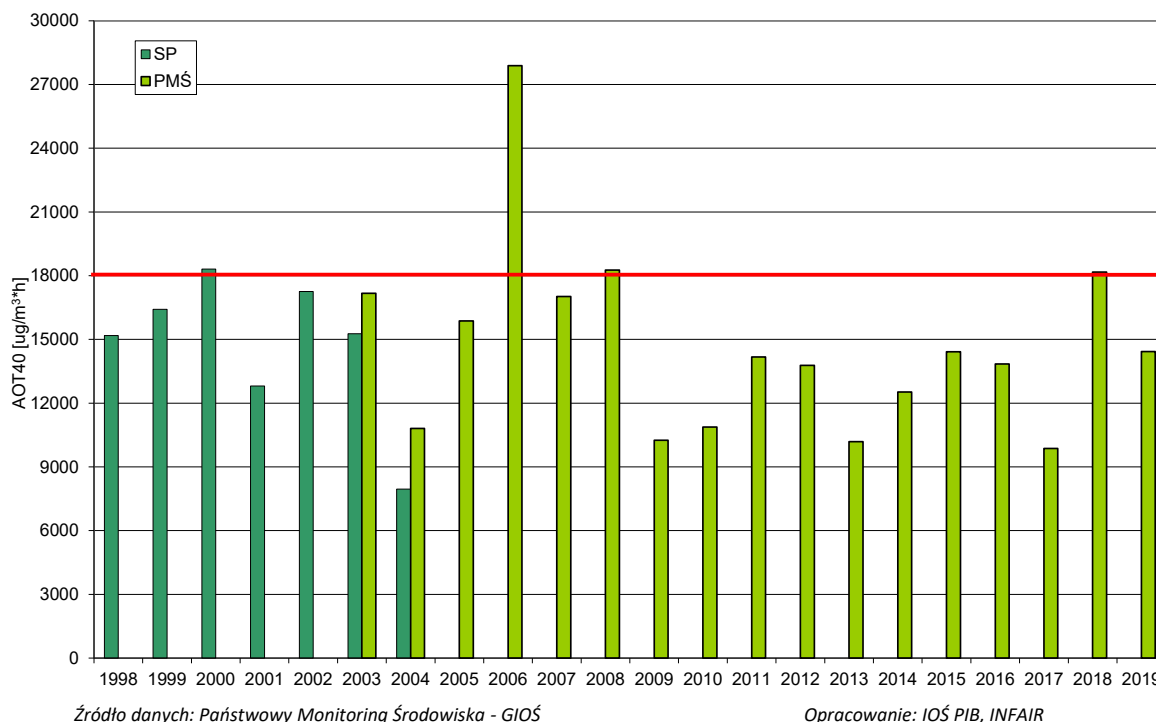
Rys. 4-18. Uśredniona dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach (z kompletnymi seriami pomiarowymi) wartości percentyla S93.2 z rocznych serii maksimów dobowych stężeń 8-godz. kroczących ozonu w latach 2005-2019

Wartości percentyla S93.2 z rocznych serii maksimów dobowych stężeń 8-godz. kroczących ozonu, uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach, również

wskazują, że stężenia ozonu w latach 2006 i 2015 były znacząco wyższe od stężeń w innych latach z okresu 2005-2019. W tych dwóch latach wskaźnik przekraczał o 7-10% wartość wskaźnika uśrednioną dla wielolecia. W pozostałych latach z okresu 2005-2019 uśredniona wartość percentyla nie odbiegała o więcej niż 4% od średniej dla lat 2005-2019 (Rys. 4-18). Po spadku wskaźnika w latach 2016 i 2017 r., w 2018 r. zanotowano wzrost wskaźnika do wartości $117 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a w 2019 r. spadek do $113 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dla zobrazowania zmian stężeń ozonu w skali kraju w kolejnych latach, w odniesieniu do narażenia roślinności, zastosowano syntetyczny wskaźnik zanieczyszczenia powietrza ozonem, obliczany jako średnia arytmetyczna z wartości parametru AOT40 w danym roku ze wszystkich stanowisk pozamiejskich i podmiejskich, dla których serie pomiarowe spełniały kryteria kompletności umożliwiające uwzględnienie wyników w ocenie. Wartość ta zmieniała się z roku na rok. AOT40 uśrednione dla 2006 roku było najwyższe ze wszystkich lat objętych analizą i wyższe o ok. 75% od wartości obliczonej dla 2005 r. (Rys. 4-19). Bardzo wysokie wartości parametru AOT40 w 2006 roku należy łączyć z warunkami meteorologicznymi sezonu ciepłego 2006 roku, sprzyjającymi powstawaniu i utrzymywaniu się wysokich stężeń ozonu. W 2007 roku uśredniony parametr AOT był zbliżony do wartości z lat 1999-2000, 2002-2003, 2005. W 2008 roku, w stosunku do roku poprzedniego, nastąpił niewielki (ok. 7%) wzrost uśrednionego wskaźnika AOT40 do wartości przewyższającej $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$.

W latach 2009-2017 wskaźnik utrzymywał się na niższym poziomie, w zakresie 9865-14416 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$. W sierpniu 2015 r. przez kilkanaście dni utrzymywały się wysokie stężenia ozonu. Było to już poza okresem roku uwzględnianym w obliczaniach normowanego wskaźnika AOT40. Z tego względu wartość wskaźnika dla 2015 r. nie odbiega znacząco od wartości z lat 2011-2012, 2014 i 2016. W 2018 r. miał miejsce wzrost wskaźnika, do wartości $18166 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$. Podobna wartość wskaźnika wystąpiła w 2008 r. W 2019 r. wskaźnik obniżył się do poziomu $14432 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$.



Rys. 4-19. Wartości parametru AOT40 obliczone dla pojedynczych lat z okresu maj-lipiec; dla lat 1998-2004 uśrednione dla wszystkich pozamiejskich stanowisk pomiarowych stężeń ozonu należących uprzednio do sieci podstawowej (SP) oraz dla lat 2003-2019 r. dla wszystkich podmiejskich i pozamiejskich stanowisk włączonych do Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ) uwzględnionych w analizach

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

Kryteria oceny

Wartości kryterialne dla ozonu ustanowione w celu ochrony zdrowia (poziom docelowy i poziom celu długoterminowego), obowiązujące w Polsce wg rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, podano w tabeli 3.5-1 w rozdziale 3.5.

Stężenia ozonu w miastach

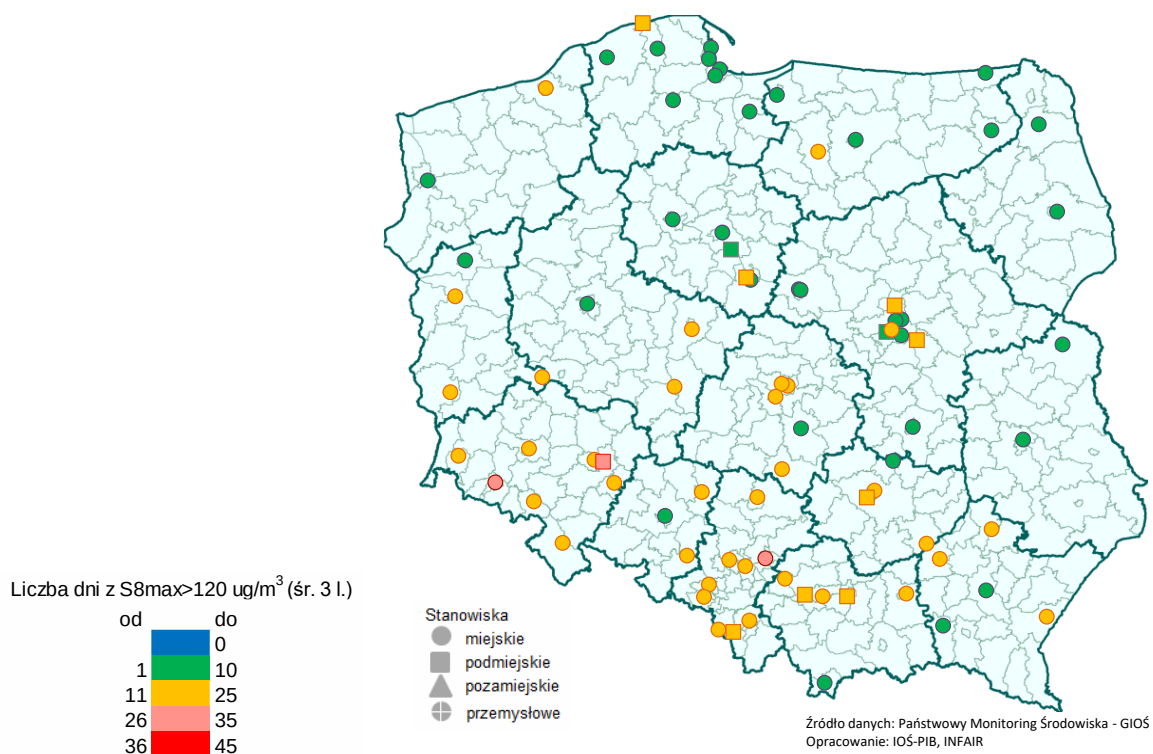
W ocenie uwzględniono wyniki pomiarów z 82 stanowisk miejskich i podmiejskich, w tym z 78 na których w 2019 r. uzyskano serie pomiarowe spełniające wymagania dotyczące kompletności serii podane w dyrektywie 2008/50/WE i w rozporządzeniu Ministra Środowiska.

W 2019 r. poziom docelowy ozonu, określony ze względu na ochronę zdrowia, był przekroczony na 3 stanowiskach, z których 2 znajdowały się woj. dolnośląskim i jedno w śląskim (Tab. 4.4-1, Tab. 4.4-2, Rys. 4-20).

Od 15 do 25 dni z przekroczeniami stężenia $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. (średnio dla 1-3 lat) odnotowano na 26 stanowiskach w 12 województwach.

W samym 2019 r., na 78 miejskich i podmiejskich stanowisk z pełnymi seriami pomiarowymi i dodatkowo na wszystkich 4 stanowiskach z seriami niepełnymi, wystąpiły stężenia 8-godz. przekraczające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tab. 4.4-3, Rys. 4-21). Oznacza to, że na wszystkich 82 stanowiskach przekroczony był poziom celu długoterminowego.

W 2019 r. stężenia 8-godz. wyższe od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły więcej niż 25 razy w roku na 3 stanowiskach w 3 województwach. Średnia liczba dni z przekroczeniami poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenie 8-godz. na stanowiskach miejskich i podmiejskich z pełnymi seriami pomiarowymi w 2019 r. wynosiła 12,3, to jest o ok. 40% mniej niż w roku poprzednim.



Rys. 4-20. Liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu uśredniona dla 1-3 lat na stanowiskach miejskich i podmiejskich (dopuszczalna liczba dni z przekroczeniami: 25)

Tabela 4.4-1. Uśredniona dla lat 2017-2019¹⁾ liczba dni ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi wartość 120 µg/m³ na stanowiskach miejskich i podmiejskich

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ

Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Lp.	Województwo	Liczba stanowisk ²⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniem poziomu docelowego	Liczba dni z maksimum dziennym stężenia 8-godz. ozonu przewyższającym wartość 120 µg/m ³ uśredniona dla 1-3 lat	
				Wartość minimalna ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
1	dolnośląskie	8	2	15	30
2	kujawsko-pomorskie	5		4	24
3	lubelskie	2		7	7
4	lubuskie	4		6	25
5	łódzkie	5		10	22
6	małopolskie	6		6	25
7	mazowieckie	10		4	20
8	opolskie	3		3	19
9	podkarpackie	5		8	18
10	podlaskie	2		7	7
11	pomorskie	9		1	10
12	śląskie	9	1	13	26
13	świętokrzyskie	4		9	18
14	warmińsko-mazurskie	5		2	11
15	wielkopolskie	3		10	25
16	zachodniopomorskie	2		10	23
Polska		82	3	1	30

Objaśnienia do tabeli 4.4-1:

- ¹⁾ jeśli średnie trzyletnie nie mogą być określone na podstawie pełnych danych rocznych, średnią określa się na podstawie pełnych danych z dwóch lub jednego roku
- ²⁾ liczba stanowisk miejskich i podmiejskich uwzględnionych w ocenie
- ³⁾ wartości: minimalna, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych na wszystkich uwzględnionych w ocenie stanowiskach miejskich i podmiejskich w województwie lub w kraju

Na miejskich i podmiejskich stanowiskach pomiarowych⁷ maksymalne stężenia 1-godz. ozonu mieściły się w granicach od 128 µg/m³ w Gołdapi w woj. warmińsko-mazurskim do 193 µg/m³ w Legnicy. Wartość progu informowania – 180 µg/m³ dla stężeń 1-godz. – była przekroczona w 2019 r. na 7 stanowiskach miejskich i podmiejskich w 5 województwach. Na żadnej ze stacji w Polsce nie stwierdzono przekroczeń poziomu alarmowego wynoszącego 240 µg/m³ dla stężeń 1-godz.

⁷ dla stanowisk, z których serie wyników pomiarów spełniały kryteria kompletności podane w dyrektywie 2008/50/WE i RMŚ z 8.06.2018 r. (Dz. U. z 2018 r. poz. 1119)

Tabela 4.4-2. Przekroczenia poziomu docelowego ozonu na stanowiskach miejskich i podmiejskich w 2019 r.

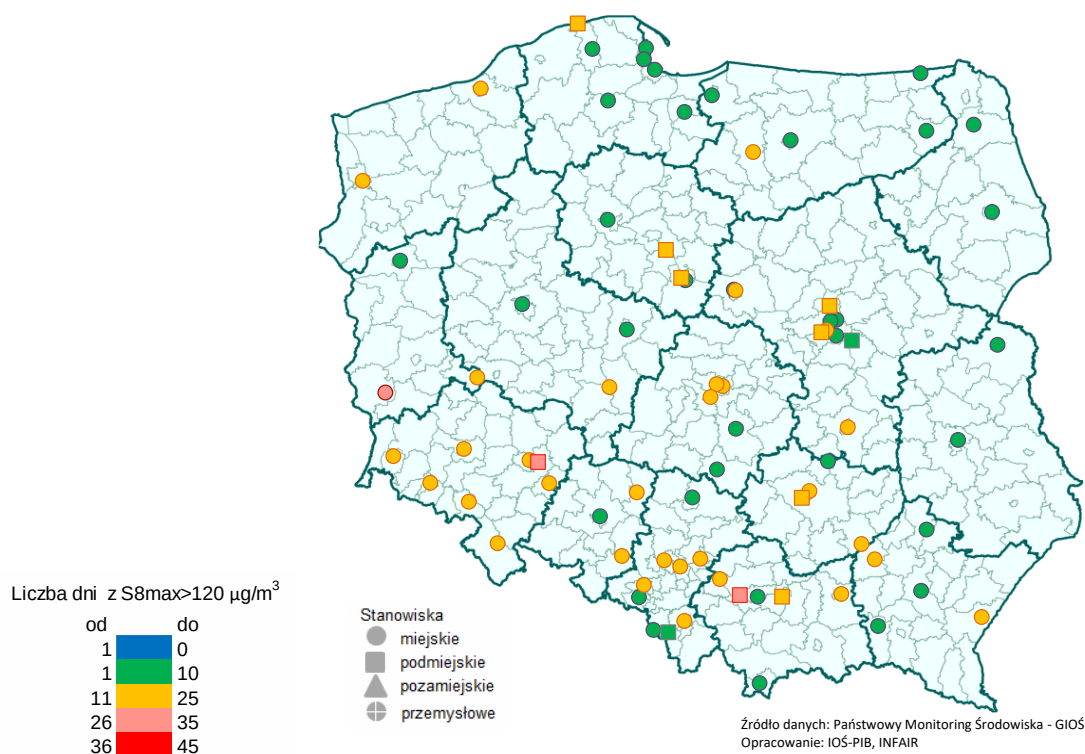
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ. Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Lp.	Województwo	Miejscowość	Liczba dni z przekroczeniami stężenia $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. w 2019 r.	Średnia liczba dni ^{1) 2)} z przekroczeniami stężenia $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz.	Lata uwzględnione przy uśrednianiu ²⁾	Stężenie maksymalne 8-godz. w 2019 r.
			[-]			$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$
1	dolnośląskie	Jelenia Góra	21	29	2017, 2018, 2019	163
2	dolnośląskie	Wrocław	30	30	2017, 2018, 2019	151
3	śląskie	Dąbrowa Górnicza	20	26	2017, 2018, 2019	162

Objaśnienia do tabeli 4.4-2:

¹⁾ parametr normowany

²⁾ liczba dni z przekroczeniem poziomu docelowego w roku kalendarzowym uśredniona w ciągu kolejnych trzech lat; w przypadku braku danych pomiarowych z trzech lat dotrzymanie dopuszczalnej częstości przekroczeń sprawdza się na podstawie danych pomiarowych z co najmniej jednego roku



Rys. 4-21. Liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu w 2019 r. na stanowiskach miejskich i podmiejskich

Tabela 4.4-3. Liczba dni ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi wartość 120 µg/m³ na stanowiskach miejskich i podmiejskich w 2019 r.

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

Lp.	Województwo	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba dni ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającym wartość 120 µg/m ³		Liczba stanowisk, na których stężenie większe od 120 µg/m ³ wystąpiło w ciągu więcej niż 25 dni w roku 2019
			Wartość minimalna ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾	
1	dolnośląskie	8	11	30	1
2	kujawsko-pomorskie	4	6	24	
3	lubelskie	2	6	8	
4	lubuskie	3	6	34	1
5	łódzkie	5	6	25	
6	małopolskie	6	6	27	1
7	mazowieckie	10	2	25	
8	opolskie	3	6	22	
9	podkarpackie	5	5	19	
10	podlaskie	2	7	7	
11	pomorskie	7	2	17	
12	śląskie	9	4	20	
13	świętokrzyskie	4	9	18	
14	warmińsko-mazurskie	5	1	13	
15	wielkopolskie	3	3	21	
	zachodniopomorskie	2	15	23	
Polska		78	1	34	3

Objaśnienia do tabeli 4.4-3:

¹⁾ liczba stanowisk miejskich uwzględnionych w ocenie, z których zebrano kompletne serie wyników pomiarów spełniające wymagania kompletności wyników podane w dyrektywie 2008/50/WE i rozporządzeniu MŚ z dnia 8 czerwca 2018 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. 2018 r. poz. 1119)

²⁾ wartości: minimalna, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych na wszystkich uwzględnionych w ocenie stanowiskach miejskich i podmiejskich w województwie lub w kraju

Stężenia ozonu poza miastami

W ocenie uwzględniono wyniki pomiarów z 20 stanowisk pozamiejskich, w tym z 18 na których w 2019 r. uzyskano serie pomiarowe spełniające wymagania dotyczące kompletności serii podane w dyrektywie 2008/50/WE i w rozporządzeniu Ministra Środowiska.

W 2019 r. poziom docelowy ozonu określony ze względu na ochronę zdrowia przekroczony był na 3 stanowiskach pozamiejskich. Przekroczenia poziomu docelowego wystąpiły na stacjach położonych w woj. dolnośląskim, śląskim i lubuskim. Na tych stacjach średnia liczba dni ze stężeniami 8-godz. przewyższającymi 120 µg/m³ dla lat 2017-2019 przekraczała dopuszczalne 25 – Tab. 4.4-4, Rys. 4-22. Na pozostałych terenach kraju poziom docelowy ozonu nie był przekroczony.

Na Rys. 4-23 przedstawiono uśrednioną dla 3 lat liczbę dni z przekroczeniami poziomu 120 µg/m³ uzyskaną na podstawie połączenia wyników modelowania matematycznego z wynikami pomiarów stężeń ozonu. Szacowane w ten sposób wartości tego parametru przyjmują podwyższone wartości miejscami na terenie woj. dolnośląskiego, lubuskiego, śląskiego, małopolskiego i wielkopolskiego oraz dodatkowo, w mniejszym stopniu na terenie

woj. łódzkiego i mazowieckiego. Najniższe wartości normowanego parametru uzyskano na północnym wschodzie i wschodzie kraju oraz na północy Polski (z wyłączeniem strefy brzegowej Bałtyku).

Tabela 4.4-4. Przekroczenia poziomu docelowego ozonu na stanowiskach pozamiejskich w 2019 r.

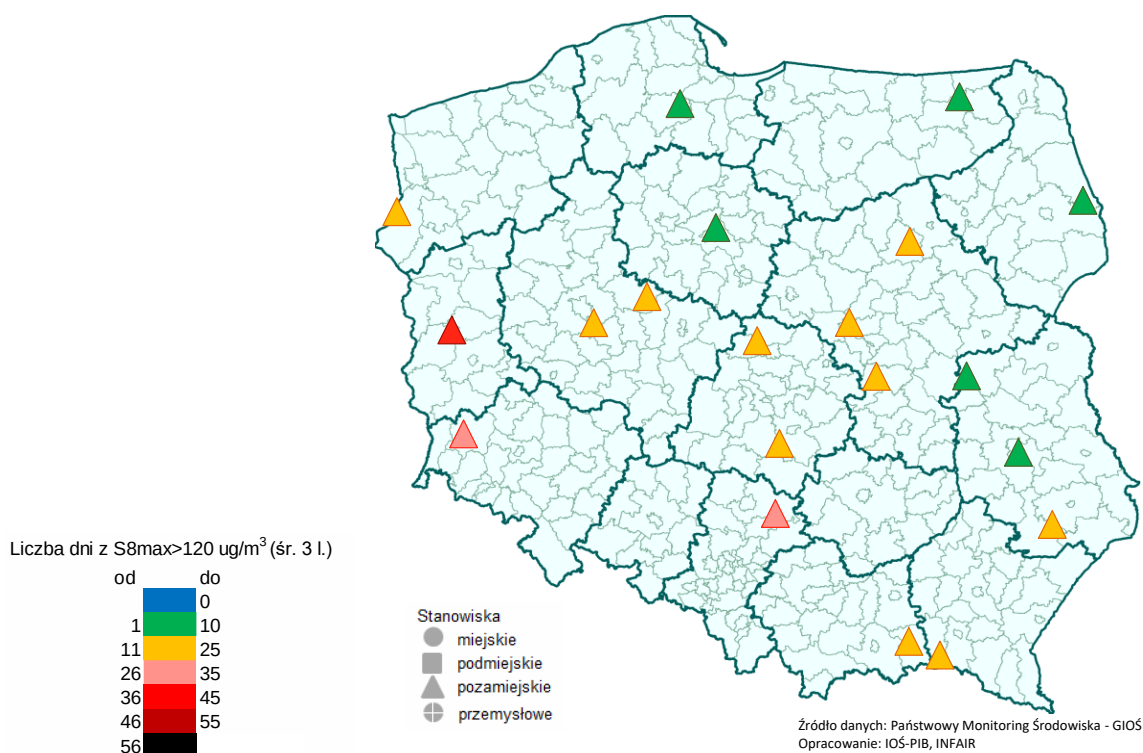
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Lp.	Województwo	Stacja (kod stacji)	Liczba dni ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w 2019 r.	Średnia liczba dni ^{1) 2)} ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Okres uśredniania ²⁾	Stężenie maksymalne 8-godz. w 2019 r.
			[-]			[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
1	dolnośląskie	DsOsieczow21	29	30	2017, 2018, 2019	168
2	lubuskie	LuSmolBytnic	34	41	2018, 2019	177
3	śląskie	SlZlotPotLes	21	29	2017, 2018, 2019	166

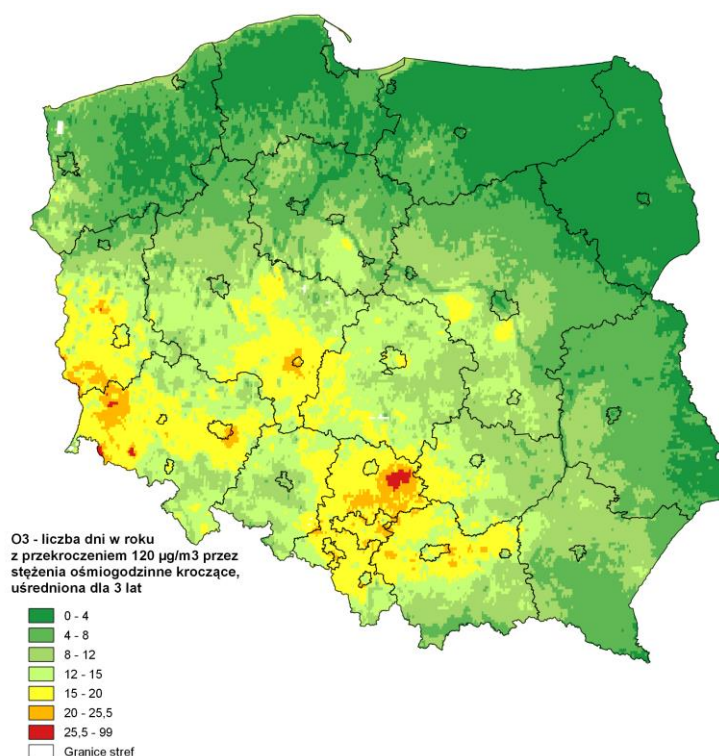
Objaśnienia do tabeli 4.4-4:

¹⁾ parametr normowany

²⁾ liczba dni z przekroczeniem poziomu docelowego w roku kalendarzowym uśredniona w ciągu kolejnych trzech lat; w przypadku braku kompletnych danych pomiarowych z trzech lat dotrzymanie dopuszczalnej częstości przekroczeń sprawdza się na podstawie danych pomiarowych z co najmniej jednego roku



Rys. 4-22. Liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu, uśredniona dla 1-3 lat z okresu 2017-2019, na stanowiskach pozamiejskich (dopuszczalna liczba dni z przekroczeniami: 25)



Rys. 4-23. Uśredniona liczba dni z przekroczeniami wartości 120 µg/m³ przez stężenia 8-godz. ozonu w latach 2017-2019, określona na podstawie wyników modelowania i obiektywnego szacowania.

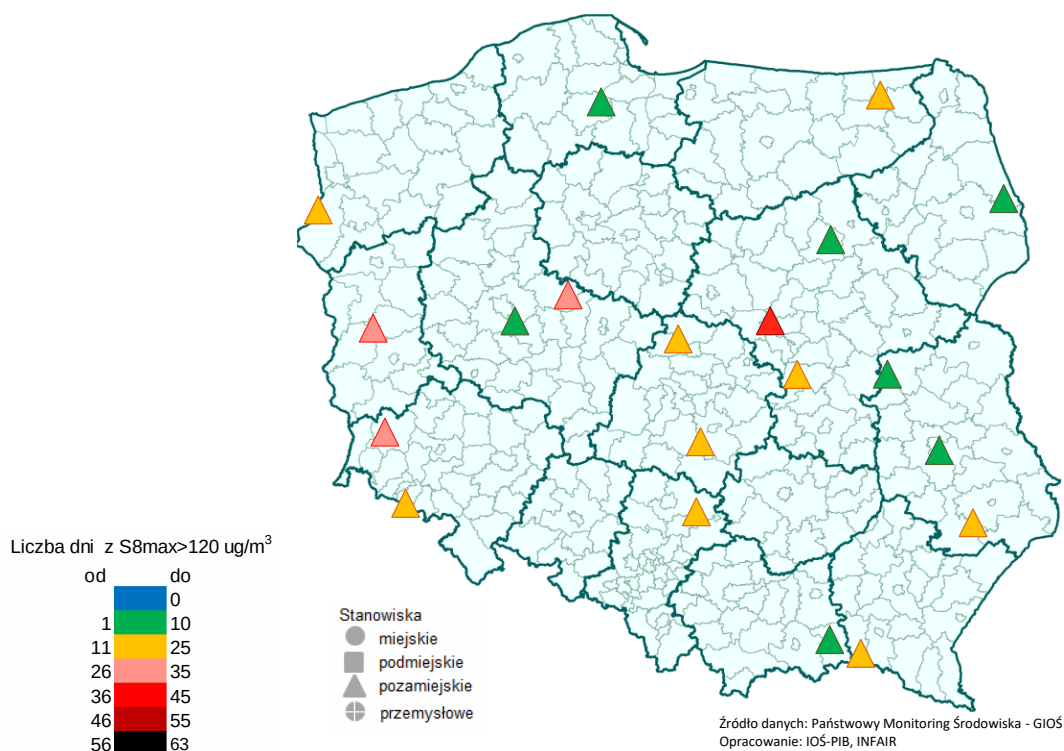
Źródło danych: Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, IOŚ-PIB. Opracowanie: INF AIR, IOŚ-PIB

W 2019 r. najwięcej dni ze stężeniem 8-godz. przekraczającym 120 µg/m³ zanotowano na stacji w Granicy⁸ w woj. mazowieckim (37 dni). W sumie na 4 stanowiskach pozamiejskich (Granica, Smolary Bytnickie, Osieczów, Piaski) liczba dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od 120 µg/m³ przekroczyła dozwolone 25 dni w roku. Na wszystkich stacjach pozamiejskich wystąpiły stężenia 8-godz. wyższe od 120 µg/m³, co oznacza, że stężenia ozonu były w 2019 r. wyższe od poziomu celu długoterminowego (Rys. 4-24).

W 2019 roku na 2 stacjach pozamiejskich (Złoty Potok w woj. śląskim i Smolary Bytnickie) wystąpiły stężenia 1-godz. ozonu przekraczające wartość progu informowania – 180 µg/m³. Najwyższe stężenie 1-godz. wynosiło 190 µg/m³ i zarejestrowano je na stacji w Smolarach Bytnickich w woj. lubuskim. Na żadnym ze stanowisk pozamiejskich nie stwierdzono przekroczeń poziomu alarmowego 240 µg/m³ dla stężeń 1-godz.

Najniższe stężenie maksymalne 1-godz. (spośród stanowisk z pełnymi seriami pomiarowymi) zanotowano na stacji w Jarczewie w woj. lubelskim (134 µg/m³).

⁸ Seria pomiarowa z 2019 r. z tej stacji nie była pełna i nie spełniała wymagań dotyczących kompletności. Mimo to na stacji w Granicy zanotowano powyżej 25 przypadków przekroczeń poziomu 120 µg/m³ przez maksimum dobowe ze stężeń 8-godz. kroczących.



Rys. 4-24. Liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu w 2019 r. na stanowiskach pozamiejskich

Tabela 4.4-5. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń ozonu prowadzonych w 2019 r. na stanowiskach poza miastami

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

Lp.	Województwo	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba dni w 2019r. ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$		Liczba stanowisk, na których stężenie większe od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiło w ciągu więcej niż 25 dni w roku 2019
			wartość minimalna ²⁾	wartość maksymalna ²⁾	
1	dolnośląskie	1	29	29	1
2	lubelskie	3	2	12	
3	lubuskie	1	34	34	1
4	łódzkie	2	15	18	
5	małopolskie	1	4	4	
6	mazowieckie	3	10	37	1
7	podkarpackie	1	24	24	
8	podlaskie	1	9	9	
9	pomorskie	1	7	7	
10	śląskie	1	21	21	
11	warmińsko-mazurskie	1	12	12	
12	wielkopolskie	2	9	30	1
13	zachodniopomorskie	1	24	24	
Polska		19	2	37	4

Objaśnienia do tabeli 4.4-5:

¹⁾ liczba stanowisk pozamiejskich uwzględnionych w ocenie (kompletne serie wyników)

²⁾ wartości: minimalna, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2019 roku na wszystkich stanowiskach pozamiejskich w kraju przy zachowaniu wymaganej kompletności wyników oraz dodatkowo ze stacji w Granicy.

4.5. Ocena stężeń ozonu w świetle kryteriów odniesionych do ochrony roślin

Kryteria oceny

Wskaźnikiem jakości powietrza dla ozonu pod kątem ochrony roślin jest parametr AOT40. Jego wartość oblicza się na podstawie stężeń 1-godz., jako sumę 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 $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Parametr ten oblicza się wyłącznie dla kompletnych serii pomiarowych.

Wartości normowane dla parametru AOT40, ustanowione w celu ochrony roślin, obowiązujące w Polsce wg rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, podano w tabeli 4.5-1.

Tabela 4.5-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza ozonem O_3 (AOT40) - ochrona roślin

Kryterium	Okres, dla którego obliczany jest parametr AOT40	Dopuszczalna wartość parametru AOT40 dla O_3 w powietrzu
poziom docelowy	okres wegetacyjny (1 V – 31 VII)	$18000^{1)} \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$
poziom celu długoterminowego	okres wegetacyjny (1 V – 31 VII)	$6000^{1)} \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$

Objaśnienia do tabeli 4.5-1:

- ¹⁾ 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 dotrzymanie tej wartości sprawdza się na podstawie danych pomiarowych z co najmniej trzech lat

Stężenia ozonu w odniesieniu do poziomu docelowego określonego dla roślin

W ocenie uwzględniono wyniki pomiarów z 31 stanowisk pozamiejskich i podmiejskich. Serie pomiarowe z tych stanowisk spełniają wymagania dotyczące kompletności wyników podane w dyrektywie 2008/50/WE i WE i rozporządzeniu MŚ z dnia 8 czerwca 2018 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. 2018 r. poz. 1119). W zestawieniach dotyczących wyłącznie 2019 roku uwzględniono wyniki z 32 stanowisk.

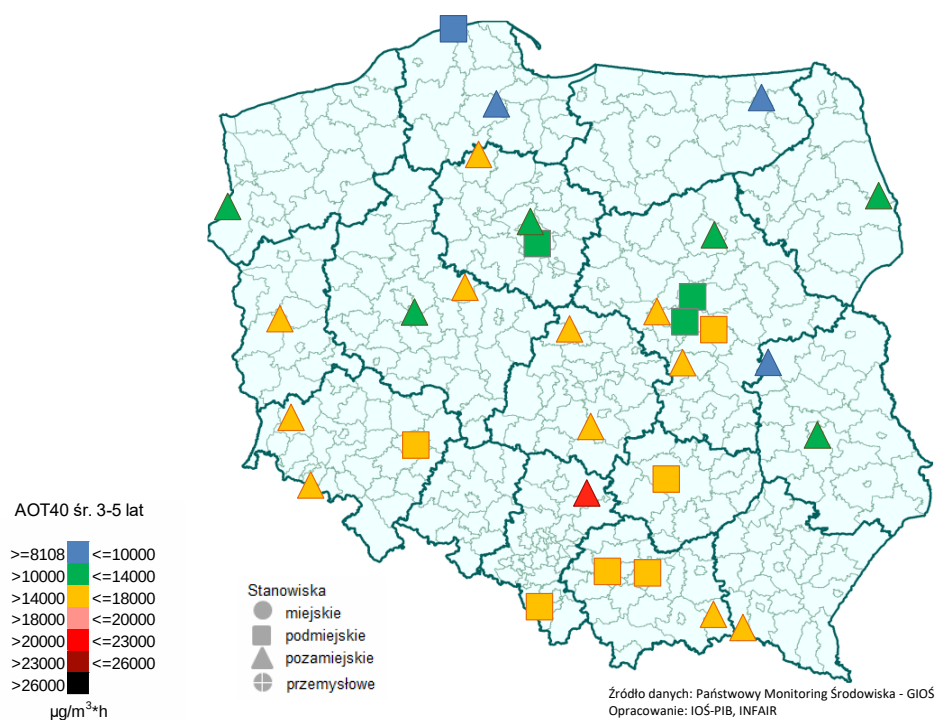
W 2019 roku przekroczenie poziomu docelowego - $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ (wartości uśrednione dla minimum 3 lat, do 5 lat) przez parametr AOT40 wystąpiło na jednej stacji (Tab. 4.5-2, Rys. 4-25) – w Złotym Potoku ($21359 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) w województwie śląskim. Najniższą wartość AOT40 uzyskano na stanowisku w Jarczewie w woj. lubelskim ($8108 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$). Na 30 stanowiskach (z 31) uśredniona wartość parametru AOT40 była niższa od $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$. Wartości parametru AOT40 były najniższe na północy Polski i w Jarczewie.

Tabela 4.5-2. Normowany uśredniony parametr AOT40 obliczony dla okresu maj-lipiec z lat 2015-2019 na stanowiskach pozamiejskich i podmiejskich¹⁾

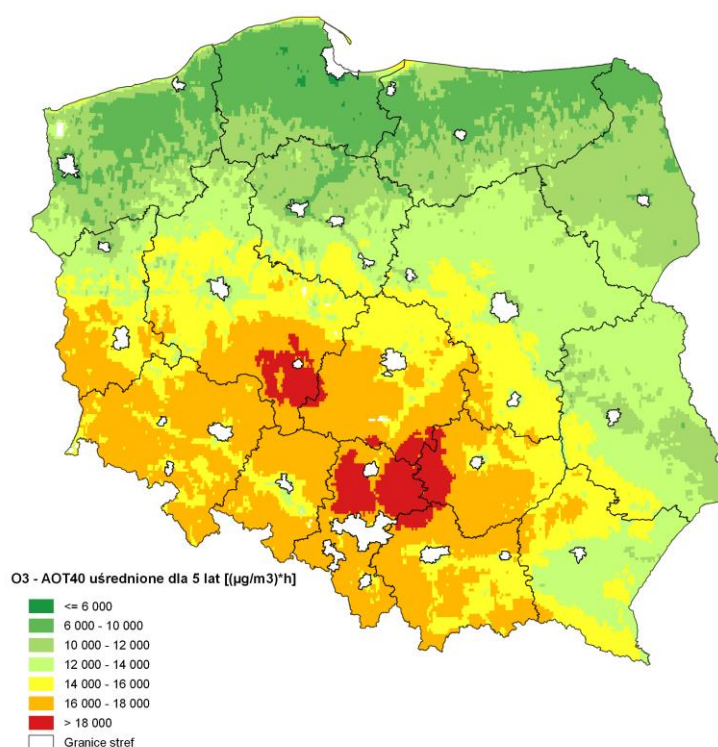
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ. Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

Lp.	Województwo	Stanowisko		Normowany parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$]
		Miejscowość	Kod	
1	dolnośląskie	DsWrocBartni	Wrocław	16977
2	dolnośląskie	DsOsieczow21	Osieczów	17762
3	dolnośląskie	DsSniezkaObs	Karpacz	15152
4	kujawsko-pomorskie	KpCiechTezni	Ciechocinek	11906
5	kujawsko-pomorskie	KpKoniczynka	Koniczynka	12662
6	kujawsko-pomorskie	KpZielBoryTu	Zielonka	14294
7	lubelskie	LbJarczWolaM	Jarczew	8108
8	lubelskie	LbWilczopole	Wilczopole	10021
9	lubuskie	LuSmolBytnic	Smolary Bytnickie	17369
10	łódzkie	LdGajewUjWod	Gajew	14813
11	łódzkie	LdParzniUjWo	Parzniewice	16837
12	małopolskie	MpKaszowLisz	Kaszów	17754
13	małopolskie	MpSzarowSpok	Szarów	17853
14	małopolskie	MpSzymbaGorl	Szymbark	14925
15	mazowieckie	MzBelsIGFPAN	Belsk Duży	14191
16	mazowieckie	MzGranicaKPN	Granica	14888
17	mazowieckie	MzGutyDuCzer	Guty Duże	11912
18	mazowieckie	MzLegZegrzyn	Legionowo	13244
19	mazowieckie	MzOtwoBrzozo	Białystok	14387
20	mazowieckie	MzPiasPulask	Piastów	13878
21	podkarpackie	PkKrempnaMPN	Krempna	17276
22	podlaskie	PdBorsukowiz	Borsukowizna	11048
23	pomorskie	PmLebaRabkaE	Łeba	9047
24	pomorskie	PmLinieKos17	Liniewko Kościerskie	8866
25	śląskie	SlUstronSana	Ustroń	16557
26	śląskie	SlZlotPotLes	Złoty Potok	21359
27	świętokrzyskie	SkNowiParkow	Nowiny	16577
28	warmińsko-mazurskie	WmPuszczaBor	Diabla Góra	9455
29	wielkopolskie	WpBoroDrapal	Borówiec	12145
30	wielkopolskie	WpPiaskiKrzy	Krzyżówka	16860
31	zachodniopomorskie	ZpWiduBulRyb	Widuchowa	11913

¹⁾ dla których możliwe było prawidłowe obliczenie parametru AOT40 dla minimum 3 lat



Rys. 4-25. Parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$] obliczony dla okresu maj-lipiec, uśredniony dla 3-5 lat, dla stanowisk pozamiejskich i podmiejskich



Rys. 4-26. Parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$] obliczony dla okresu maj-lipiec, uśredniony dla 5 lat 2015-2019, określony na podstawie wyników modelowania i obiektywnego szacowania.

Źródło danych: Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, IOŚ-PIB. Opracowanie: INF AIR, IOŚ-PIB

Na Rys. 4-26 przedstawiono wartości parametru AOT40 uśrednione dla lat 2015-2019 uzyskane na podstawie połączenia wyników modelowania matematycznego z wynikami pomiarów stężeń ozonu. Szacowane w ten sposób wartości parametru AOT40 przyjmują wartości wyższe od poziomu docelowego 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ na części województw: wielkopolskiego, dolnośląskiego, śląskiego, opolskiego, łódzkiego, świętokrzyskiego i małopolskiego. Najniższe wartości normowanego parametru, poniżej 10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$, uzyskano na północy kraju.

Wartości AOT40 obliczone dla okresu maj-lipiec 2019 roku przedstawiono na Rys. 4-27. Parametr ten, w zależności od stanowiska, przyjmował wartości od 5839 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ w Jarczewie w woj. lubelskim do 21856 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ w Krępnej w woj. podkarpackim. Na 6 z 32 stanowisk wartość parametru AOT40 przewyższała 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$. Na 31 z 32 stanowisk przekroczony został poziom celu długoterminowego (6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$).

Parametr AOT40 określony na podstawie połączenia wyników modelowania matematycznego z wynikami pomiarów stężeń ozonu dla 2019 r., przyjmuje wartości wyższe od poziomu docelowego na części obszarów województw położonych wzdłuż południowej granicy Polski i dodatkowo w woj. lubuskim, wielkopolskim, łódzkim, mazowieckim i świętokrzyskim (Rys. 4-28). Wartości AOT40 niższe od 10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ uzyskano głównie na północy i na wschodzie kraju.

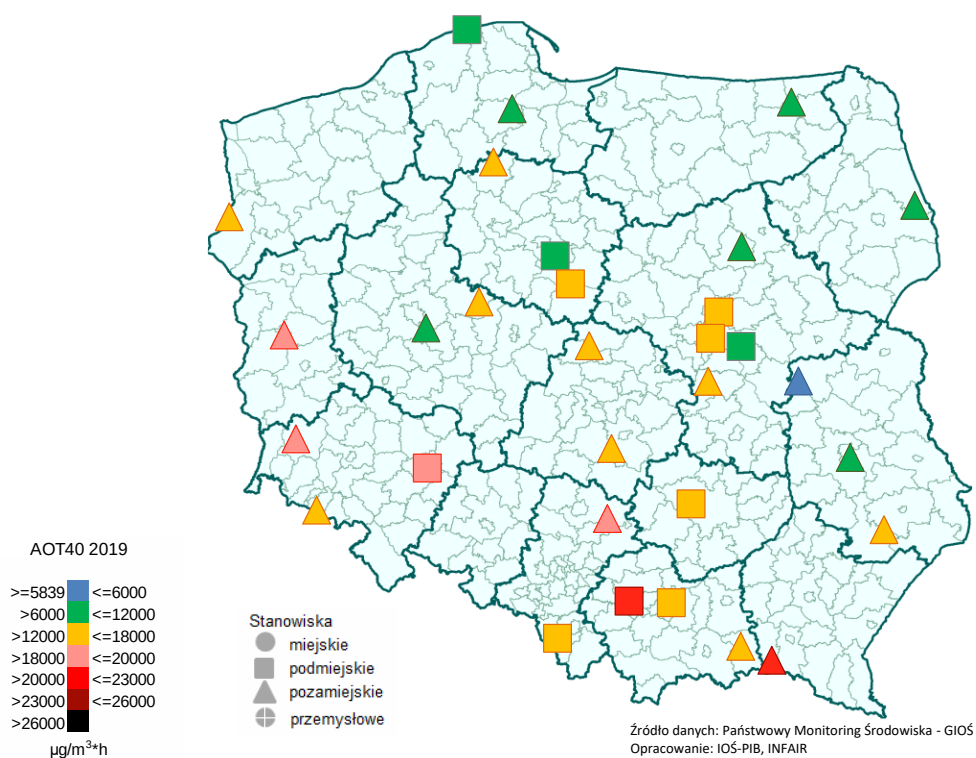
Tabela 4.5-3. Parametr AOT40 obliczony dla okresu maj-lipiec 2019 r. dla stanowisk pozamiejskich i podmiejskich¹⁾

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

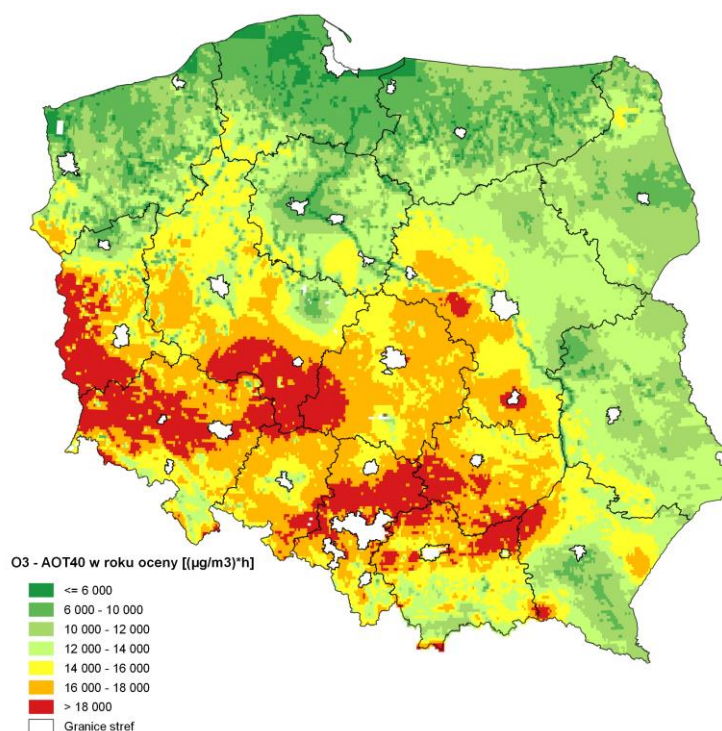
Lp.	Województwo	Stanowisko		Normowany parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$]
		Miejscowość	Kod	
1	dolnośląskie	DsWrocBartni	Wrocław	19562
2	dolnośląskie	DsOsieczow21	Osieczów	19906
3	dolnośląskie	DsSniezkaObs	Karpacz	14226
4	kujawsko-pomorskie	KpCiechTezni	Ciechocinek	10088
5	kujawsko-pomorskie	KpWieniecZdrMOB	Wieniec-Zdrój	16604
6	kujawsko-pomorskie	KpZielBoryTu	Zielonka	14410
7	lubelskie	LbFlorianRPN	Florianka	14362
8	lubelskie	LbJarczWolaM	Jarczew	5839
9	lubelskie	LbWilczopole	Wilczopole	9804
10	lubuskie	LuSmolBytnic	Smolary Bytnickie	19793
11	łódzkie	LdGajewUjWod	Gajew	15584
12	łódzkie	LdParzniUjWo	Parzniewice	16092
13	małopolskie	MpKaszowLisz	Kaszów	20614
14	małopolskie	MpSzarowSpok	Szarów	17739
15	małopolskie	MpSzymbaGorl	Szymbark	12820
16	mazowieckie	MzBelsIGFPAN	Belsk Duży	14076
17	mazowieckie	MzGutyDuCzer	Guty Duże	9674
18	mazowieckie	MzLegZegrzyn	Legionowo	17537

Lp.	Województwo	Stanowisko		Normowany parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$]
		Miejscowość	Kod	
19	mazowieckie	MzOtwoBrzozo	Białystok	11956
20	mazowieckie	MzPiasPulask	Piastów	13538
21	podkarpackie	PkKrempnaMPN	Krempna	21856
22	podlaskie	PdBorsukowiz	Borsukowizna	10130
23	pomorskie	PmLebaRabkaE	Łeba	9022
24	pomorskie	PmLinieKos17	Liniewko Kościerskie	6452
25	śląskie	SlGoczaUzdroMOB	Goczałkowice-Zdrój	12539
26	śląskie	SlUstronSana	Ustroń	15605
27	śląskie	SlZlotPotLes	Złoty Potok	18842
28	świętokrzyskie	SkNowiParkow	Nowiny	17612
29	warmińsko-mazurskie	WmPuszczaBor	Diabla Góra	8284
30	wielkopolskie	WpBoroDrapal	Borówiec	10264
31	wielkopolskie	WpPiaskiKrzy	Krzyżówka	16285
32	zachodniopomorskie	ZpWiduBulRyb	Widuchowa	13685

¹⁾ dla stanowisk, dla których możliwe było prawidłowe obliczenie parametru AOT40 dla 2019 r.



Rys. 4-27. Parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$] obliczony dla okresu maj-lipiec 2019 r. dla stanowisk pozamiejskich i podmiejskich



Rys. 4-28. Parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$] obliczony dla okresu maj-lipiec 2019 r., określony na podstawie wyników modelowania i obiektywnego szacowania.

Źródło danych: Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, IOŚ-PIB. Opracowanie: INF AIR, IOŚ-PIB

5. Ocena zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10 w skali kraju

5.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń PM10

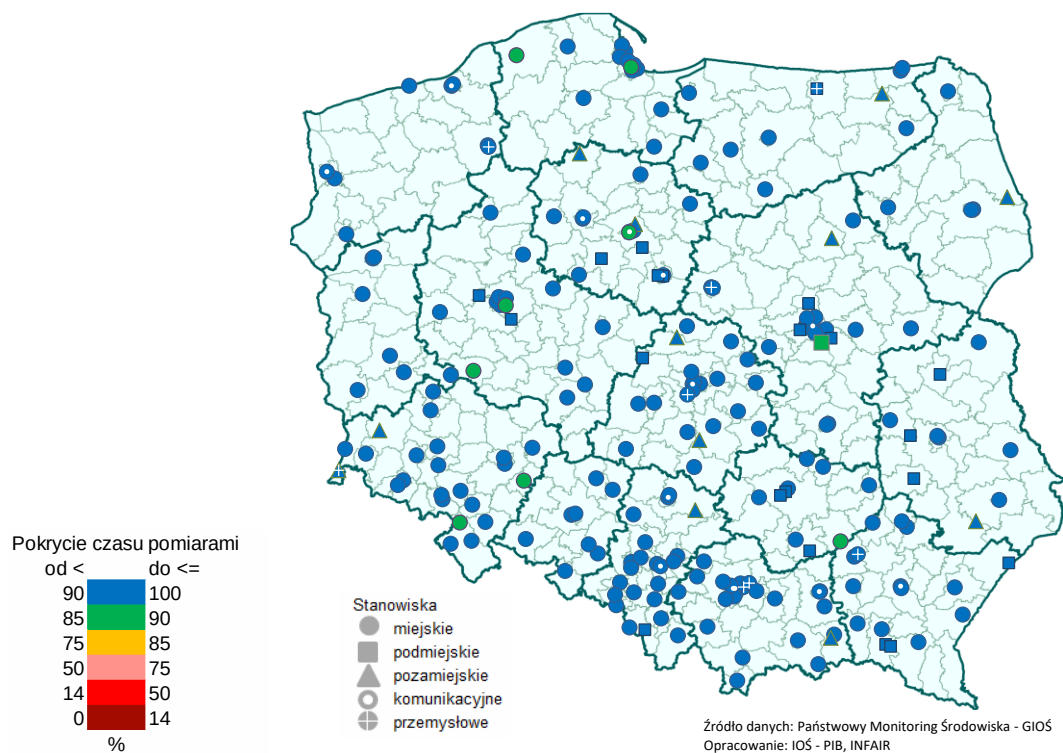
Informacje zawarte w niniejszym rozdziale przygotowano na podstawie serii wyników pomiarów stężeń pyłu PM10 wykorzystanych przez Regionalne Wydziały Monitoringu Środowiska (RWMS) do opracowania ocen jakości powietrza na terenie poszczególnych województw. Niezbędne informacje pozyskano z zasobów krajowej bazy danych JPOAT2,0.

Spośród zgromadzonych w bazie JPOAT2,0 wyników pomiarów stężeń z 313 stanowisk pomiarowych PM10, na potrzeby oceny jakości powietrza w strefach za rok 2019 wykorzystano dane z 233 stanowisk. Wyniki niewykorzystane w opracowaniu to w większości przypadków wyniki pomiarów z jednego z dwóch stanowisk stężeń PM10 funkcjonujących na tej samej stacji, na których prowadzone były równoległe pomiary dwiema metodami. W przypadku prowadzenia równoległych pomiarów stężeń dwiema metodami, w niniejszym opracowaniu wykorzystywano wyniki ze stanowiska uwzględnionego przez RWMS przy opracowywaniu rocznej oceny jakości powietrza w strefach.

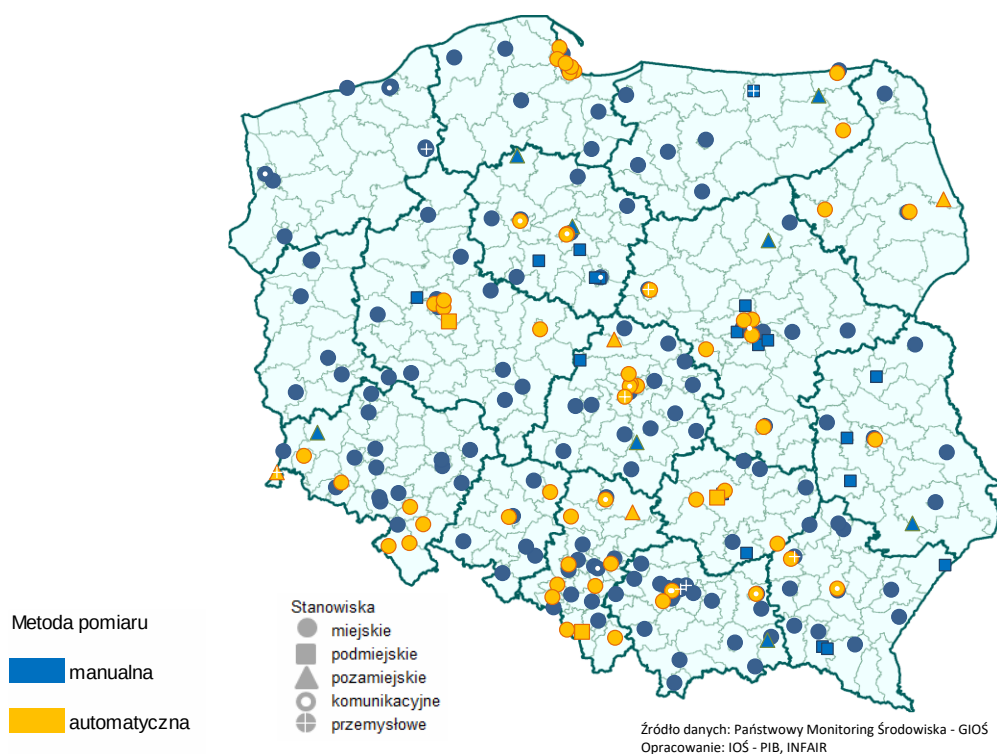
W 2019 r. na wszystkich stanowiskach prowadzone były pomiary manualne codzienne lub ciągle automatyczne. Wszystkie serie wyników pomiarów stężeń pyłu PM10 uwzględnione w opracowaniu spełniały wymagania dotyczące kompletności serii pomiarowych, pozwalające na prawidłowe obliczanie wszystkich wymaganych parametrów statystycznych, w tym normowanej liczby dni z przekroczeniami wartości $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Rys. 5-1). W 2019 r. na ok. 97% stanowisk uzyskano pokrycie roku pomiarami przekraczające 90%, a na wszystkich 233 stanowiskach wymaganą przepisami prawa kompletność nie mniejszą niż 85%.

Zdecydowana większość stanowisk pomiarowych stężeń pyłu PM10 znajduje się na terenie miast. W opracowaniu uwzględniono wyniki z 199 stanowisk miejskich, 21 stanowisk podmiejskich i 13 pozamiejskich (Rys. 5-1).

Biorąc pod uwagę typ stanowiska i obszar lokalizacji stacji, w 2019 r. najwięcej było stanowisk tzw. tła miejskiego (181 stanowisk). Trzyście stanowisk określono jako stanowiska komunikacyjne (wszystkie tego typu stanowiska zlokalizowane były w miastach). Siedem stanowisk zlokalizowanych było w strefie oddziaływania zakładów przemysłowych, w tym jedno na terenach pozamiejskich. Dwanaście stanowisk PM10 sklasyfikowano jako stanowiska tła pozamiejskiego.



Rys. 5-1. Lokalizacja stanowisk pomiarów stężeń pyłu PM₁₀, z których dane wykorzystano w raporcie za 2019 rok, z uwzględnieniem typu stanowiska i obszaru oraz liczebności serii pomiarowej



Rys. 5-2. Metoda pomiarów stężeń pyłu PM₁₀ na stanowiskach, z których dane wykorzystano w raporcie za 2019 rok

Z ogólnej liczby 233 stanowisk, z których wyniki wykorzystano w raporcie, na 61 prowadzony był pomiar metodami automatycznymi, na 172 wykorzystywano metody manualne. Lokalizację stanowisk wraz z metodyką pomiarów przedstawiono na Rys. 5-2.

5.2. Informacje o stężeniach PM₁₀ w 2019 roku

Zanieczyszczenie powietrza pyłem PM₁₀, obok zanieczyszczenia powietrza benzo(a)pirenem i pyłem PM_{2,5}, stanowi poważny problem w wielu aglomeracjach i miastach. Wysokie stężenia pyłu występują też w mniejszych miejscowościach, a w niektórych latach również na terenach pozamiejskich. W przypadku tych zanieczyszczeń na znacznej części stacji pomiarowych wystąpiły przekroczenia wartości dopuszczalnych. Problemy z dotrzymaniem wartości dopuszczalnych dla pyłu PM₁₀ występują nie tylko w Polsce, ale także na wielu obszarach Europy.

W sezonie chłodnym 2019 r. wystąpiły wyjątkowo korzystne warunki meteorologiczne sprzyjające utrzymywaniu się niskich stężeń pyłu w atmosferze. Ze względu na wyższą od przeciętnej temperaturę powietrza zmniejszone było zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynków, co w rezultacie spowodowało zmniejszenie niskiej emisji komunalno-bytowej pyłu (mającej decydujący wpływ na poziom stężenia PM₁₀ w terenach zabudowanych), a także zmniejszenie emisji pyłu i prekursorów pyłu z ciepłowni i elektrociepłowni. W rezultacie stężenia średnie roczne PM₁₀ były w 2019 r. znacznie niższe niż w latach poprzednich.

W 2019 r. spośród 233 stanowisk tylko na 5 (2%) stężenia średnie roczne S_a przekraczały poziom dopuszczalny ($D_a=40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) - Rys. 5-3. Przekroczenia średniego rocznego poziomu dopuszczalnego pyłu PM₁₀ wystąpiły na dwóch stacjach komunikacyjnych (w Krakowie i Katowicach) oraz na trzech stacjach tła miejskiego (w Nowym Targu, Pszczynie i Rybniku).

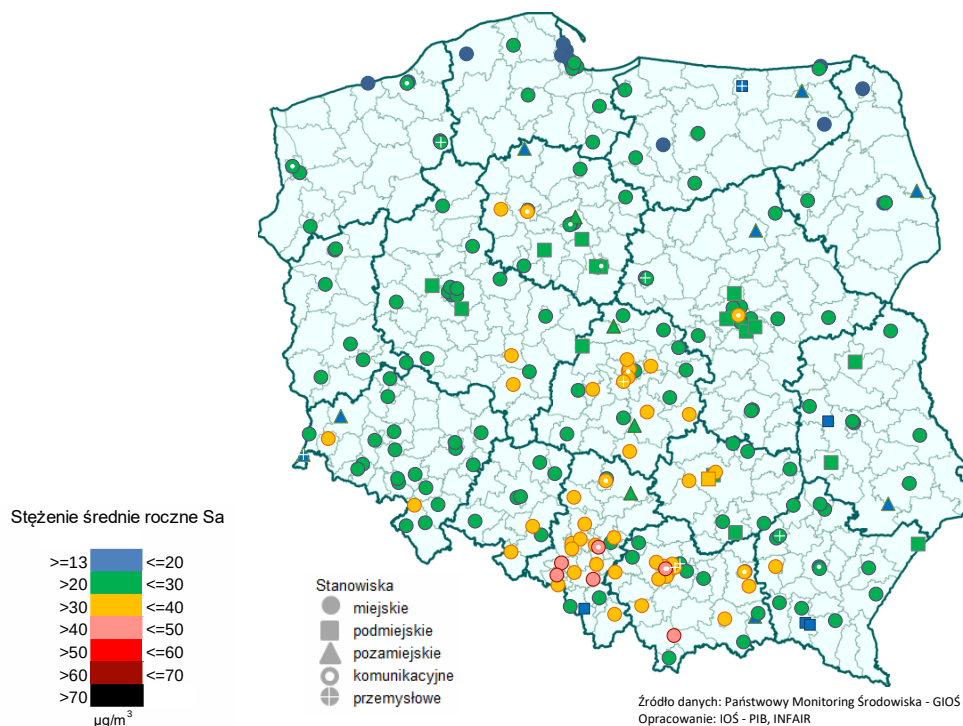
Najwyższe stężenie średnie roczne w 2019 r. zanotowano na stacji komunikacyjnej w Krakowie ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) oraz na stacjach tła miejskiego w Pszczynie ($44 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i Rybniku ($44 \mu\text{g}/\text{m}^3$) w woj. śląskim.

Na 228 stanowiskach stężenia S_a PM₁₀ były niższe od poziomu dopuszczalnego. Stężenia niskie, mniejsze od połowy wartości dopuszczalnej ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wystąpiły na 27 stanowiskach, z których 8 to stanowiska pozamiejskie. Stężenia średnie roczne PM₁₀ na stacjach pozamiejskich były zwykle niższe niż stężenia mierzone na większości stacji miejskich i podmiejskich w tym samym województwie.

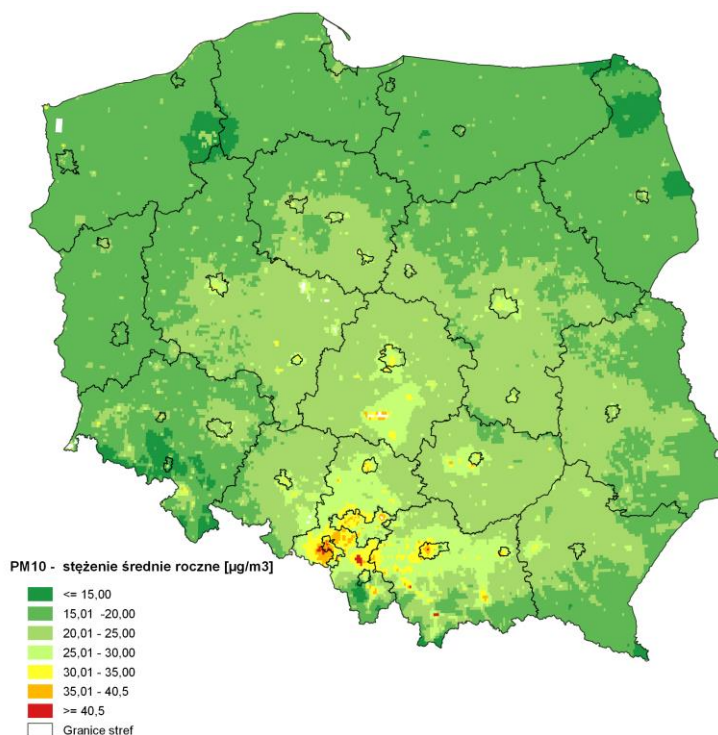
Według obliczeń modelowych (IOŚ-PIB 2020), stężenia S_a przewyższające $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły przede wszystkim na terenie województwa śląskiego i małopolskiego. Na terenie województw północnych, zachodnich i wschodnich stężenia PM₁₀ były niższe niż w województwach Polski centralnej i południowej (Rys. 5-4).

W 2019 r. na 77 z 233 stanowisk (33%), percentyl S_{90.4} z rocznej serii stężeń dobowych (Rys. 5-5) przekraczał wartość $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, co przy pełnej serii pomiarowej odpowiada przekroczeniu wartości $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 24-godz. pyłu przez więcej niż dozwolone 35 dni w roku. Największe przekroczenia dozwolonej wartości percentyla 90.4 wystąpiły na stacjach tła miejskiego w woj. śląskim: w Pszczynie ($93 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i Rybniku ($92 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Stężenia dobowe PM10 na stacjach pozamiejskich były z reguły niższe niż stężenia mierzone na stacjach miejskich i podmiejskich. Na żadnym stanowisku pozamiejskim parametr S90.4 nie przekroczył poziomu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

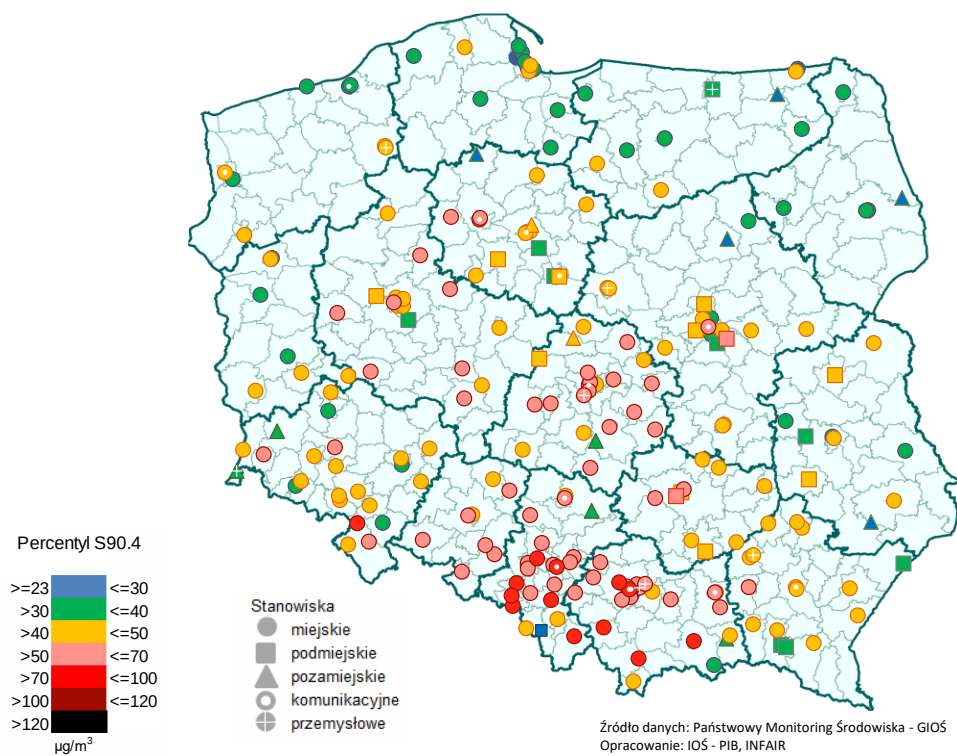


Rys. 5-3. Stężenia średnie roczne pyłu PM10 w 2019 r.

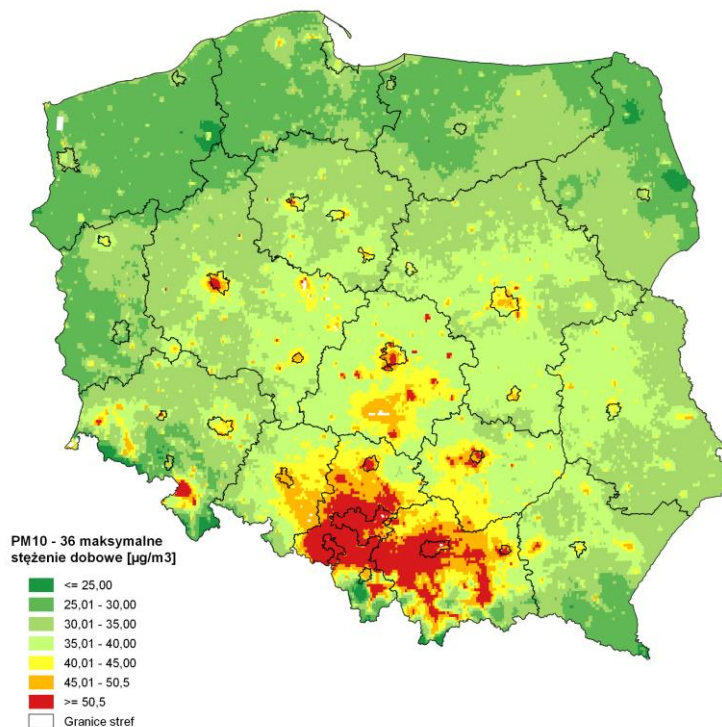


Rys. 5-4. Stężenia średnie roczne pyłu PM10 określone na podstawie wyników modelowania i obiektywnego szacowania.

Źródło danych: Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, IOŚ-PIB. Opracowanie: INFAIR, IOŚ-PIB



Rys. 5-5. Percentyl S90.4 z serii stężeń 24-godz. pyłu PM10 w 2019 r.

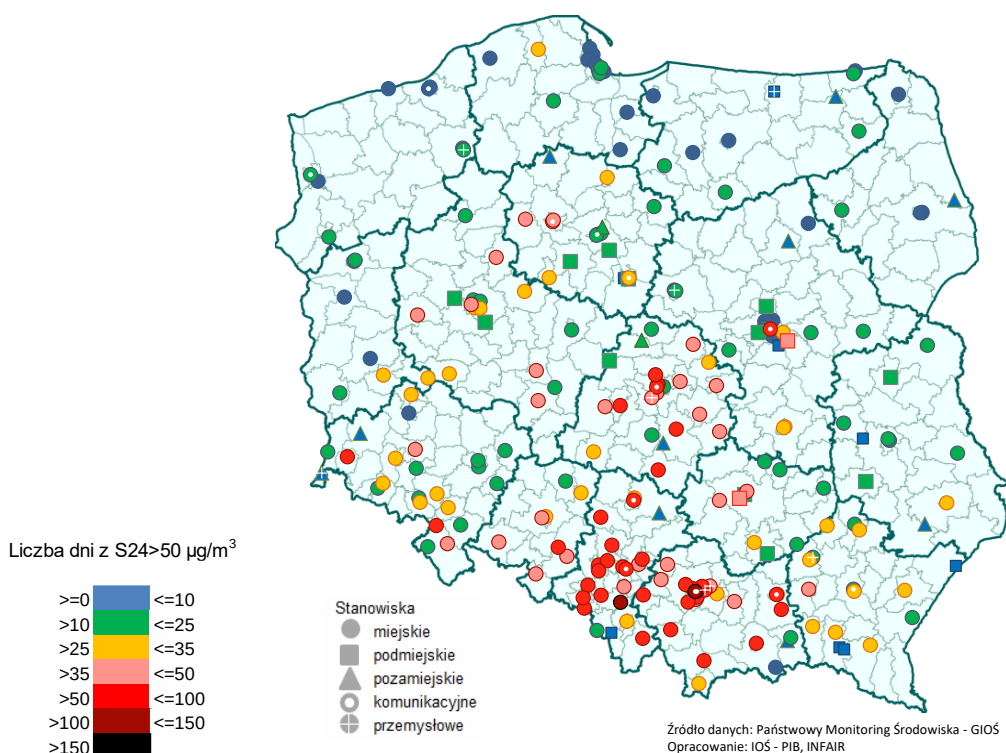


Rys. 5-6. 36-te maksimum ze stężeń 24-godz. pyłu PM10 określone na podstawie wyników modelowania i obiektywnego szacowania.

Źródło danych: Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, IOŚ-PIB. Opracowanie: INFAIR, IOŚ-PIB

Obszary przekroczeń poziomu dopuszczalnego dla średnich 24-godzinnych stężeń pyłu PM10 wystąpiły na terenie 10 województw, przy czym w największym stopniu objęły one województwa: śląskie i małopolskie (Rys. 5-5, Rys. 5-6, Rys. 5-7). Stężenia wyższe od dopuszczalnych nie wystąpiły w 4 województwach położonych na północy kraju oraz w woj. lubuskim i lubelskim.

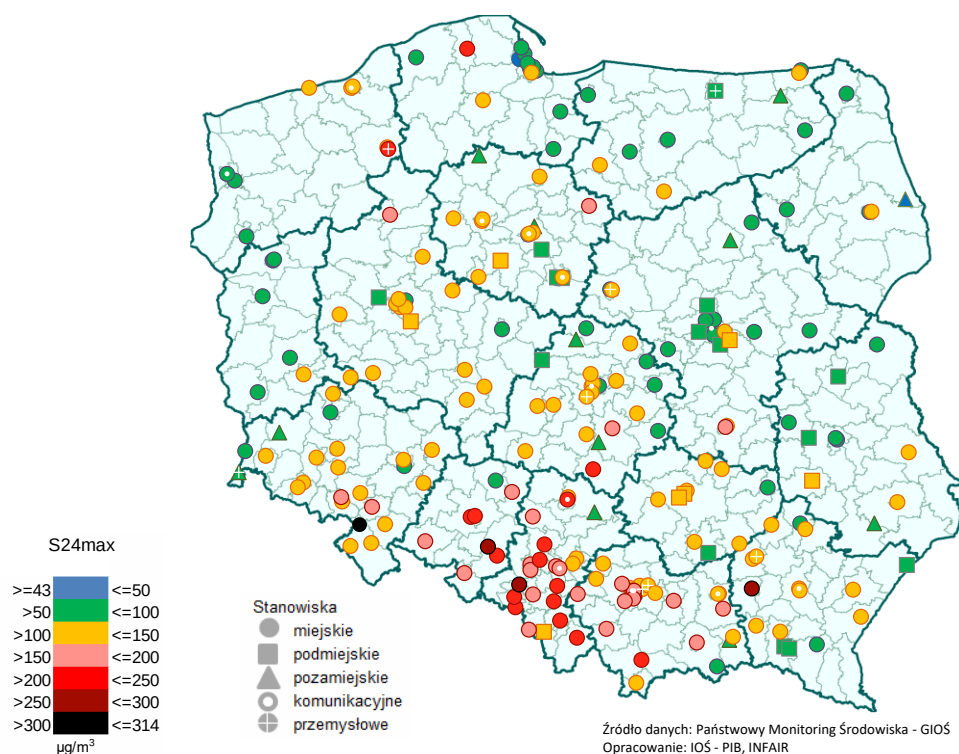
Najwięcej dni z przekroczeniami poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń 24-godz. ($D_{24}=50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) zarejestrowano na stacji komunikacyjnej w Krakowie (125) oraz na stanowisku tła miejskiego w Pszczynie (106 dni). Jest to przeszło trzykrotne przekroczenie dozwolonej liczby dni z przekroczeniami w roku. Najwięcej przekroczeń poziomu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 24-godz. rejestruje się na stanowiskach znajdujących się w miastach w woj. śląskim, małopolskim i łódzkim, najmniej na północy kraju (Rys. 5-7).



Rys. 5-7. Liczba dni z przekroczeniami poziomu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 24-godz. PM10 w 2019 r.

Dopuszczalny dobowy poziom pyłu PM10 przekraczany był w 2019 r. nie tylko na stacjach zlokalizowanych w miastach, ale również na stacjach podmiejskich. Przekroczenia dobowego poziomu dopuszczalnego wystąpiły na 2 z 21 stacji podmiejskich. Na żadnym ze stanowisk pozamiejskich nie zanotowano przekroczenia poziomu dopuszczalnego określonego dla stężenia średniego rocznego, ani dla stężeń dobowych.

Najwyższe stężenia 24-godz. PM10 notowane były w Nowej Rudzie w woj. dolnośląskim $314 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Stężenia dobowe wyższe od $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły tylko na tej jednej stacji - Rys. 5-8. Najniższe maksymalne stężenia dobowe pyłu uzyskano na stacjach zlokalizowanych na północnym wschodzie i zachodzie kraju, gdzie z reguły stężenia 24-godz. PM10 nie przekraczały $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Rys. 5-8. Maksymalne stężenia 24-godz. PM10 (S24max) zarejestrowane w 2019 r.

5.3. Epizody wysokich stężeń pyłu PM10

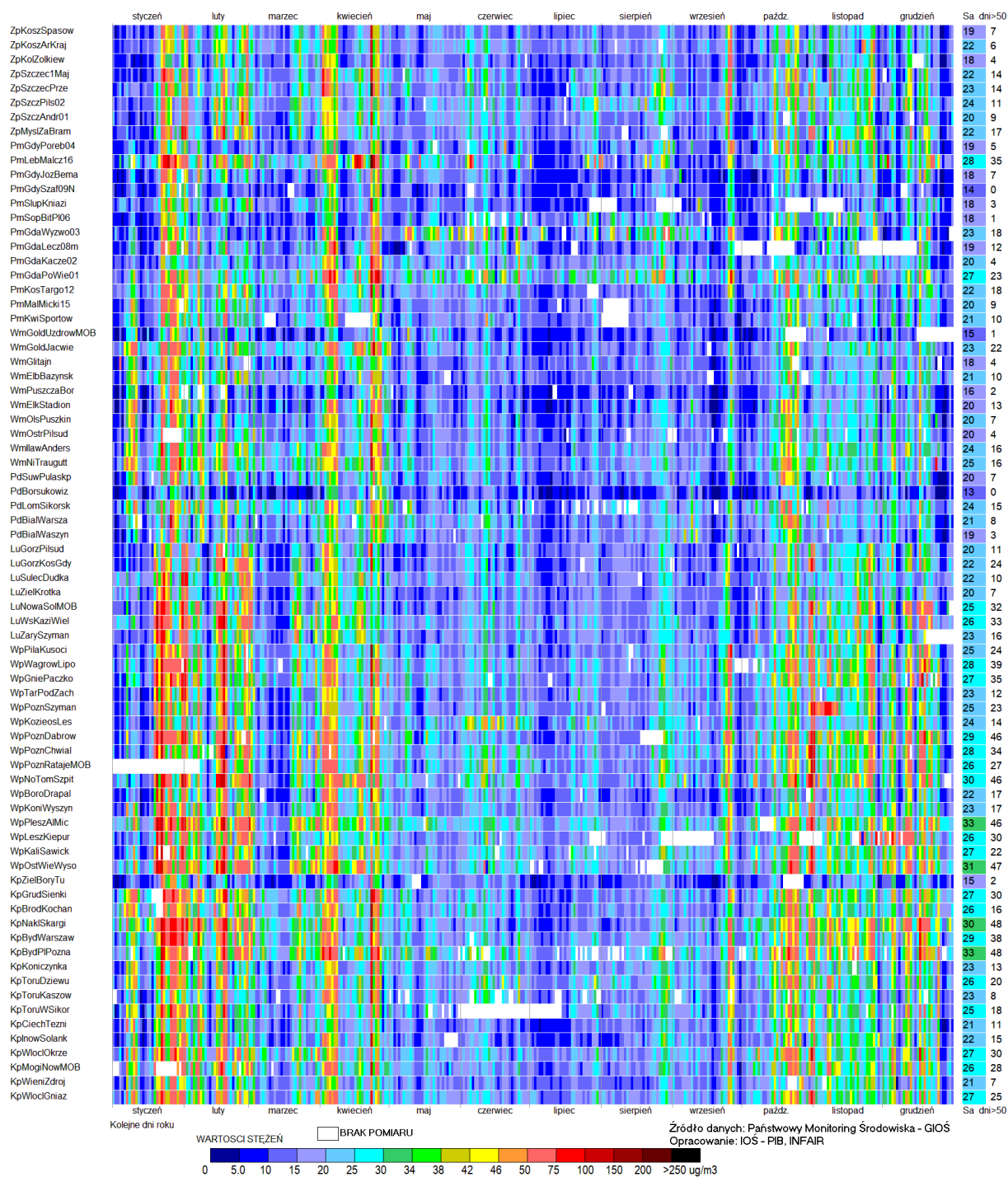
Na poziom stężenia pyłu w danym dniu istotny wpływ mają aktualne warunki meteorologiczne oraz warunki meteorologiczne w dniach poprzednich. Od warunków meteorologicznych zależy:

- emisja pyłu pierwotnego związana z ogrzewaniem budynków (temperatura powietrza, prędkość wiatru, natężenie promieniowania słonecznego, wilgotność);
- emisja zanieczyszczeń gazowych (związana z ogrzewaniem budynków), z których w atmosferze powstaje pył wtórny (temperatura powietrza, prędkość wiatru, natężenie promieniowania słonecznego, wilgotność);
- intensywność rozpraszania zanieczyszczeń w atmosferze (prędkość i kierunek wiatru, stan równowagi atmosfery, wysokość warstwy mieszania);
- pochłanianie przez podłoże, przemiany i wymywanie zanieczyszczeń z atmosfery (opady atmosferyczne, wilgotność, temperatura, natężenie promieniowania słonecznego, stan równowagi atmosfery);
- transport zanieczyszczonych mas powietrza (zanieczyszczenia wtórne i pierwotne) z innych obszarów ze źródłami emisji (kierunek i prędkość wiatru w warstwie mieszania, opady, natężenie promieniowania słonecznego);

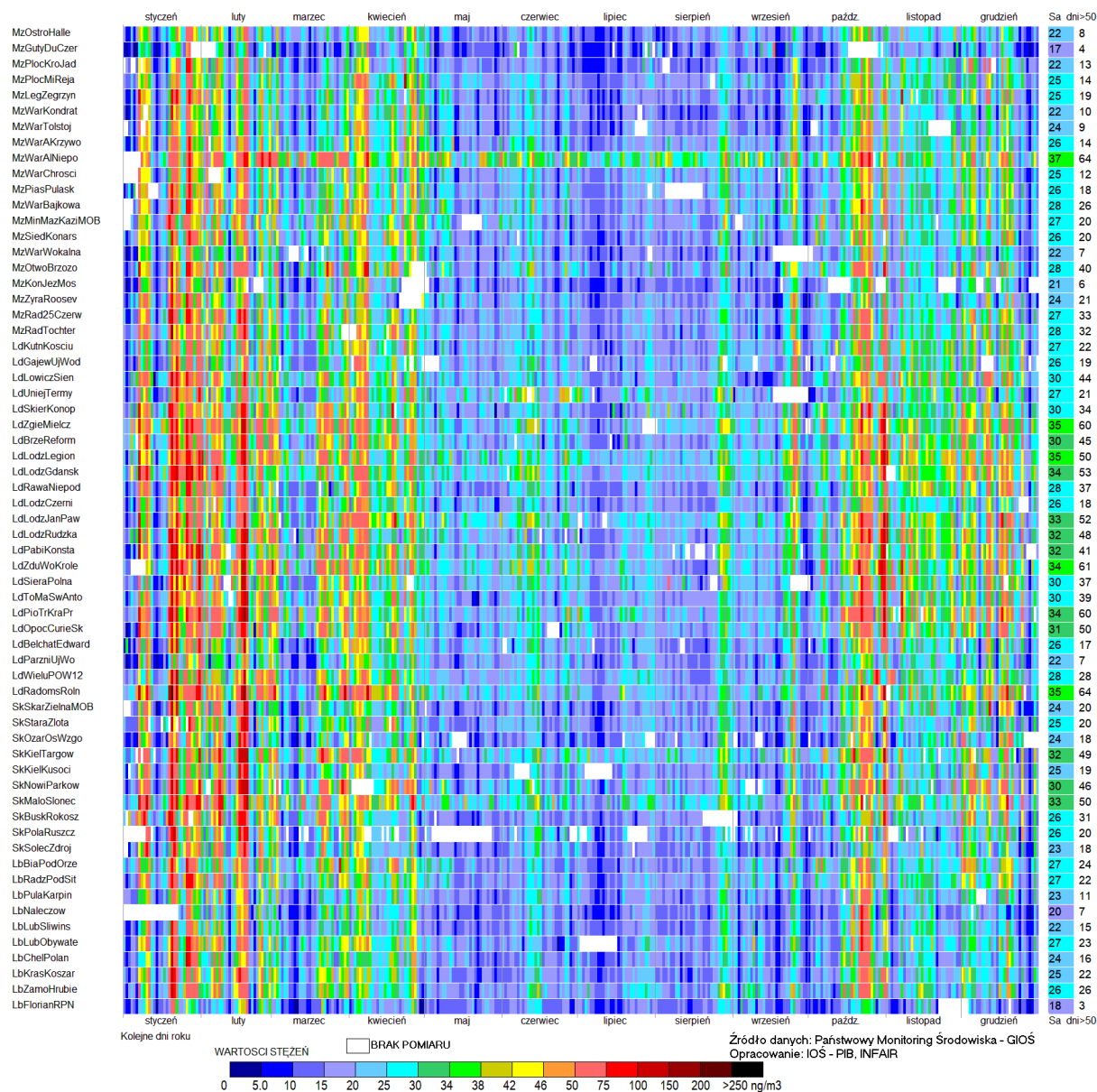
- unos pyłu z zapyłonych bądź nieutwardzonych powierzchni, w tym wtórny unos pyłów osiadłych wcześniej (prędkość wiatru, wilgotność powietrza i podłoża, stan równowagi atmosfery).

W efekcie nakładania się zmian warunków meteorologicznych i wywołanych przez nie zmian w emisji pyłu, na zmiany emisji zanieczyszczeń wynikające z innych przyczyn (np. dobowy i tygodniowy cykl zmienności emisji zanieczyszczeń z komunikacji; dobowy tygodniowy i roczny cykl zmienności emisji zanieczyszczeń z procesów technologicznych; sezonowy i zależny od temperatury powietrza cykl zmienności emisji zanieczyszczeń z ogrzewania budynków, itd.), stężenia pyłu PM₁₀ na każdej stacji zmieniają się w dużym zakresie (Rys. 5-9, Rys. 5-10, Rys. 5-11). Bardzo często charakter zmian stężeń w czasie jest bardzo podobny dla dużych obszarów kraju i wielu stacji. Jest to związane, między innymi, ze skalą przestrzenną zjawisk pogodowych kształtujących poziom zanieczyszczenia powietrza. Na rysunkach: Rys. 5-9, Rys. 5-10, Rys. 5-11 przedstawiono przebieg 24-godz. stężeń pyłu PM₁₀ na poszczególnych stanowiskach uwzględnionych w analizach. Na rysunkach, dla każdego stanowiska każdy wynik pomiaru stężenia dobowego oznaczony jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Różnymi odcieniami koloru czerwonego zaznaczono wartości stężeń przekraczające 50 µg/m³. Miejsce puste, bez kolorowego paska, oznacza, że dla tego dnia nie ma wyniku pomiaru. Po prawej stronie rysunku dla każdego stanowiska podane jest stężenie średnie roczne i liczba dni z przekroczeniami poziomu dopuszczalnego 50 µg/m³. Na rysunkach w pierwszej kolejności prezentowane są wyniki pomiarów stężeń ze stacji położonych na północnym zachodzie kraju (woj. zachodniopomorskie), a w dalszej kolejności ze stacji położonych dalej na wschód i południe, kończąc na stacjach z woj. podkarpackiego.

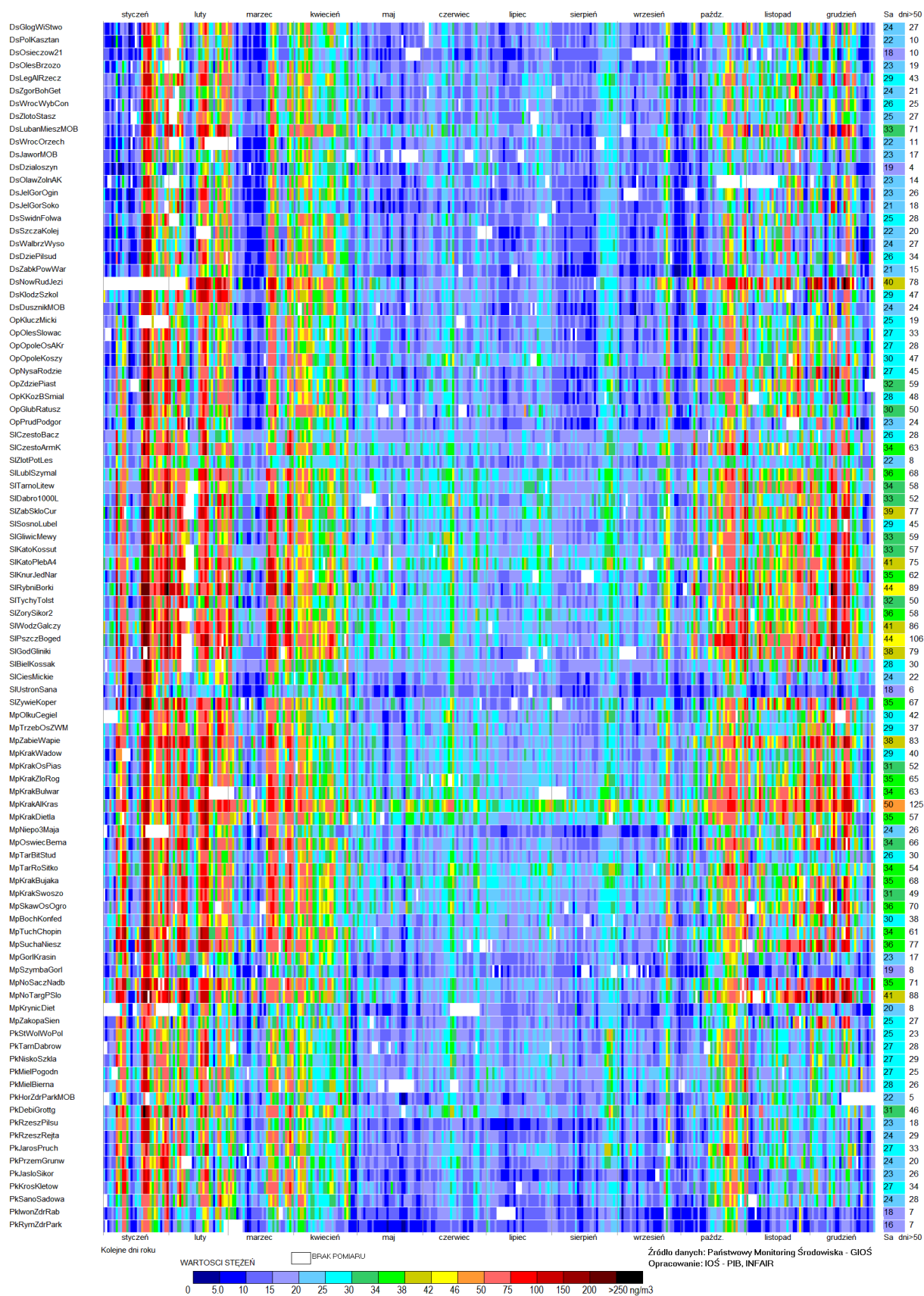
Na Rys. 5-12 przedstawiono przebieg dobowego stężenia pyłu PM₁₀ uśrednionego dla wszystkich stanowisk pomiarowych w Polsce, obrazujący roczną zmienność stężeń pyłu PM₁₀ w skali kraju na tle zmienności temperatury powietrza, czynnika mającego istotny wpływ na stężenia pyłu. Najczęściej podwyższone uśrednione w skali kraju stężenia dobowe PM₁₀ występują w okresie dużych spadków temperatury powietrza i w dniach bezpośrednio po nich następujących.



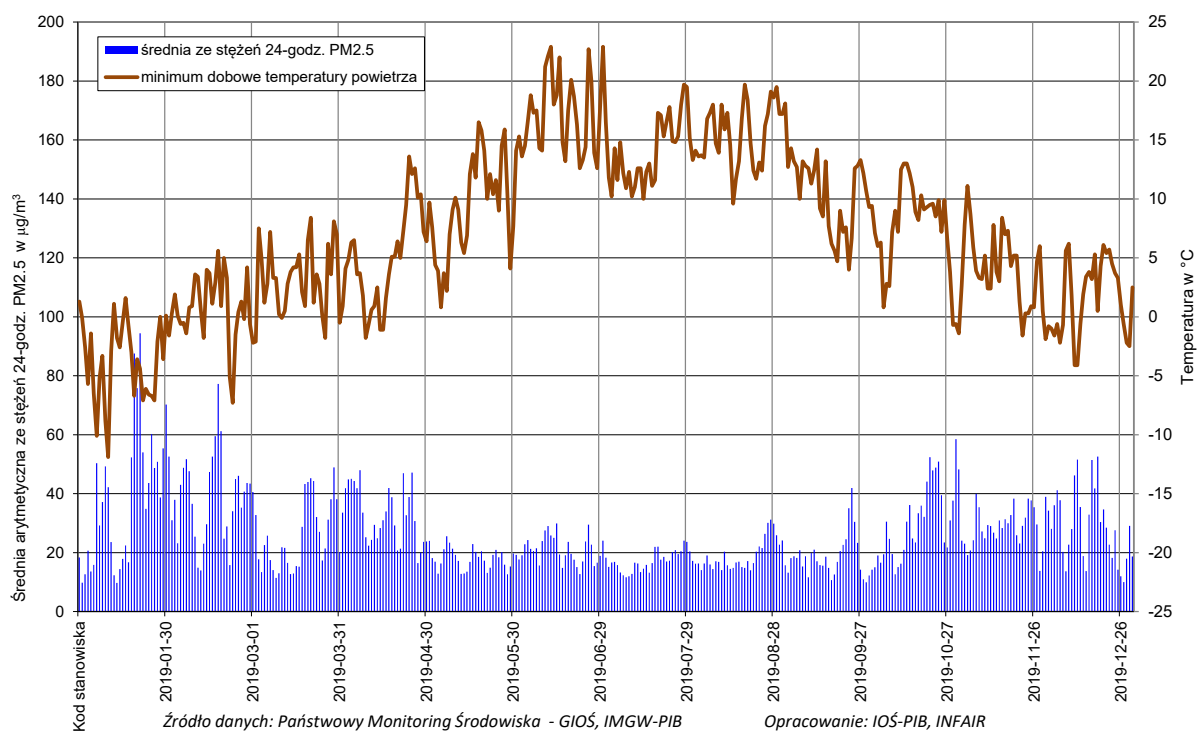
Rys. 5-9. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM10 w 2019 r. na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Mz - mazowieckie)



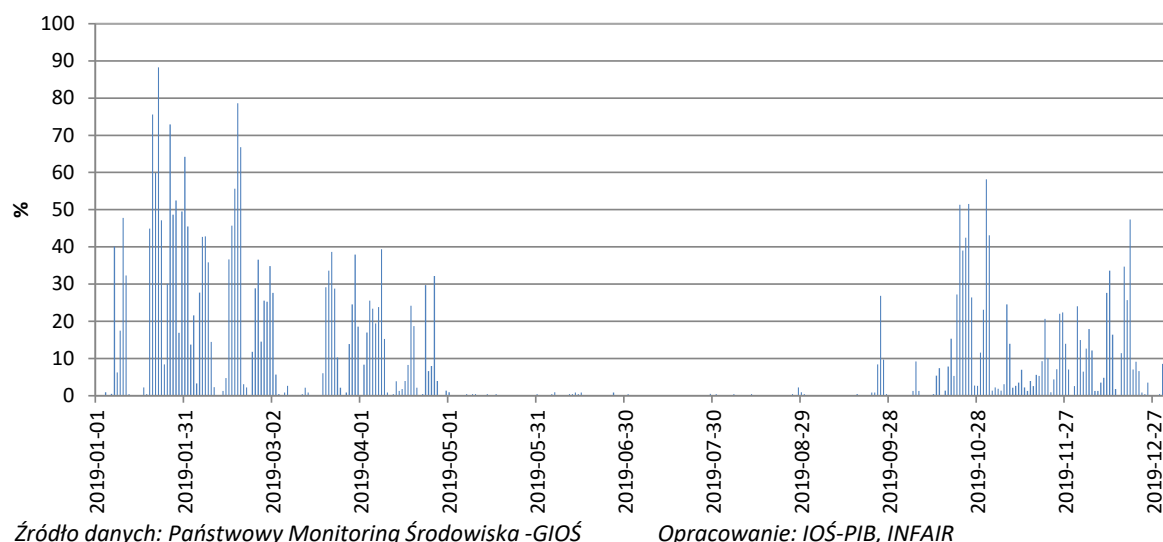
Rys. 5-10. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM10 w 2019 r. na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Mz - mazowieckie)



Rys. 5-11. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM10 w 2019 r. na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Mz - mazowieckie)



Rys. 5-12. Przebieg stężenia dobowego pyłu PM10 uśrednionego dla wszystkich stanowisk w Polsce w 2019 r. oraz minimum dobowe temperatury powietrza w Warszawie



Rys. 5-13. Procent stanowisk pomiarowych stężeń pyłu PM10, na których stężenie 24-godz. w 2019 r. przekraczało wartość 50 µg/m³ (spośród wszystkich stanowisk, na których w danym dniu pomiary były prowadzone)

W sezonie chłodnym 2019 r. wystąpiły wyjątkowo korzystne warunki meteorologiczne sprzyjające ograniczeniu zanieczyszczeniu powietrza pyłem. Temperatura powietrza w ciągu 5 z 6 miesięcy sezonu chłodnego (z wyjątkiem stycznia) w wielu miejscach Polski przekraczała średnią z wielolecia 1981-2010 o więcej niż dwa stopnie C (IMGW-PIB). W takich warunkach zmniejszone było zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynków, co w rezultacie spowodowało zmniejszenie niskiej emisji komunalno-bytowej pyłu (mającej decydujący

wpływ na poziom stężeń PM₁₀, PM_{2,5} i B(a)P na terenach zabudowanych), a także zmniejszenie emisji pyłu i prekursorów pyłu z ciepłowni i elektrociepłowni. W rezultacie stężenia zanieczyszczeń pyłowych były w 2019 r. znacznie niższe niż w latach poprzednich. Pomimo obniżenia się w 2019 r. stopnia zanieczyszczenia powietrza pyłem, w dalszym ciągu na wielu obszarach okresowo występowały podwyższone i wysokie stężenia dobowe pyłu PM₁₀, tak zwane epizody wysokich stężeń. Najczęściej wysokie stężenia dobowe PM₁₀ występowały na terenie województw śląskiego, małopolskiego i dolnośląskiego. Na terenie tych województw w 2019 r. najczęściej notowane były przekroczenia poziomów informowania i poziomów alarmowych.

Tabela 5.3-1. Zestawienie liczby przypadków przekroczeń poziomów 200 µg/m³, 300 µg/m³, 100 µg/m³ i 150 µg/m³ przez stężenia 24-godz. PM₁₀ w 2019 r.

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

	Liczba przypadków przekroczenia wartości progowych przez stężenia 24-godz. PM ₁₀							
Wartość progowa w µg/m ³	200	200	300	300	100	100	150	150
Okres	1.1.2019-10.10.2019	2019 r.	1.1.2019-10.10.2019	2019 r.	11.10.2019-31.12.2019	2019 r.	11.10.2019-31.12.2019	2019 r.
Województwo								
dolnośląskie		1		1	16	79	4	7
kujawsko-pomorskie					1	11		1
lubelskie						4		
lubuskie						4		
łódzkie	1	1			10	53		3
małopolskie	4	7			49	188	8	33
mazowieckie						5		1
opolskie	4	4			5	28		13
podkarpackie	1	1			1	33		2
podlaskie						1		
pomorskie	1	1				7		1
śląskie	18	23			56	232	9	65
świętokrzyskie					1	18		
warmińsko-mazurskie						3		
wielkopolskie					4	31		1
zachodniopomorskie	1	1				5		1
Razem	30	39	0	1	143	702	21	128

W 2019 r. zmienione zostały w drodze rozporządzenia wartości poziomów informowania i alarmowe dla pyłu PM₁₀. Do dnia 10.10.2019 r. obowiązywały poziomy informowania 200 µg/m³ i alarmowy 300 µg/m³, od 11.10.2019 r. odpowiednio 100 µg/m³ i 150 µg/m³.

W okresie 1.01.2019 - 10.10.2019 r. nie wystąpiły stężenia 24-godz. PM₁₀ wyższe od poziomu alarmowego 300 µg/m³ (Tabela 5.3-1). W tym okresie zarejestrowano 30 przypadków przekroczenia poziomu informowania (200 µg/m³). Przekroczenia te wystąpiły na 18 stanowiskach w 7 województwach.

W okresie 11.10.2019 – 31.12.2019 r. wystąpiło 21 przypadków przekroczeń nowego poziomu alarmowego 150 µg/m³. Przekroczenia te wystąpiły na 9 stanowiskach w 3 województwach (śląskie, małopolskie, dolnośląskie).

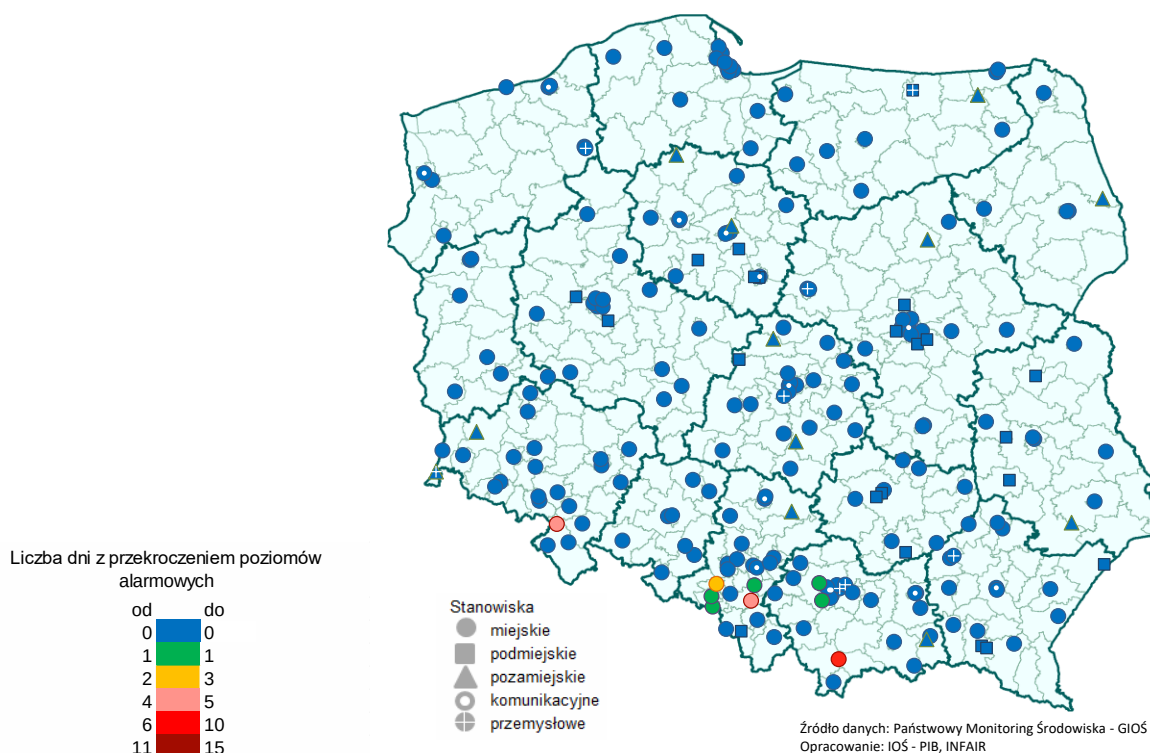
W okresie 11.10.2019 – 31.12.2019 r. wystąpiły 143 przypadki przekroczeń nowego poziomu informowania ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Przekroczenia te wystąpiły na 47 stanowiskach w 9 województwach.

W skali roku poziomy alarmowe ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do 10.10.2019 i $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ od 11.10.2019 r.) przekroczone były na 9 stacjach w 3 województwach. Zanotowano 21 przypadków przekroczeń (Rys. 5-14). Najwięcej przekroczeń poziomu alarmowego - 6 - wystąpiło na stacji w Nowym Targu.

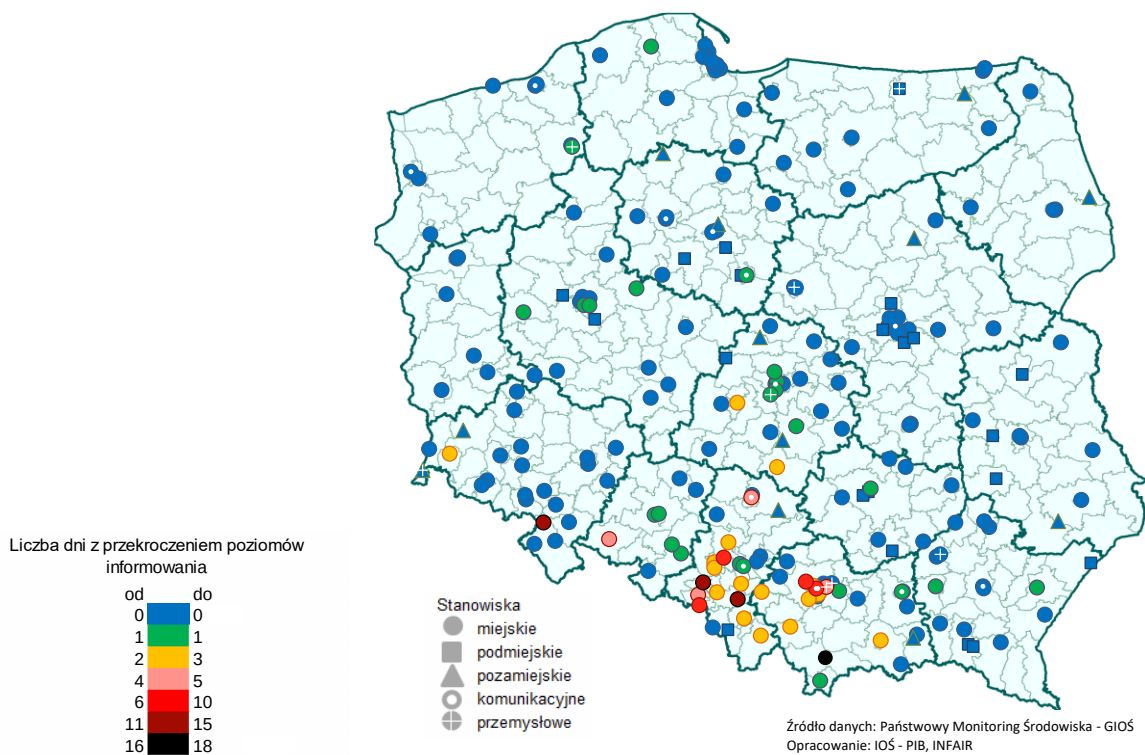
W 2019 r. poziomy informowania ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do 10.10.2019 i $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ od 11.10.2019 r.) przekroczone były na stacjach w 11 województwach. Zanotowano 173 przypadki przekroczeń poziomu informowania (Rys. 5-15). Najwięcej przypadków przekroczeń zanotowano w woj. śląskim i małopolskim, w tym 18 na stacji w Nowym Targu i 15 na stacji w Rybniku.

W całym 2019 r. zarejestrowano 702 przypadki przekroczeń poziomu $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 24-godz. PM10. Przekroczenia te wystąpiły we wszystkich województwach, w sumie na 149 stanowiskach pomiarowych.

W 2019 r. zarejestrowano 128 przypadków przekroczeń poziomu $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 24-godz. PM10. Przekroczenia te wystąpiły w 11 województwach, w sumie na 47 stanowiskach pomiarowych.



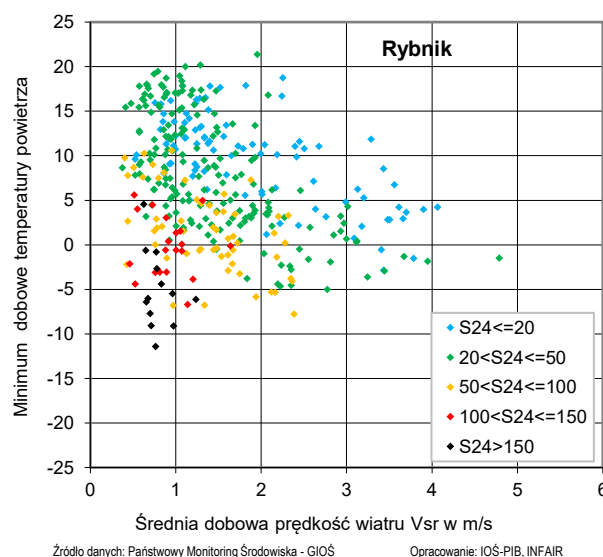
Rys. 5-14. Liczba przypadków przekroczenia poziomów alarmowych PM10 w 2019 r. ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do 10.10.2019 r i $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ od 11.10.2019 r.)



Rys. 5-15. Liczba przypadków przekroczenia poziomów informowania PM10 w 2019 r. ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do 10.10.2019 r i $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ od 11.10.2019 r.)

Na Rys. 5-16 przedstawiono stężenia 24-godz. pyłu PM10 w funkcji średniej dobowej prędkości wiatru i minimum dobowego temperatury powietrza na stacji tła miejskiego w Rybniku. Wysokie stężenia dobowe PM10, przekraczające poziom $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, notowane były najczęściej w warunkach słabego wiatru i przy minimum dobowym temperatury poniżej 0 st. C. Takie warunki meteorologiczne występują zwykle w sezonie chłodnym, gdy Polska znajduje się w zasięgu układów wyżowych.

Dla średniej dobowej prędkości wiatru powyżej 3 m/s stężenia dobowe PM10 na stacji w Rybniku w 2019 r., niezależnie od temperatury powietrza, były niższe od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Rys. 5-16. Stężenia 24-godz. pyłu PM10 w 2019 r. w zależności od średniej dobowej prędkości wiatru i minimum dobowego temperatury powietrza na stacji w Rybniku

Poniżej przedstawione zostały poszczególne epizody wysokich stężeń PM10 w 2019 r. Podstawą wyboru ośmiu epizodów była analiza serii wyników pomiarów 24-godz. stężeń pyłu zawieszonego PM10 zarejestrowanych na 233 stacjach Państwowego Monitoringu Środowiska. W pierwszej kolejności przeanalizowano dane pod kątem znalezienia epizodów ponadregionalnych, w czasie których przekroczenie wartości 95. percentyla (S95) z serii rocznej stężeń 24-godz. PM10 miało miejsce na co najmniej 75% całkowitej liczby stacji, przy jednoczesnym przekroczeniu poziomu $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenie 24-godz. PM10 na co najmniej trzech stacjach. Ponadregionalne epizody wystąpiły w Polsce w dniach: 19.01-23.01.2019 oraz 16.02-19.02.2019 r. W ciągu jednego dnia w czasie każdego z tych epizodów spełnione były podane wyżej kryteria.

W drugiej kolejności wybrano sześć epizodów, w czasie których stężenie S24 przekroczyło poziom $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na co najmniej trzech stacjach w ciągu dwóch lub trzech kolejnych dni.

Omówiono łącznie osiem epizodów (w tym dwa ponadregionalne). Analizy i prezentacje obejmują w sumie 25 dni (w tym 9 dni podczas epizodów ponadregionalnych). Epizody zostały opisane w kolejności chronologicznej, zgodnie z terminem ich wystąpienia.

Epizod 19-23.01.2019 r.

Epizod wysokich stężeń PM10 z dni 19-23.01.2019 miał charakter ponadregionalny. W dniu 22.01.2019 r. na 95% stacji w Polsce stężenia 24-godz. przewyższały poziom percentyla S95 z rocznych serii pomiarowych (Tab. 5.3-2, Rys. 5-18).

Początkowo, tj. w dniu 19.01.2019 r., wysokie stężenia pyłu (wyższe od $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) występowały głównie w miastach w woj. śląskim i małopolskim (Rys. 5-17). W następnym dniu obszar wysokich stężeń objął miasta całego kraju z wyłączeniem województw północnych.

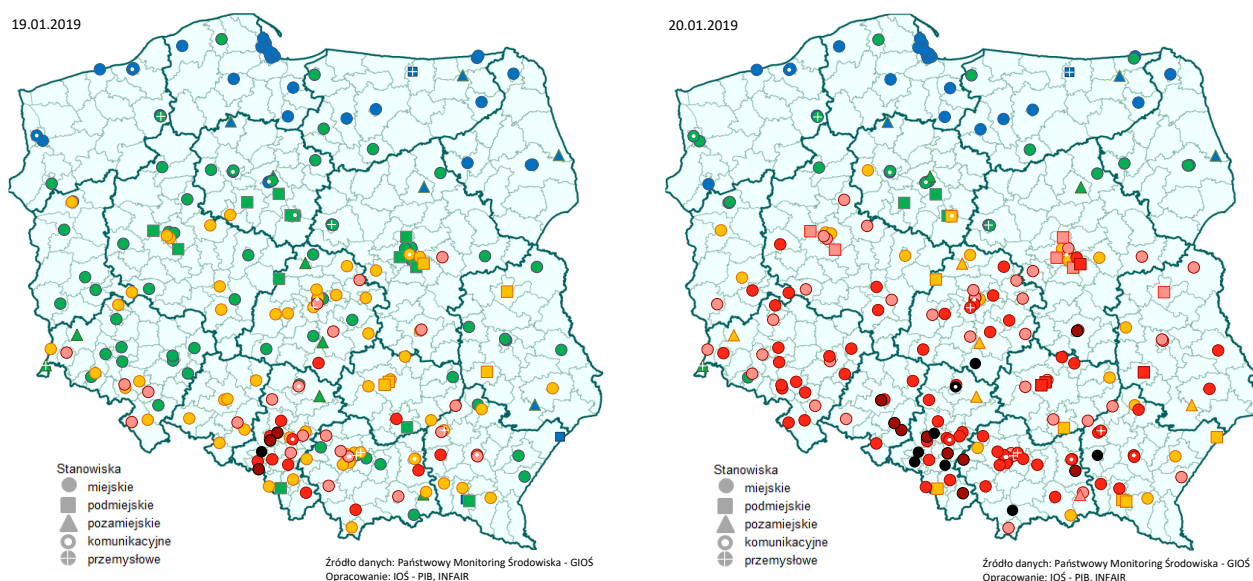
W kolejnym dniu w dalszym ciągu utrzymywały się wysokie stężenia na południu kraju, w centrum stężenia obniżyły się.

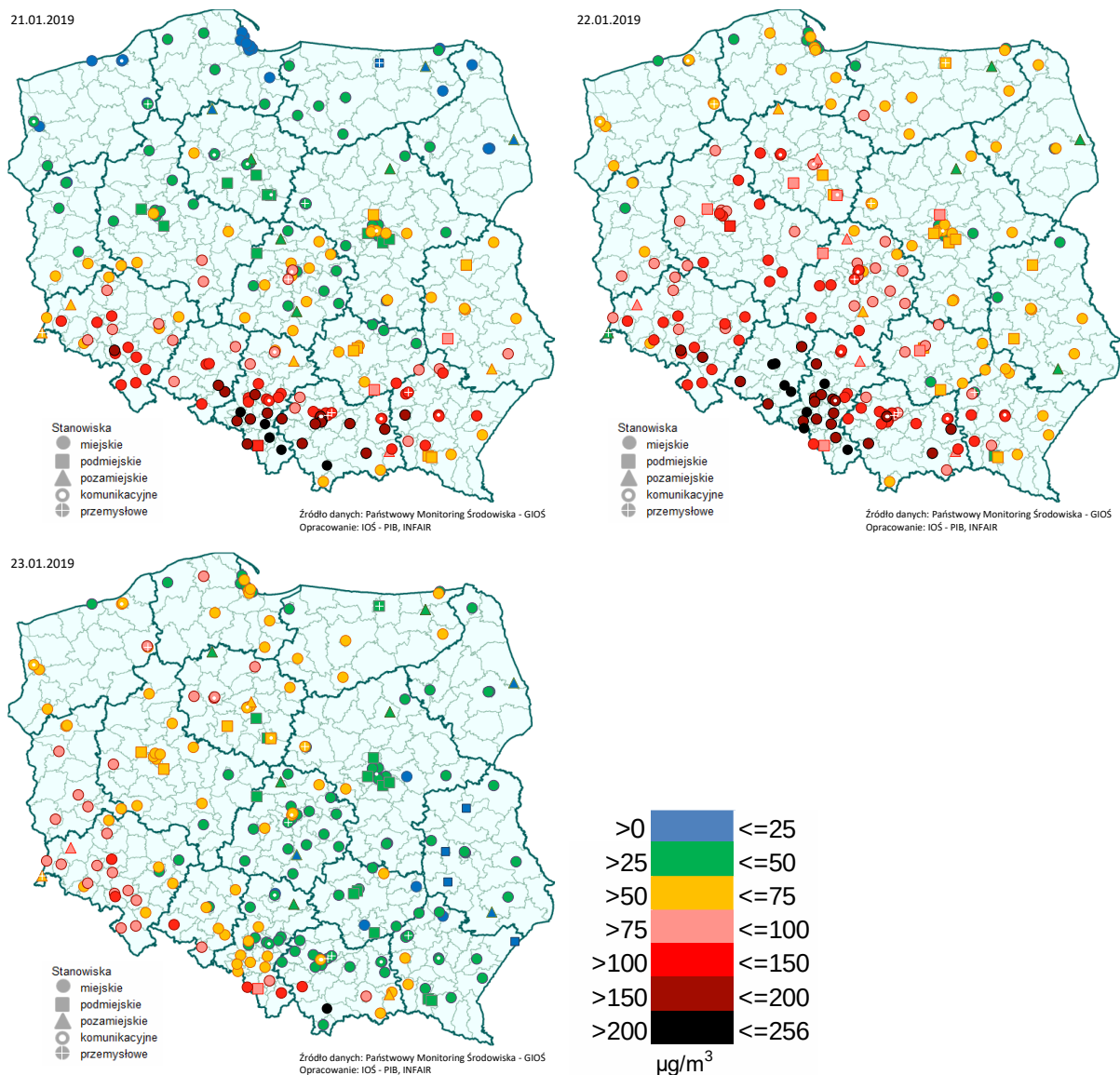
W kulminacyjnym dniu epizodu, tj. 22.01.2019 r. na 88% stacji w Polsce stężenie S24 było wyższe od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, na 59% wyższe od $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tzw. poziom epizodu). Średnia ze stężeń dobowych PM10 w kraju wynosiła $94 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i była najwyższa w całym 2019 r. Podwyższone stężenia PM10 (powyżej $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) występowały w miastach całego kraju oraz na stacjach pozamiejskich w centralnej i południowej Polsce. Najwyższe 24-godz. stężenia PM10, przekraczające poziom $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły w woj. śląskim i opolskim,

W tym dniu Polska znajdowała się w zasięgu wyżu z centrum nad Ukrainą. W wielu miejscach na południu kraju temperatura powietrza spadła poniżej -15 st. C . Uśredniona w skali kraju minimalna temperatura powietrza na stacjach IMGW-PIB wynosiła -11 st. C .

W następnym dniu nastąpił spadek stężeń, szczególnie we wschodniej połowie kraju. Stężenia przewyższające $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ notowano w dalszym ciągu na niektórych stacjach w miastach w pasie województw od dolnośląskiego do małopolskiego.

Podczas trwania epizodu zanotowano 23 przypadki przekroczenia poziomu informowania ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$), głównie w woj. śląskim i małopolskim. Przekroczeń poziomu alarmowego PM10 ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$) w czasie tego epizodu nie zaobserwowano.



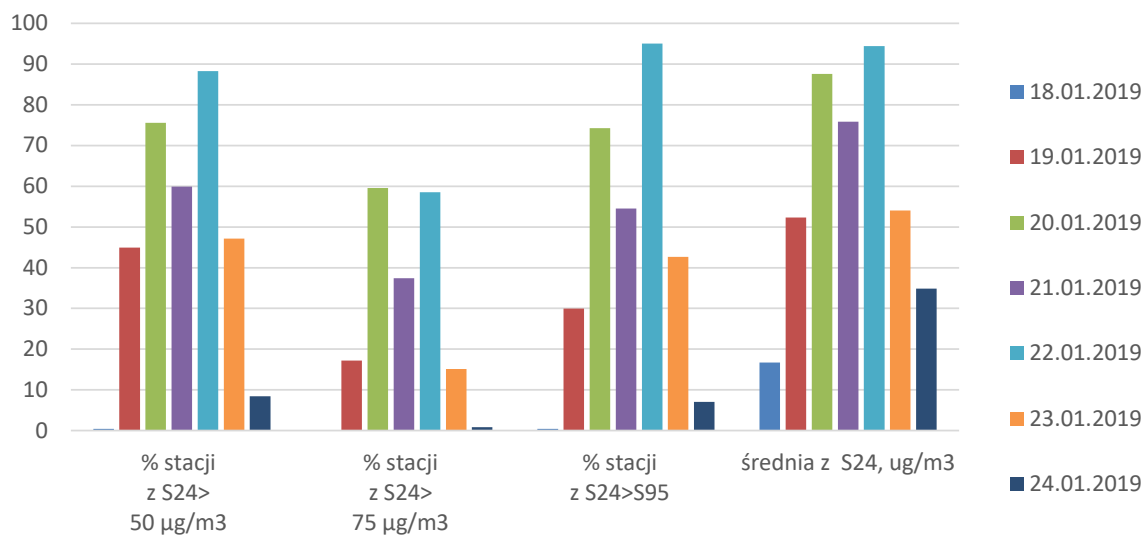


Rys. 5-17. Stężenia 24-godz. PM10 w dniach 19-23.01.2019 r.

Tabela 5.3-2. Zestawienie informacji o stężeniach PM10 w dniach 19-23.01.2019 r.

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

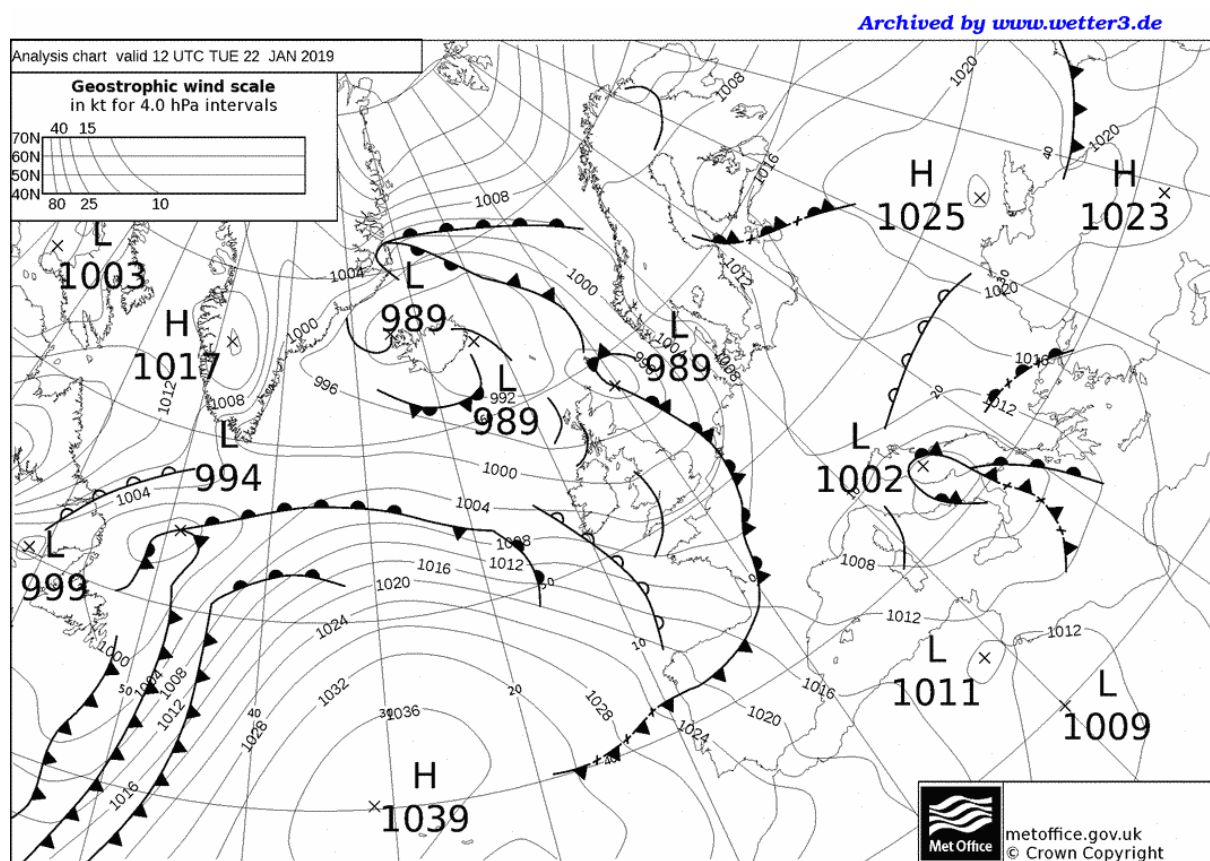
Data	Procent stacji z:			Średnia z S24 µg/m³	S24max µg/m³	Liczba stacji z:			
	S24>50 µg/m³	S24>75 µg/m³	S24>S95			S24>100 µg/m³	S24>150 µg/m³	S24>200 µg/m³	S24>300 µg/m³
	%	%	%	µg/m³	µg/m³	-	-	-	-
19.01.2019	45	17	30	52	228	16	4	1	0
20.01.2019	76	60	74	88	256	89	17	8	0
21.01.2019	60	37	55	76	249	60	23	5	0
22.01.2019	88	59	95	94	254	81	28	8	0
23.01.2019	47	15	43	54	225	7	1	1	0



Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - GIOŚ

Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Rys. 5-18. Stężenia PM10 w dniach 18-24.01.2019 r.



Rys. 5-19. Mapa synoptyczna na dzień 22.01.2019 r.

Źródło: metoffice.gov.uk ze strony http://www1.wetter3.de/archiv_ukmet_dt.html

Epizod 30.01-1.02.2019 r.

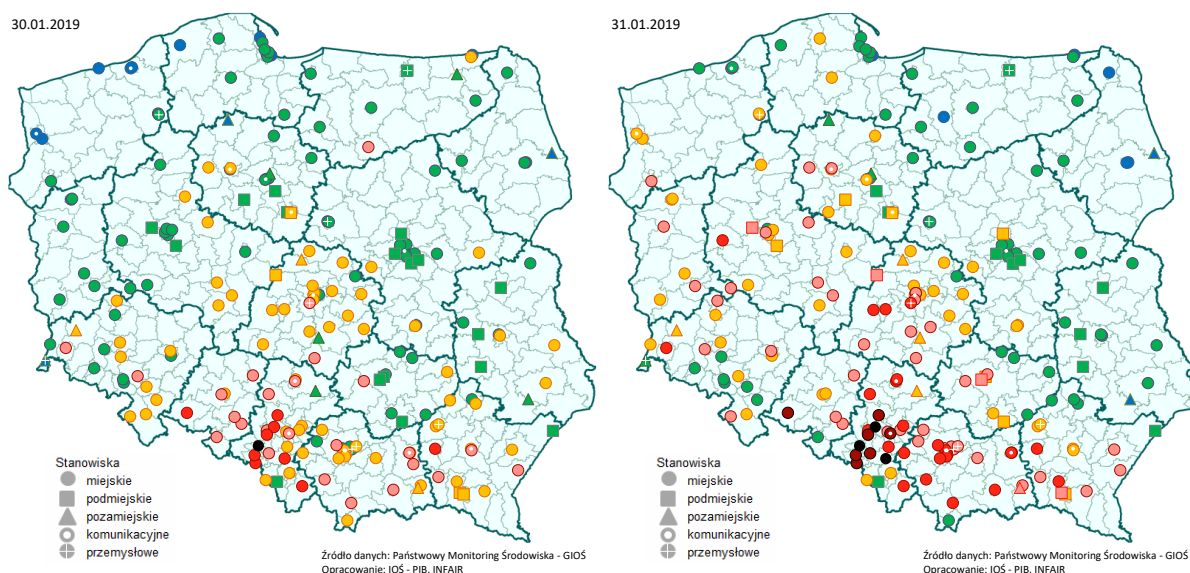
Epizod wysokich stężeń PM₁₀ z dni 30.01-1.02.2019 r. objął swym zasięgiem głównie południową, centralną i zachodnią część kraju (Rys. 5-20).

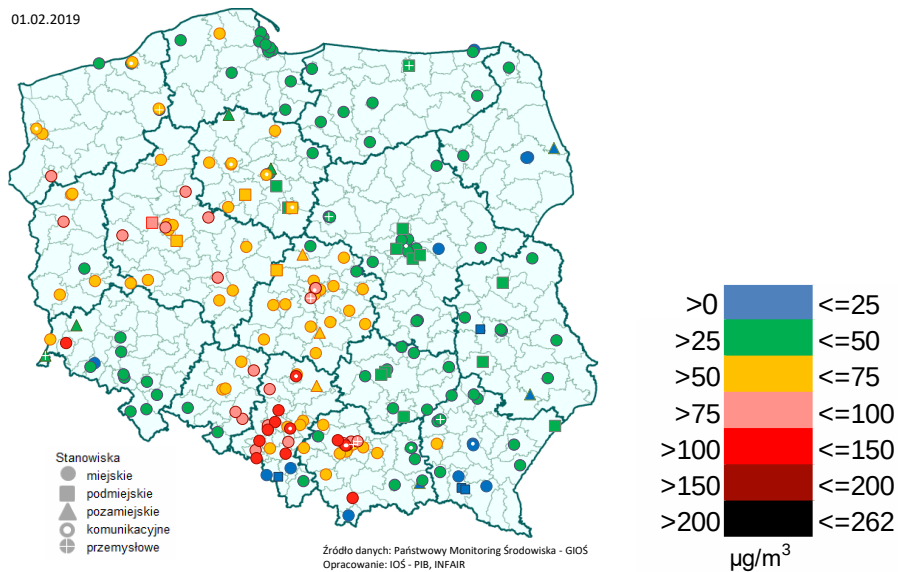
Początkowo, tj. w dniu 30.01.2019 r., wysokie stężenia pyłu (wyższe od 100 µg/m³) występowały głównie w miastach w woj. śląskim (Rys. 5-20, Tab. 5.3-3). Uśrednione stężenie 24-godz. PM₁₀ dla wszystkich stacji tła miejskiego i podmiejskiego w woj. śląskim przekraczało 95 µg/m³. W następnym, kulminacyjnym dniu epizodu obszar wysokich stężeń objął dodatkowo miasta województw południowych oraz kilka miast w woj. łódzkim i wielkopolskim, przy czym najwyższe stężenia PM₁₀ notowane były ponownie w woj. śląskim (uśrednione stężenie PM₁₀ 139 µg/m³) oraz małopolskim (uśrednione stężenie 102 µg/m³). W tym dniu na 64% stacji w Polsce stężenie S₂₄ było wyższe od 50 µg/m³, na 37% wyższe od 75 µg/m³ (tzw. poziom epizodu). Średnia ze stężeń dobowych PM₁₀ w kraju wynosiła 70 µg/m³. Podwyższone stężenia PM₁₀ (powyżej 50 µg/m³) występowały w miastach całego kraju z wyłączeniem północno-wschodniej części kraju.

Południowa część kraju znajdowała wówczas się w zasięgu słabego wyżu nad Słowacją, obszarze o niewielkim gradiencie ciśnienia atmosferycznego. W niektórych miejscach na południu kraju temperatura powietrza spadła poniżej -8 st. C. Uśredniona w skali kraju minimalna temperatura powietrza na stacjach IMGW-PIB wynosiła -4 st. C.

W następnym dniu nastąpił spadek stężeń. Stężenia przewyższające 100 µg/m³ notowano w dalszym ciągu na niektórych stacjach w miastach w woj. śląskim i małopolskim.

Podczas trwania epizodu zanotowano 4 przypadki przekroczenia poziomu informowania (200 µg/m³), wszystkie w woj. śląskim. Przekroczeń poziomu alarmowego PM₁₀ (300 µg/m³) w czasie tego epizodu nie zaobserwowano.



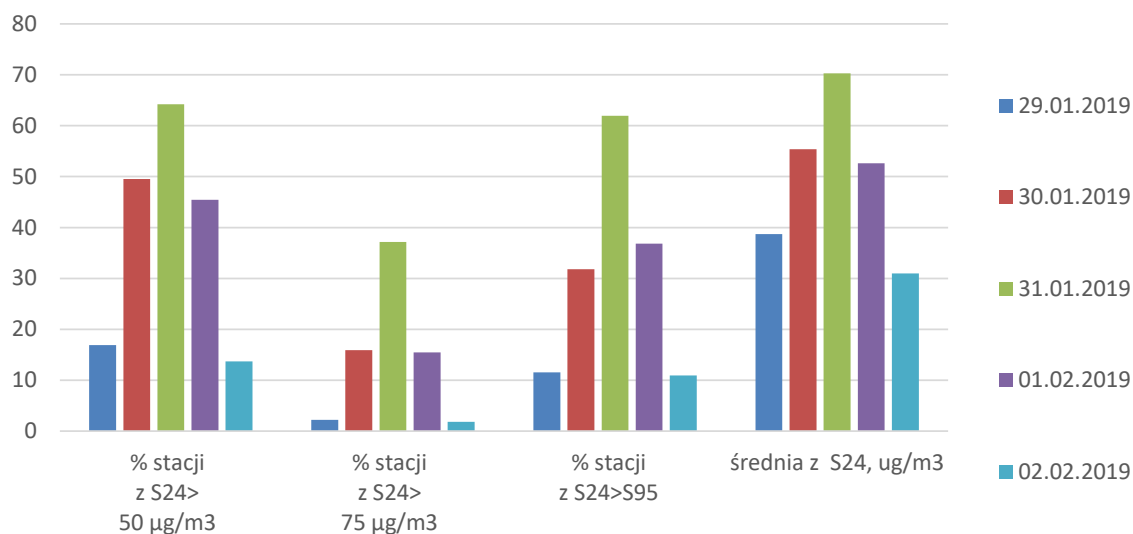


Rys. 5-20. Stężenia 24-godz. PM10 w dniach 31.01-1.02.2019 r.

Tabela 5.3-3. Zestawienie informacji o stężeniach PM10 w dniach 30.01-1.02.2019 r.

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

Data	Procent stacji z:			Średnia z S24 µg/m ³	S24max µg/m ³	Liczba stacji z:			
	S24>50 µg/m ³	S24>75 µg/m ³	S24>S95			S24>100 µg/m ³	S24>150 µg/m ³	S24>200 µg/m ³	S24>300 µg/m ³
	%	%	%			-	-	-	-
30.01.2019	50	16	32	55	230	10	1	1	0
31.01.2019	64	37	62	70	262	35	10	3	0
01.02.2019	45	15	37	53	142	12	0	0	0



Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - GIOŚ

Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

Rys. 5-21. Stężenia PM10 w dniach 29.01-2.02.2019 r.

Źródło: metoffice.gov.uk ze strony http://www1.wetter3.de/archiv_ukmet_dt.html

Epizod 16-19.02.2019 r.

Epizod wysokich stężeń PM₁₀ z dni 16-19.02.2019 r. był epizodem ponadregionalnym. W kulminacyjnym dniu (18.02.2019 r.) objął swym zasięgiem prawie cały obszar Polski – z wyłączeniem pasa województw północnych (Rys. 5-20).

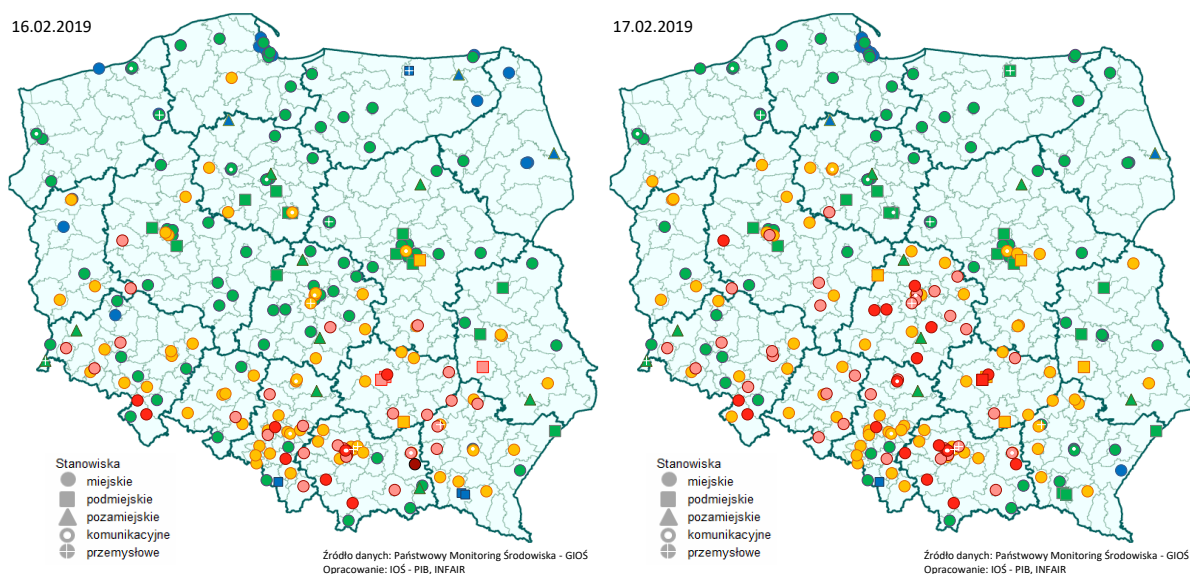
Początkowo, tj. w dniu 16.02.2019 r., wysokie stężenia pyłu (wyższe od 100 µg/m³) występowały głównie w miastach w woj. śląskim i małopolskim (Rys. 5-23, Tab. 5.3-4). W dniu następnym przekroczenia poziomu 100 µg/m³ wystąpiły dodatkowo w kilku miastach w woj. świętokrzyskim i łódzkim.

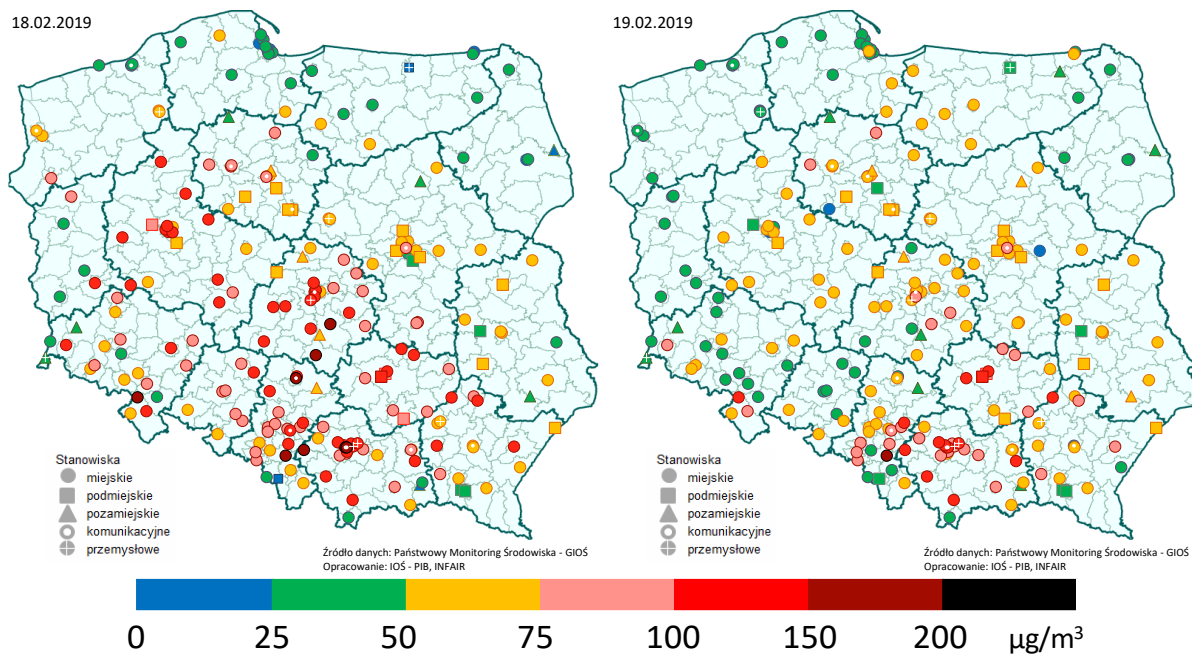
Dnia 18.02.2019 r., tj. w kulminacyjnym dniu epizodu obszar wysokich stężeń objął dodatkowo miasta województw wielkopolskiego, dolnośląskiego i podkarpackiego. W tym dniu na 79% stacji w Polsce stężenie S₂₄ było wyższe od 50 µg/m³, na 47% wyższe od 75 µg/m³ (tzw. poziom epizodu), na 76% wyższe od percentyla S₉₅. Średnia ze stężeń dobowych PM₁₀ w kraju wynosiła 77 µg/m³, a w woj. łódzkim, wielkopolskim i świętokrzyskim uśrednione stężenia PM₁₀ na stacjach tła miejskiego i podmiejskiego przekraczały 100 µg/m³. Stężenia S₂₄ na 8 stacjach w kraju przekroczyły poziom 150 µg/m³. Podwyższone stężenia PM₁₀ (powyżej 50 µg/m³) występowały w miastach całego kraju z wyłączeniem północno-wschodniej części Polski.

Polska znajdowała wówczas się w zasięgu wyżu z centrum nad Ukrainą, obszarze o niewielkim gradiencie ciśnienia atmosferycznego. W niektórych miejscach na południu kraju temperatura powietrza spadła poniżej -8 st. C. Uśredniona w skali kraju minimalna temperatura powietrza na stacjach IMGW-PIB wynosiła -1 st. C.

W następnym dniu nastąpił spadek stężeń. Stężenia przewyższające 100 µg/m³ notowano w dalszym ciągu na niektórych stacjach, głównie w miastach w woj. śląskim, małopolskim i świętokrzyskim.

Podczas trwania epizodu nie zanotowano przypadków przekroczenia poziomu informowania (200 µg/m³), ani przekroczeń poziomu alarmowego PM₁₀ (300 µg/m³).



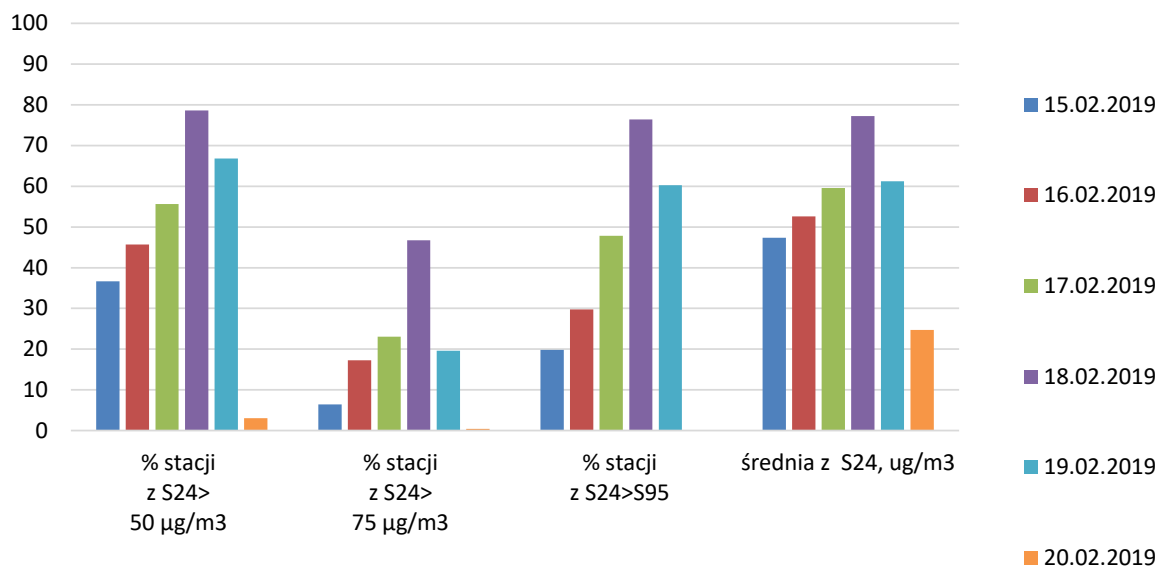


Rys. 5-23. Stężenia PM10 w dniach 16-19.02.2019 r.

Tabela 5.3-4. Zestawienie informacji o stężeniach PM10 w dniach 16.02-19.02.2019 r.

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

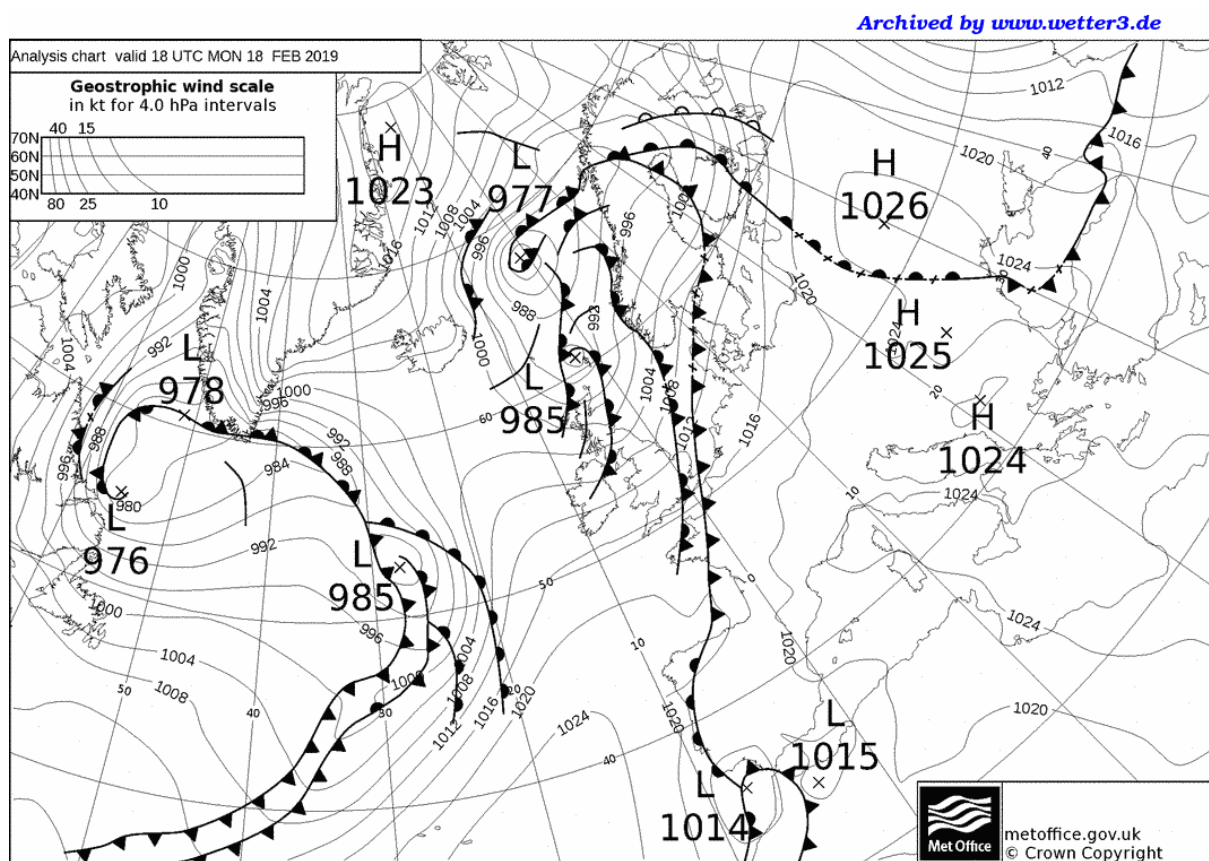
Data	Procent stacji z:			Średnia z S24	S24max	Liczba stacji z:			
	S24> 50 µg/m ³	S24> 75 µg/m ³	S24>S95			S24>100 µg/m ³	S24>150 µg/m ³	S24>200 µg/m ³	S24>300 µg/m ³
	%	%	%	µg/m ³	µg/m ³	-	-	-	-
16.02.2019	46	17	30	53	158	9	1	0	0
17.02.2019	56	23	48	60	149	19	0	0	0
18.02.2019	79	47	76	77	197	56	8	0	0
19.02.2019	67	20	60	61	181	16	1	0	0



Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - GIOŚ

Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Rys. 5-24. Stężenia PM10 w dniach 15-20.02.2019 r.



Rys. 5-25. Mapa synoptyczna na dzień 18.02.2019 r.

Źródło: metoffice.gov.uk ze strony http://www1.wetter3.de/archiv_ukmet_dt.html

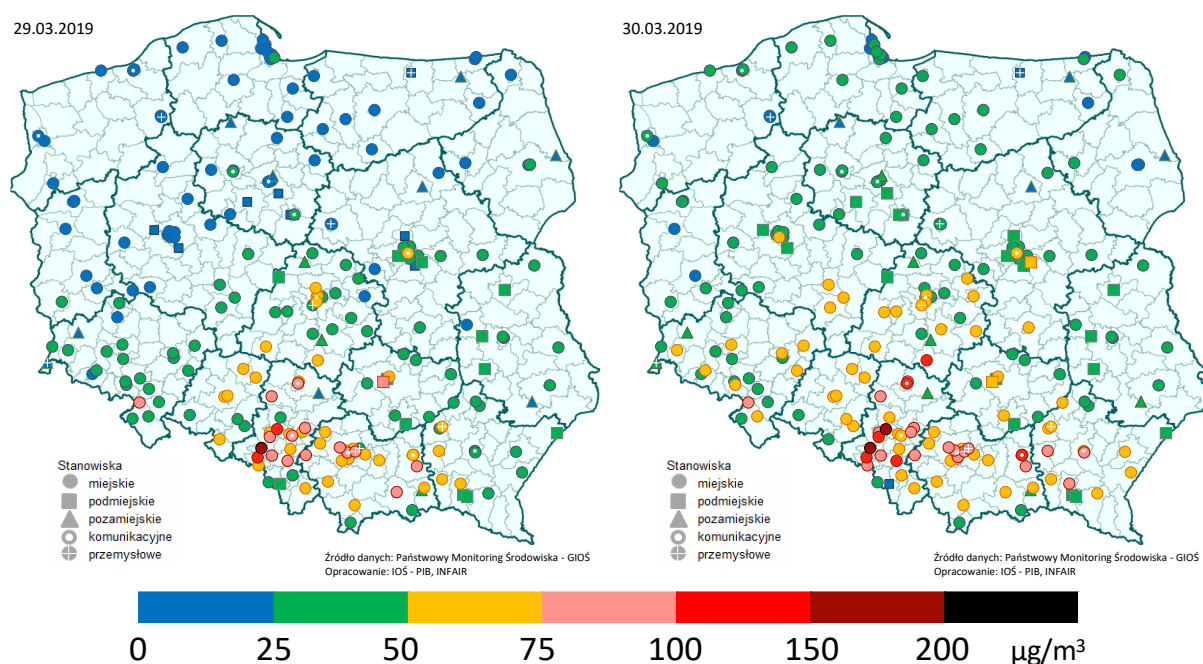
Epizod 29-30.03.2019 r.

Epizod wysokich stężeń PM₁₀ z dni 29-30.03.2019 r. objął swym zasięgiem głównie woj. śląskie i małopolskie (Rys. 5-26).

W dniu 29.03.2019 r., wysokie stężenia pyłu (wyższe od 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) występowały w miastach w woj. śląskim (Rys. 5-26, Tab. 5.3-5). W następnym, kulminacyjnym i zarazem ostatnim dniu epizodu obszar podwyższonych stężeń objął dodatkowo miasta woj. małopolskiego i podkarpackiego oraz pojedyncze miasta w woj. łódzkim i dolnośląskim, przy czym najwyższe stężenia PM₁₀ notowane były ponownie w woj. śląskim. W tym dniu na 38% stacji w Polsce stężenie S24 było wyższe od 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, na 12% wyższe od 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (tzw. poziom epizodu). Średnia ze stężeń dobowych PM₁₀ w kraju wynosiła 49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a w woj. śląskim uśrednione stężenie PM₁₀ na stacjach tła miejskiego i podmiejskiego wynosiło 88 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (w woj. małopolskim 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Podwyższone stężenia PM₁₀ (powyżej 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) występowały głównie w miastach południowej Polski.

Polska znajdowała wówczas się w zasięgu wyżu rozciągającego się nad znacznym obszarem Europy (Rys. 5-28), w strefie o niewielkim gradiencie ciśnienia atmosferycznego. W dzień temperatura powietrza przekraczała 15 st. C, w nocy w wielu miejsca spadała poniżej zera. Dobowa amplituda temperatury powietrza dochodziła do 25 stopni C. W takich warunkach mogły tworzyć się przyziemne inwersje temperatury sprzyjające kumulacji zanieczyszczeń w dolnej warstwie atmosfery.

Podczas trwania epizodu nie wystąpiły przekroczenia poziomu informowania (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ani poziomu alarmowego PM₁₀ (300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Zanotowano 11 przypadków przekroczeń poziomu 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i 3 przypadki przekroczeń poziomu 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

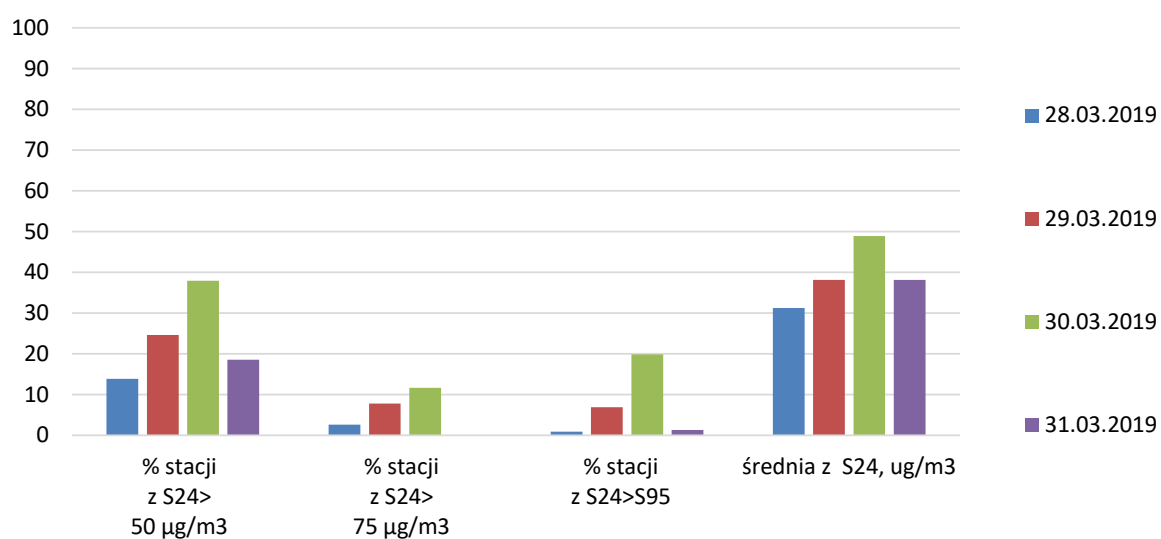


Rys. 5-26. Stężenia 24-godz. PM₁₀ w dniach 29-30.03.2019 r.

Tabela 5.3-5. Zestawienie informacji o stężeniach PM10 w dniach 29-30.03.2019 r.

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

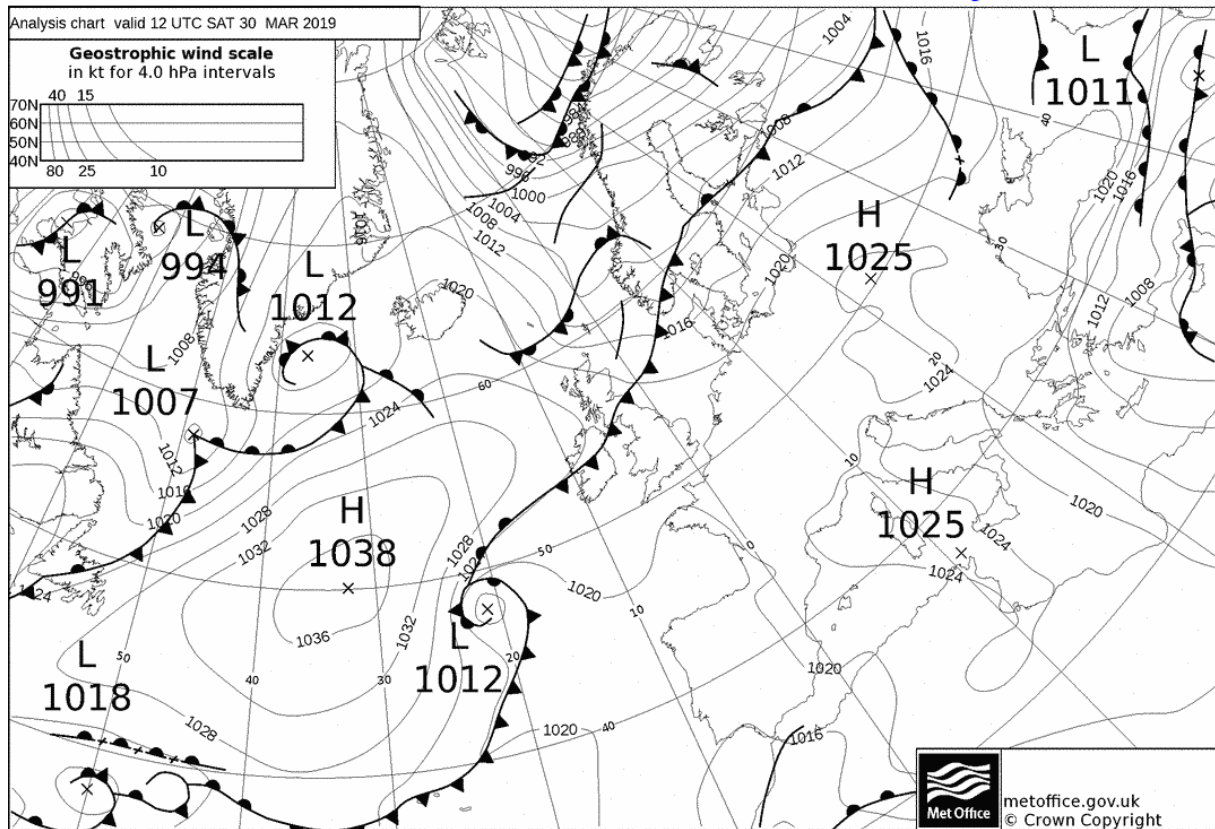
Data	Procent stacji z:			Średnia z S24	S24max	Liczba stacji z:			
	S24>50 µg/m ³	S24>75 µg/m ³	S24>S95			S24>100 µg/m ³	S24>150 µg/m ³	S24>200 µg/m ³	S24>300 µg/m ³
	%	%	%	µg/m ³	µg/m ³	-	-	-	-
29.03.2019	25	8	7	38	188	3	1	0	0
30.03.2019	38	12	20	49	176	8	2	0	0



Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - GIOŚ

Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Rys. 5-27. Stężenia PM10 w dniach 28-31.03.2019 r.



Rys. 5-28. Mapa synoptyczna na dzień 30.03.2019 r.

Źródło: metoffice.gov.uk ze strony http://www1.wetter3.de/archiv_ukmet_dt.html

Epizod 23-24.04.2019 r.

W dniach 23-24.04.2019 miał miejsce nietypowy dla Polski epizod wysokich stężeń PM10. W typowym dla kraju epizodzie, wysokie stężenia pyłu notowane są w sezonie chłodnym, w sytuacjach wyżowych ze słabym wiatrem, spadkami temperatury powietrza poniżej zera i inwersją termiczną, a głównym źródłem emisji pyłu jest wówczas tzw. niska emisja komunalno-bytowa związana z ogrzewaniem budynków. Najczęściej tego typu epizody obejmują obszar południa Polski. Epizod z dni 29-30.03.2019 r. objął swym zasięgiem północną i północno-zachodnią część kraju, a głównym źródłem emisji pyłu była erozja wiatrowa gleby z pól.

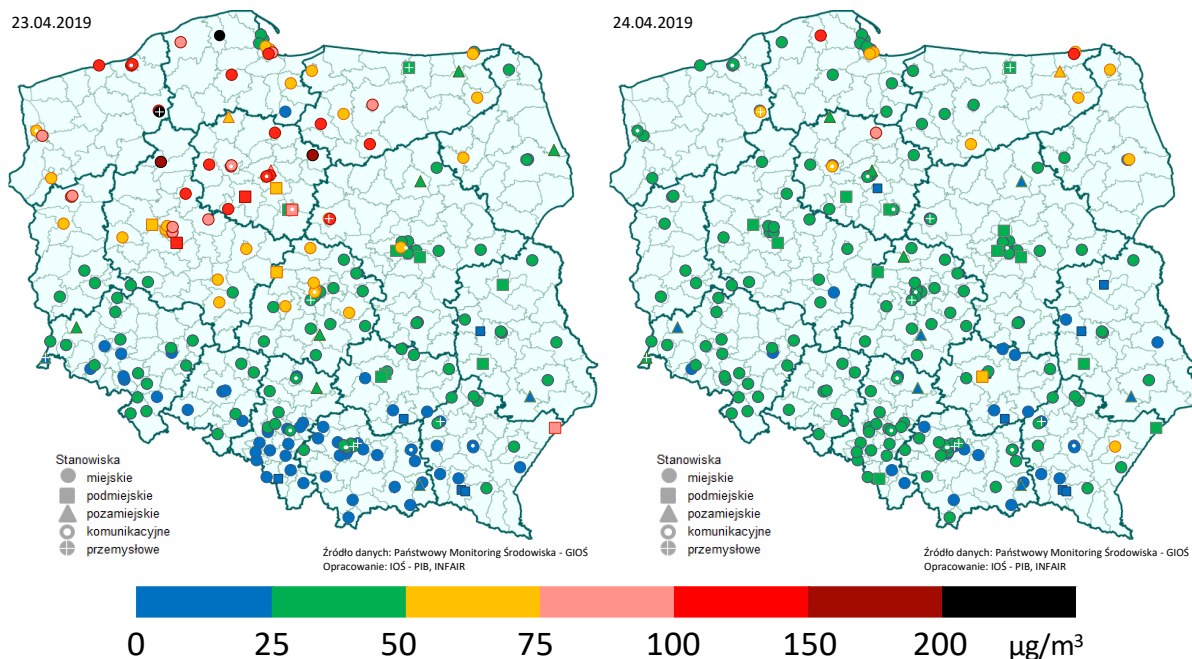
W dniu 23.04.2019 r. wysokie stężenia pyłu (wyższe od $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) występowały w woj. kujawsko-pomorskim, pomorskim, zachodnio-pomorskim, wielkopolskim i warmińsko-mazurskim (Rys. 5-29, Rys. 5-30). W tym dniu Polska znajdowała się pomiędzy układem wysokie ciśnienia na wschodzie Europy i niskiego ciśnienia na zachodzie (Rys. 5-31). W rezultacie utrzymywał się duży gradient ciśnienia atmosferycznego powodujący występowanie silnego wiatru z kierunku południowo-wschodniego. W kwietniu 2019 r. w północnej połowie Polski miał miejsce znaczący deficyt opadów atmosferycznych – opady nie przekraczały 20% średniej dla tego miesiąca (Rys. 5-32). Silny wiatr w zetknięciu z przesuszoną powierzchnią pól powodował porywanie znacznej ilości cząsteczek pyłu do powietrza i przemieszczanie ich na znaczne odległości w kierunku północno-wschodnim (Rys. 5-33).

Na wielu stacjach w woj. zachodniopomorskim, pomorskim, kujawsko-pomorskim i wielkopolskim stężenia 1-godz. PM10 przekraczały $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$, na niektórych stacjach przekraczały $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Piła, Koszalin), a nawet $900 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Szczecinek),

W tym dniu na 30% stacji w Polsce stężenie S24 było wyższe od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, na 15% wyższe od $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tzw. poziom epizodu). Średnia ze stężeń dobowych PM10 w kraju wynosiła $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tab. 5.3-6), a w woj. zachodniopomorskim uśrednione stężenie PM10 wynosiło $118 \mu\text{g}/\text{m}^3$, w woj. kujawsko-pomorskim $97 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

W drugim dniu epizodu podwyższone stężenia PM10 wystąpiły na kilku stacjach w woj. pomorskim i warmińsko-mazurskim.

Podczas trwania epizodu wystąpiły dwa przypadki przekroczenia poziomu informowania ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Poziomu alarmowy PM10 ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nie był przekroczony. Zanotowano 21 przypadków przekroczeń poziomu $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i 4 przypadki przekroczeń poziomu $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

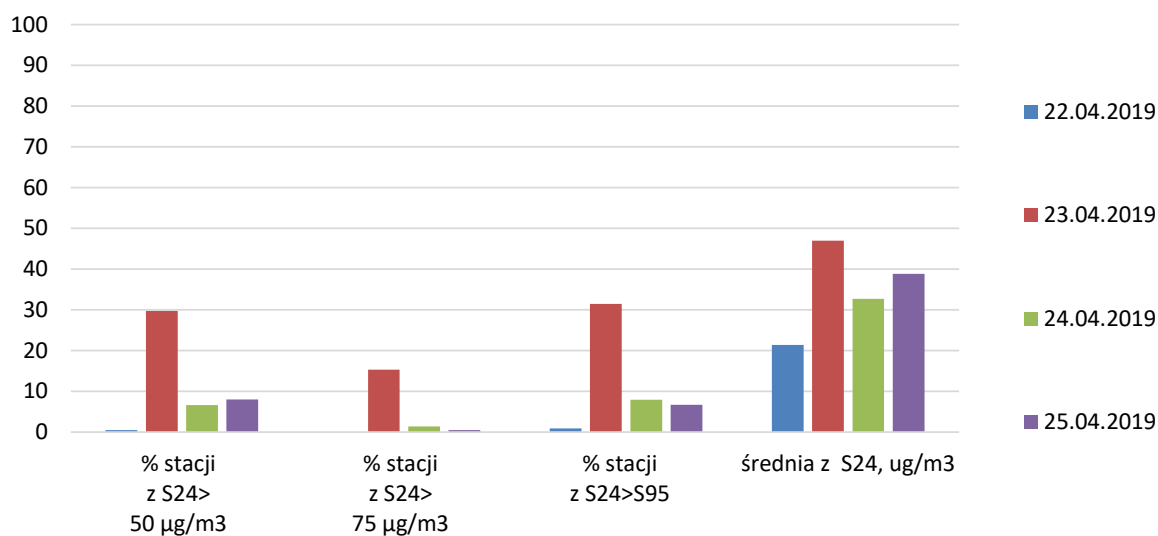


Rys. 5-29. Stężenia 24-godz. PM10 w dniach 23-24.04.2019 r.

Tabela 5.3-6. Zestawienie informacji o stężeniach PM10 w dniach 23-24.04.2019 r.

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

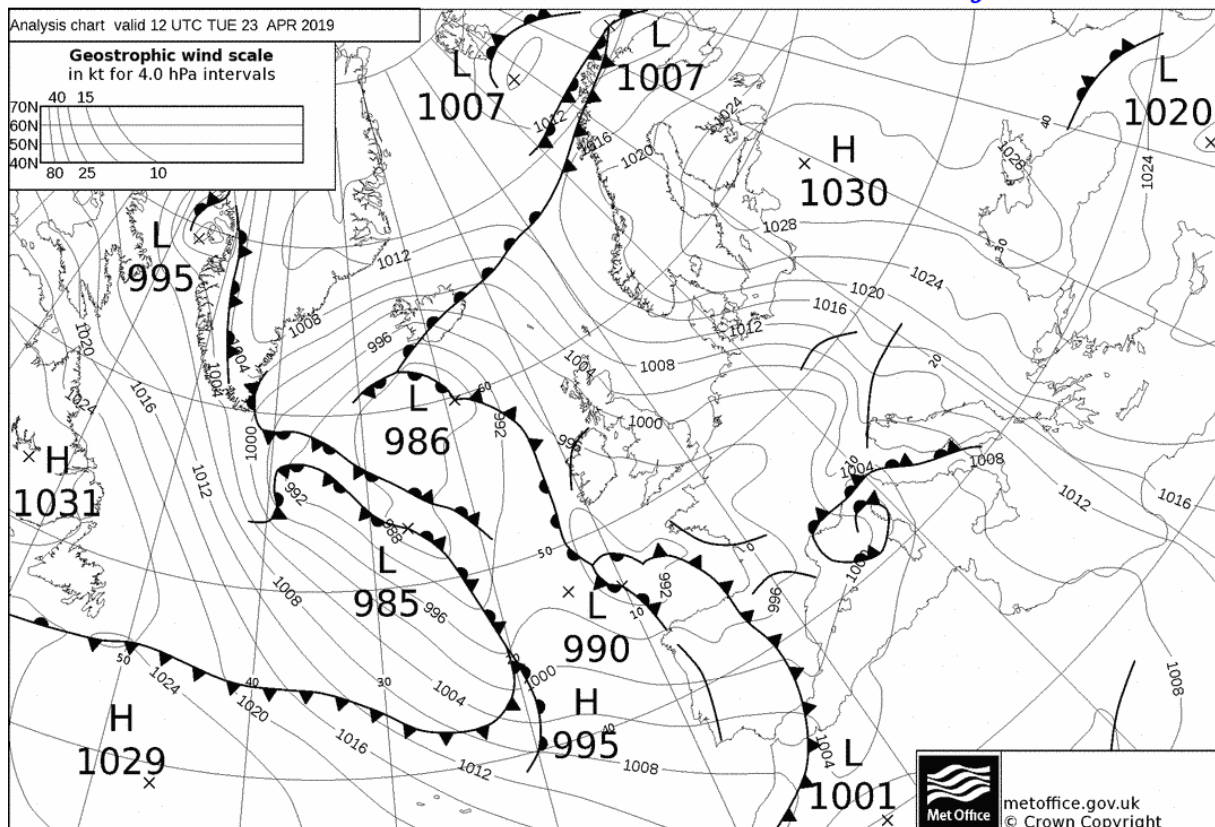
Data	Procent stacji z:			Średnia z S24	S24max	Liczba stacji z:			
	S24>50 µg/m³	S24>75 µg/m³	S24>S95			S24>100 µg/m³	S24>150 µg/m³	S24>200 µg/m³	S24>300 µg/m³
	%	%	%	µg/m³	µg/m³	-	-	-	-
23.04.2019	30	15	31	47	218	21	4	2	0
24.04.2019	7	1	8	33	108	2	0	0	0



Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - GIOŚ

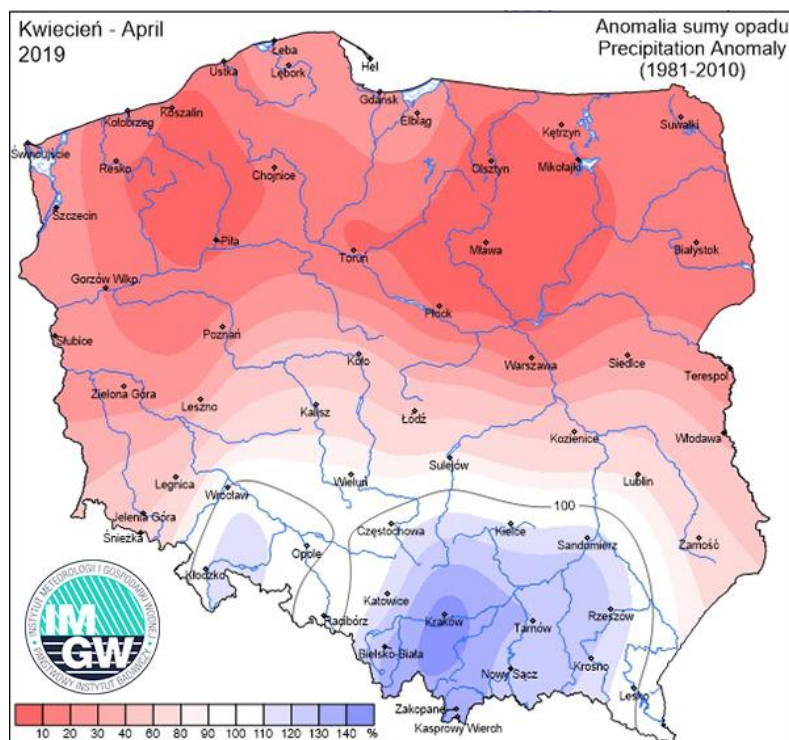
Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Rys. 5-30. Stężenia PM10 w dniach 22-25.04.2019 r.



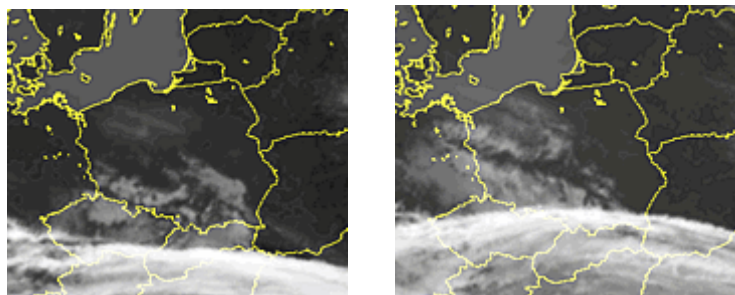
Rys. 5-31. Mapa synoptyczna na dzień 23.04.2019 r.

Źródło: [metoffice.gov.uk](http://www1.wetter3.de/archiv_ukmet_dt.html) ze strony http://www1.wetter3.de/archiv_ukmet_dt.html



Rys. 5-32. Anomalia sumy opadu atmosferycznego w kwietniu 2019 r.

Źródło: IMGW-PIB



Rys. 5-33. Zdjęcia satelitarne obszaru polski z dnia 23.04.2019 r. godz. 12:00 i 16:00 z widocznymi smugami pyłu przemieszczającego się w kierunku północno-zachodnim.

Źródło: <http://www2.sat24.com/history.aspx?culture=pl>

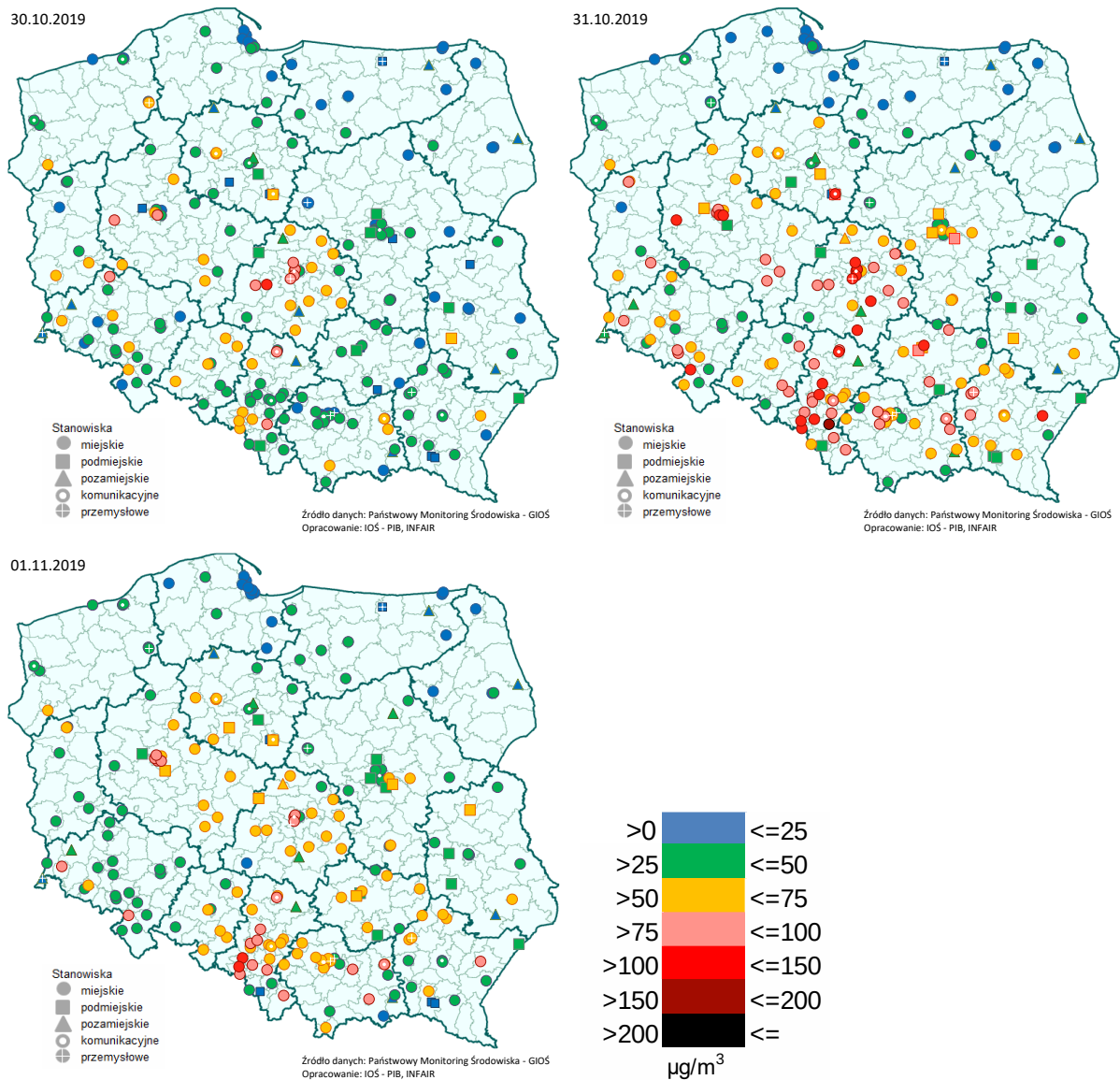
Epizod 30.10-1.11.2019 r.

Epizod wysokich stężeń PM₁₀ z dni 30.10-1.11.2019 r. początkowo objął swym zasięgiem głównie woj. łódzkie (Rys. 5-34). Następnego dnia, tj. 31.10.2019 r. wysokie stężenia pyłu (wyższe od 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) występowały w kilku miastach w woj. śląskim i łódzkim oraz w pojedynczych przypadkach w innych województwach centralnej i południowej Polski. Najwyższe stężenia PM₁₀ notowane były w woj. śląskim. W tym dniu na 58% stacji w Polsce stężenie S24 było wyższe od 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Rys. 5-35, Tab. 5.3-7), na 28% wyższe od 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (tzw. poziom epizodu). Średnia ze stężeń dobowych PM₁₀ w kraju wynosiła 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, w woj. śląskim uśrednione stężenie PM₁₀ na stacjach tła miejskiego i podmiejskiego wynosiło 97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, w woj. łódzkim 87 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Podwyższone stężenia PM₁₀ (powyżej 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) występowały w miastach na większości terytorium kraju z wyłączeniem obszarów położonych na północy i północnym wschodzie kraju.

Polska znajdowała wówczas się w zasięgu wyżu rozciągającego się nad znacznym obszarem Europy Centralnej i Wschodniej (Rys. 5-36), w strefie o niewielkim gradiencie ciśnienia atmosferycznego. W dzień temperatura powietrza przekraczała 7 st. C, w nocy w wielu miejscach spadała poniżej zera. Dobowa amplituda temperatury powietrza dochodziła do 15 stopni C. W takich warunkach mogły tworzyć się przyziemne inwersje temperatury sprzyjające kumulacji zanieczyszczeń w dolnej warstwie atmosfery.

Następnego dnia (1.11.2019 r.) stężenia PM₁₀ obniżyły się, przekroczenia poziomu 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ utrzymywały się tylko w woj. śląskim.

Podczas trwania epizodu wystąpiły 24 przypadki przekroczenia nowego poziomu informowania 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, obowiązującego od 11.10.2019 r. Zanotowano jeden przypadek przekroczenia poziomu alarmowego PM₁₀ 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

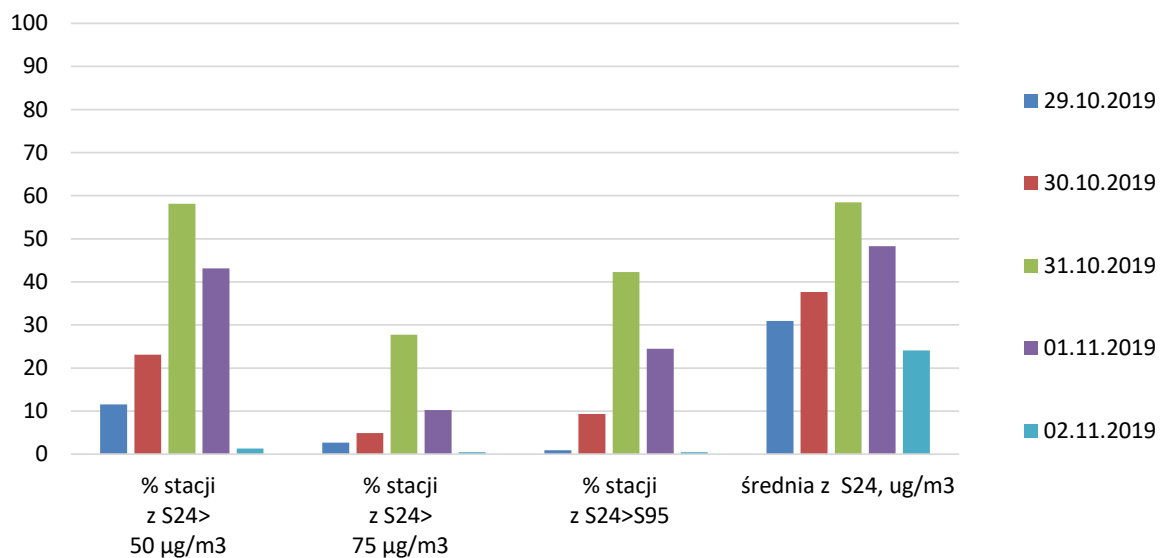


Rys. 5-34. Stężenia 24-godz. PM₁₀ w dniach 30.10-1.11.2019 r.

Tabela 5.3-7. Zestawienie informacji o stężeniach PM₁₀ w dniach 30.10-1.11.2019 r.

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

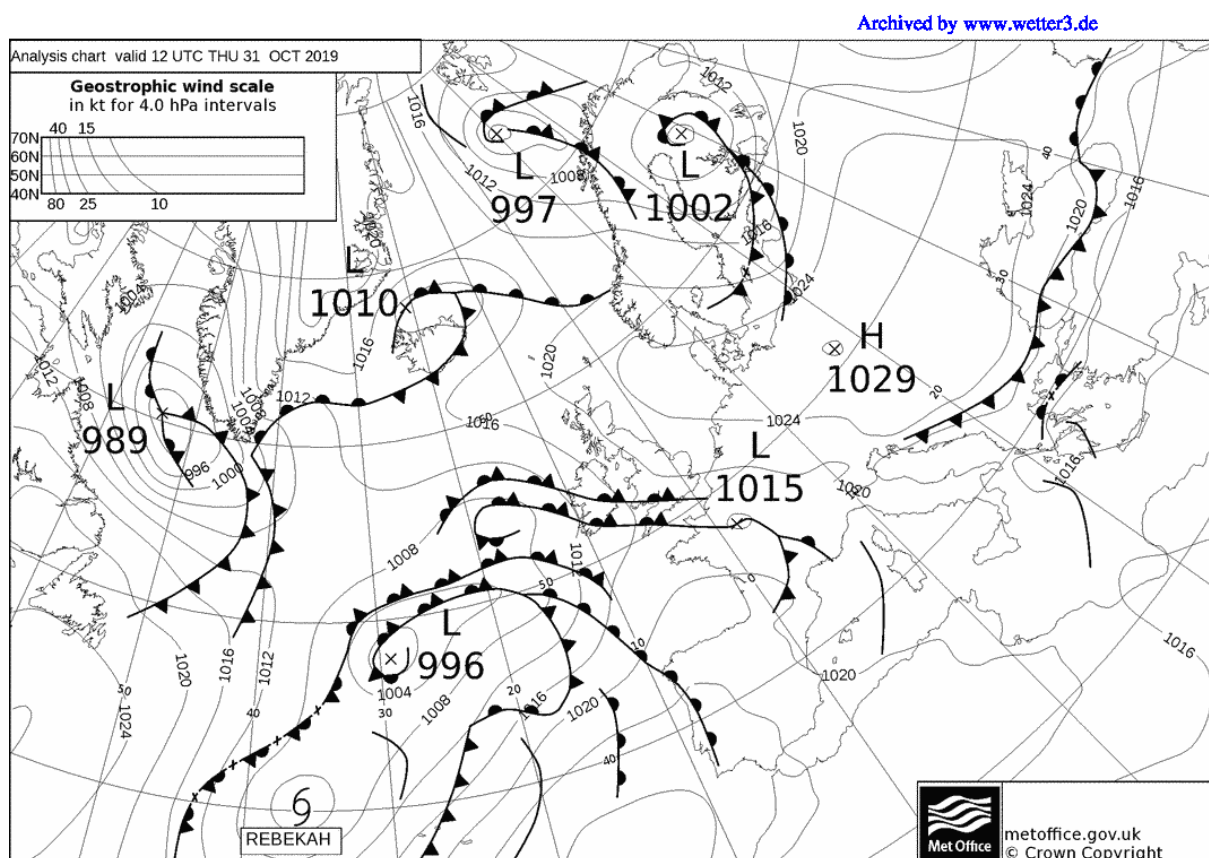
Data	Procent stacji z:			Średnia z S24	S24max	Liczba stacji z:			
	S24>50 µg/m ³	S24>75 µg/m ³	S24>S95			S24>100 µg/m ³	S24>150 µg/m ³	S24>200 µg/m ³	S24>300 µg/m ³
	%	%	%	µg/m ³	µg/m ³	-	-	-	-
30.10.2019	23	5	9	38	104	1	0	0	0
31.10.2019	58	28	42	58	200	21	1	0	0
01.11.2019	43	10	24	48	114	2	0	0	0



Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - GIOŚ

Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Rys. 5-35. Stężenia PM10 w dniach 29.10-2.11.2019 r.



Rys. 5-36. Mapa synoptyczna na dzień 31.10.2019 r.

Źródło: metoffice.gov.uk ze strony http://www1.wetter3.de/archiv_ukmet_dt.html

Epizod 11-13.12.2019 r.

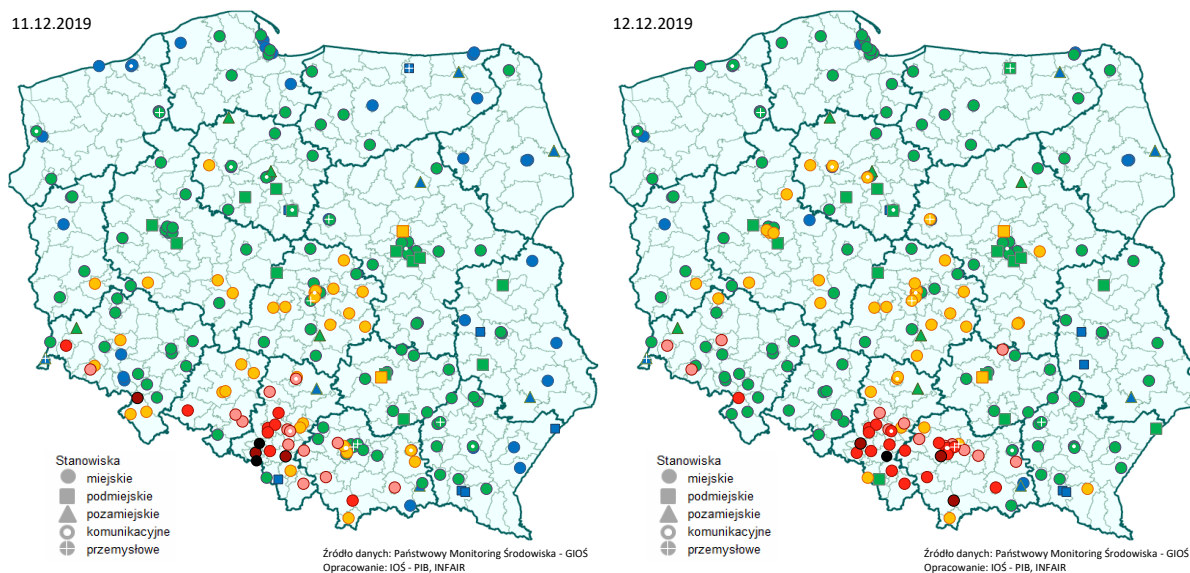
Epizod wysokich stężeń PM₁₀ z dni 11-13.12.2019 r. objął swym zasięgiem głównie woj. śląskie i małopolskie (Rys. 5-20).

Początkowo, tj. w dniu 11.12.2019 r., wysokie 24-godz. stężenia pyłu (wyższe od 100 µg/m³) występowały głównie w miastach w woj. śląskim (Rys. 5-37). W Godowie i Rybniku stężenia 24-godz. PM₁₀ przekroczyły 200 µg/m³. Stężenie 24-godz. PM₁₀ uśrednione dla wszystkich stacji tła miejskiego i podmiejskiego w woj. śląskim przekraczało 107 µg/m³. W innych województwach średnia nie przekraczała 63 µg/m³ (woj. opolskie). W następnym, kulminacyjnym dniu epizodu obszar wysokich stężeń objął dodatkowo miasta woj. małopolskiego (uśrednione stężenie PM₁₀ – 93 µg/m³). W tym dniu na 34% stacji w Polsce stężenie S₂₄ było wyższe od 50 µg/m³, na 16% wyższe od 75 µg/m³ (tzw. poziom epizodu). Średnia ze stężeń dobowych PM₁₀ w kraju wynosiła 52 µg/m³.

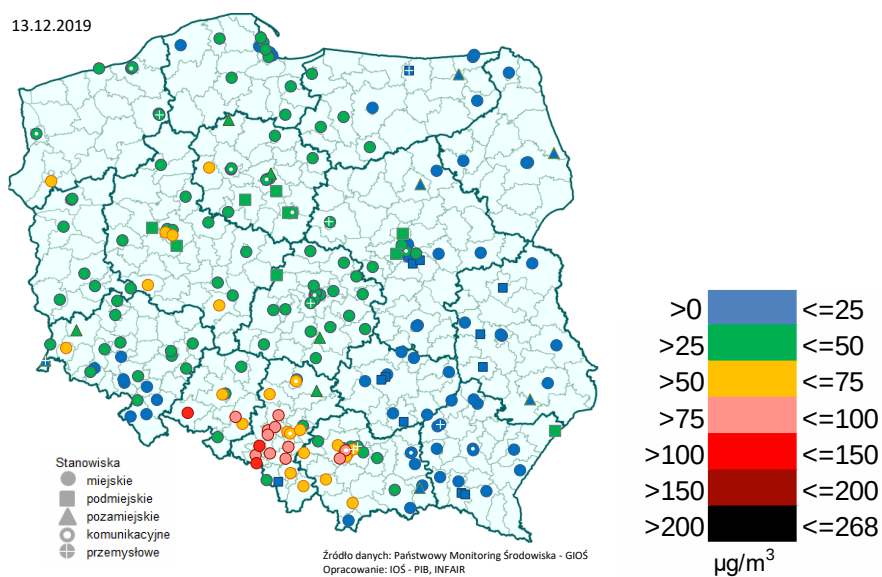
Południowa część kraju znajdowała wówczas się w zasięgu siodła barycznego na obszarze o niewielkim gradiencie ciśnienia atmosferycznego. W niektórych miejscach na południu kraju temperatura powietrza spadła poniżej -8 st. C. Uśredniona w skali kraju minimalna temperatura powietrza na stacjach IMGW-PIB wynosiła -5 st. C.

W następnym dniu nastąpił spadek stężeń (Rys. 5-38). Stężenia przewyższające 100 µg/m³ notowano w dalszym ciągu na niektórych stacjach w miastach w woj. śląskim i opolskim.

Podczas trwania epizodu zanotowano 38 przypadków przekroczenia nowego poziomu informowania (100 µg/m³) oraz 9 przypadków przekroczenia nowego poziomu alarmowego PM₁₀ (150 µg/m³).



13.12.2019

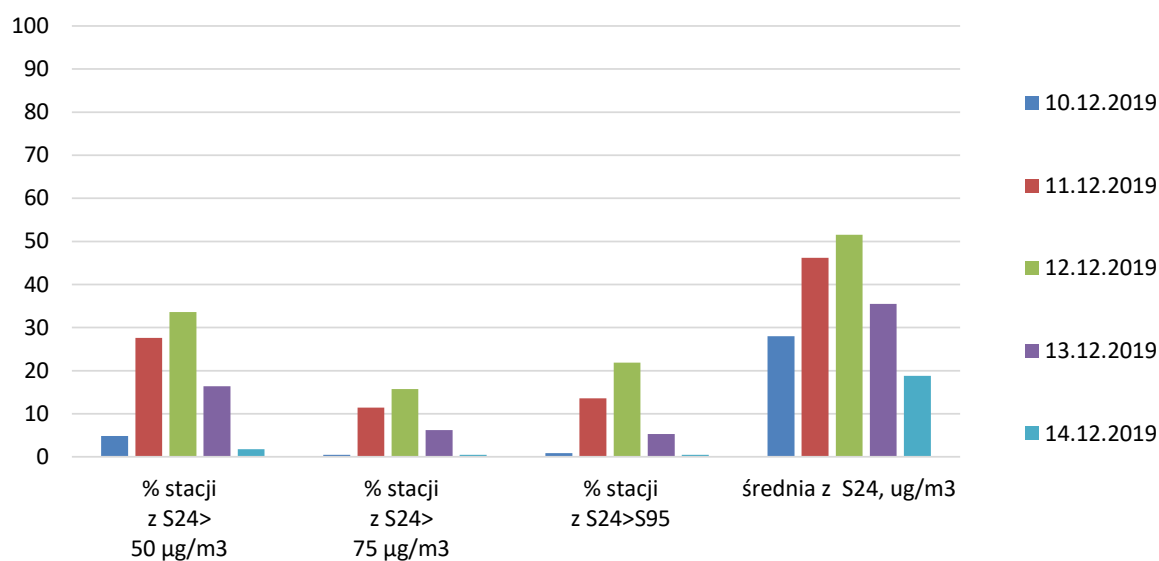


Rys. 5-37. Stężenia 24-godz. PM10 w dniach 11-13.12.2019 r.

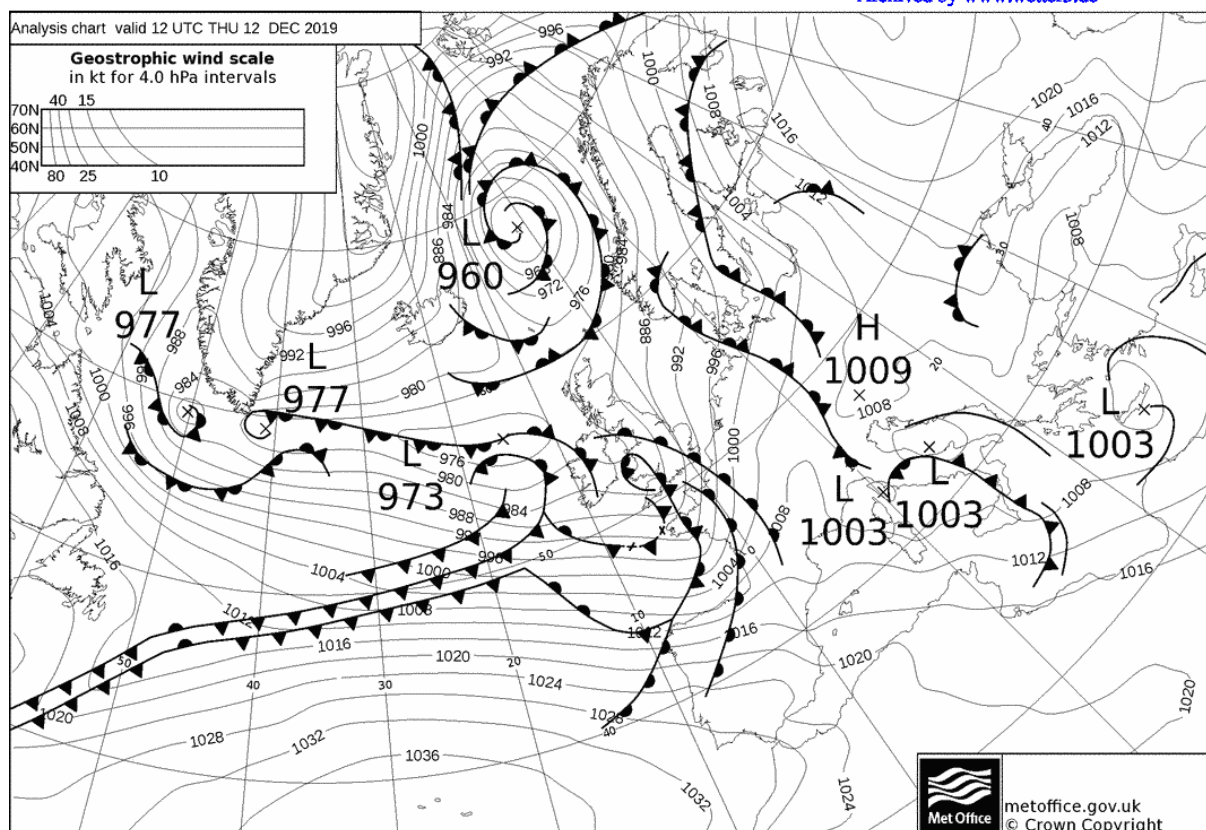
Tabela 5.3-3. Zestawienie informacji o stężeniach PM10 w dniach 11-13.12.2019 r.

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

Data	Procent stacji z:			Średnia z S24	S24max	Liczba stacji z:			
	S24>50 µg/m ³	S24>75 µg/m ³	S24>S95			S24>100 µg/m ³	S24>150 µg/m ³	S24>200 µg/m ³	S24>300 µg/m ³
	%	%	%	µg/m ³	µg/m ³	-	-	-	-
11.12.2019	28	11	14	46	268	13	5	2	0
12.12.2019	34	16	22	52	238	22	4	1	0
13.12.2019	16	6	5	35	124	3	0	0	0



Rys. 5-38. Stężenia PM10 w dniach 10-14.12.2019 r.



Rys. 5-39. Mapa synoptyczna na dzień 12.12.2019 r.

Źródło: [metoffice.gov.uk](http://www1.wetter3.de/archiv_ukmet_dt.html) ze strony http://www1.wetter3.de/archiv_ukmet_dt.html

Epizod 17-19.12.2019 r.

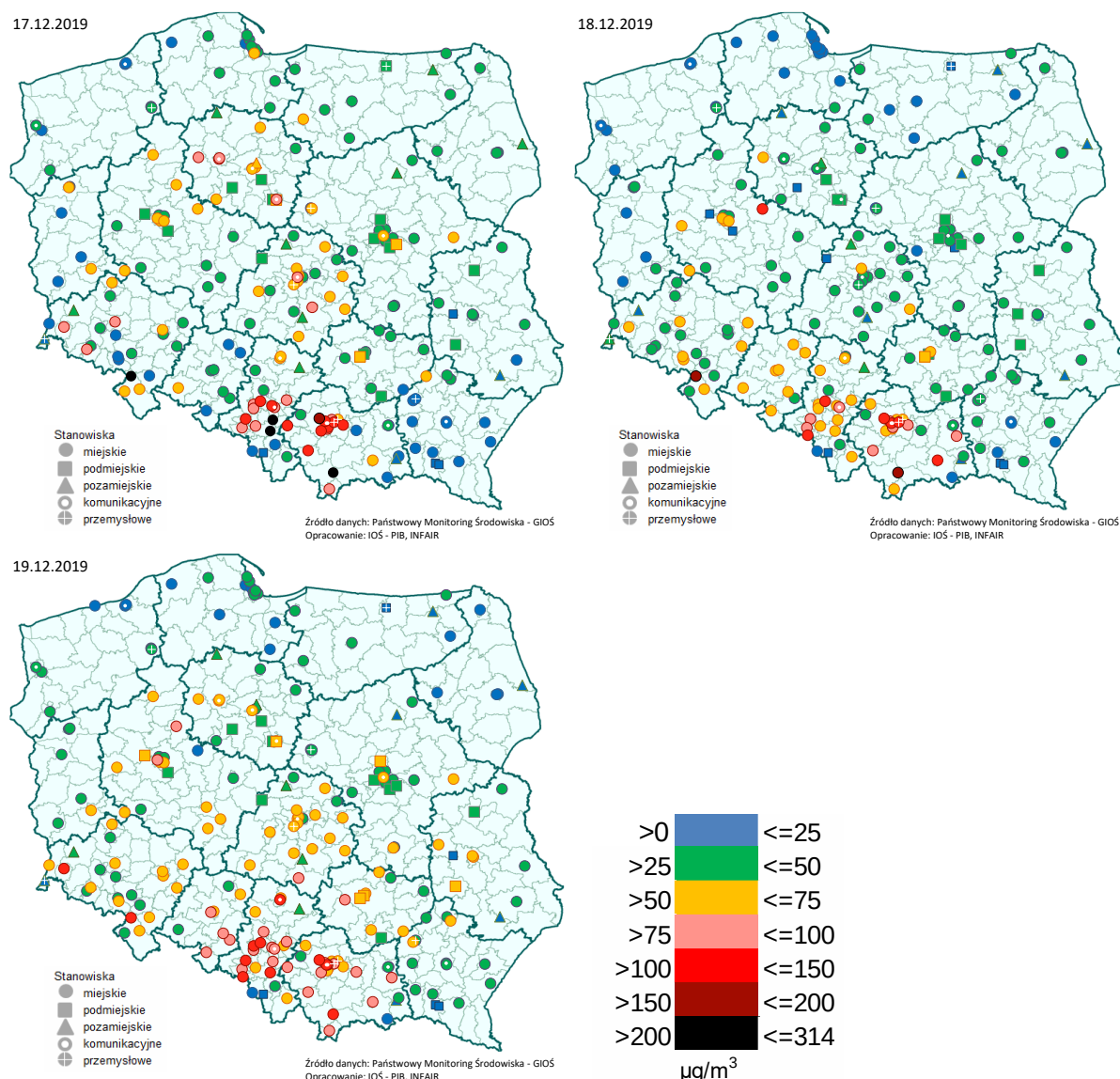
Epizod wysokich stężeń PM₁₀ z dni 17-19.12.2019 r. objął swym zasięgiem głównie woj. śląskie i małopolskie (Rys. 5-20), aczkolwiek podwyższone stężenia 24-godz. pyłu PM₁₀ (wyższe od 50 µg/m³) notowane były również w większości pozostałych województw.

Początkowo, tj. w dniu 17.12.2019 r., wysokie 24-godz. stężenia pyłu (wyższe od 100 µg/m³) wystąpiły na 15 stacjach w woj. śląskim i małopolskim oraz w Nowej Rudzie w woj. dolnośląskim (Rys. 5-37). Na 4 stacjach stężenie S₂₄ przekroczyło poziom 200 µg/m³, na jednej 300 µg/m³ (Nowa Ruda).

W drugim dniu epizodu stężenia PM₁₀ obniżyły się (Rys. 5-41). W następnym, kulminacyjnym dniu epizodu (19.12.2019 r.) nastąpił ponowny wzrost stężeń, ale najwyższe wartości S₂₄ były niższe niż w pierwszym dniu epizodu. Wysokie stężenia 24-godz. PM₁₀ notowano w miastach woj. śląskiego, małopolskiego i dolnośląskiego. W tym dniu na 47% stacji w Polsce stężenie S₂₄ było wyższe od 50 µg/m³, na 16% wyższe od 75 µg/m³ (tzw. poziom epizodu). Średnia ze stężeń dobowych PM₁₀ w kraju wynosiła 53 µg/m³. Uśrednione stężenie PM₁₀ na stacjach tła miejskiego i podmiejskiego a w woj. śląskim wynosiło 82 µg/m³, w woj. małopolskim 70 µg/m³.

Polska znajdowała wówczas się w zasięgu układu wyżowego z centrum nad Ukrainą, na obszarze o niewielkim gradiencie ciśnienia atmosferycznego. Uśredniona w skali kraju minimalna temperatura powietrza na stacjach IMGW-PIB wynosiła 0 st. C.

Podczas trwania epizodu zanotowano 36 przypadków przekroczenia nowego poziomu informowania ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) oraz 7 przypadków przekroczenia nowego poziomu alarmowego PM_{10} ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

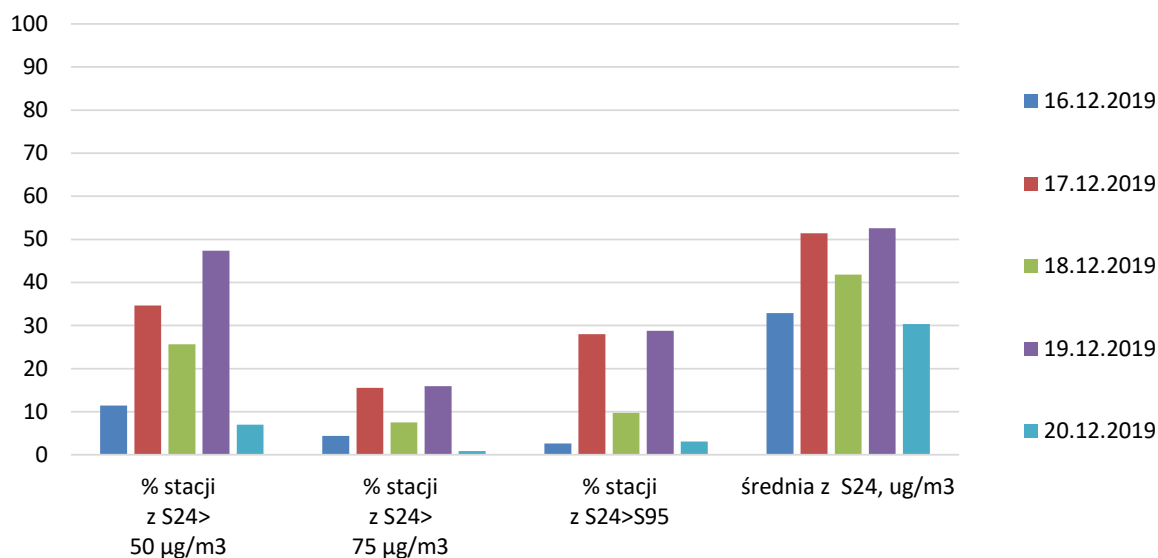


Rys. 5-40. Stężenia 24-godz. PM_{10} w dniach 17-19.12.2019 r.

Tabela 5.3-3. Zestawienie informacji o stężeniach PM10 w dniach 17-19.12.2019 r.

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

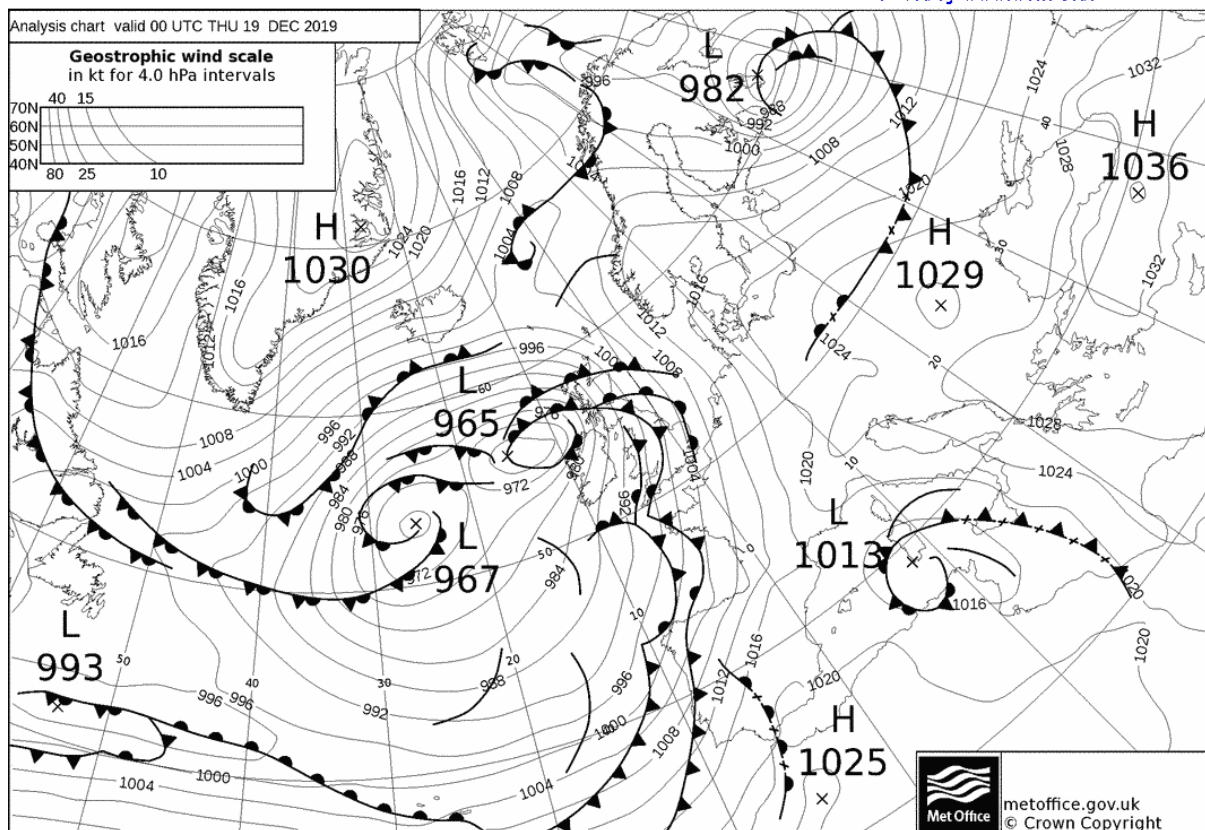
Data	Procent stacji z:			Średnia z S24	S24max	Liczba stacji z:			
	S24>50 μg/m ³	S24>75 μg/m ³	S24>S95			S24>100 μg/m ³	S24>150 μg/m ³	S24>200 μg/m ³	S24>300 μg/m ³
	%	%	%	μg/m ³	μg/m ³	-	-	-	-
17.12.2019	35	16	28	51	314	16	5	4	1
18.12.2019	26	8	10	42	186	9	2	0	0
19.12.2019	47	16	29	53	148	11	0	0	0



Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - GIOŚ

Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Rys. 5-41. Stężenia PM10 w dniach 16-20.12.2019 r.



Rys. 5-42. Mapa synoptyczna na dzień 19.12.2019 r.

Źródło: [metoffice.gov.uk](http://www1.wetter3.de/archiv_ukmet_dt.html) ze strony http://www1.wetter3.de/archiv_ukmet_dt.html

5.4. Zmiany stężeń pyłu PM10 w wieloleciu

Stężenia zanieczyszczeń, w tym pyłu PM10, i określone parametry statystyczne z rocznych serii pomiarowych (Sa, S90.4) dla kolejnych lat z reguły różnią się od siebie. Obserwowane w kolejnych latach różnice w stężeniach zanieczyszczeń są głównie wynikiem różnic warunków meteorologicznych w poszczególnych latach. Zarówno wielkość emisji pyłu (szczególnie związana z ogrzewaniem budynków) jak i intensywność rozpraszania zanieczyszczeń w atmosferze zależą od warunków meteorologicznych. Właśnie ze względu na inny przebieg warunków meteorologicznych w każdym roku, w tym inną częstość występowania warunków korzystnych z punktu widzenia rozpraszania zanieczyszczeń (duża prędkość wiatru, obojętna i chwiejna równowaga atmosfery, brak dużych spadków temperatury w sezonie zimowym) i warunków niekorzystnych (słaby wiatr, inwersja temperatury, znaczące spadki temperatury powietrza) oraz ich intensywności, stężenia zanieczyszczeń mogą się zmieniać w pewnym zakresie z roku na rok.

Prócz zmian wysokości stężeń w kolejnych latach związanej z różnicami w warunkach meteorologicznych, na poziom stężeń ma wpływ również zmiana emisji zanieczyszczeń – najczęściej redukcja emisji - niezwiązana z warunkami meteorologicznymi. Realizacja regionalnych i krajowych programów ograniczania emisji zanieczyszczeń prowadzi do stopniowego zmniejszenia emisji, a w efekcie do spadku stężeń zanieczyszczeń powietrza.

Do prezentacji zmian stężeń pyłu w wieloleciu wykorzystano wskaźniki bazujące na stężeniu średnim rocznym WSa oraz na 36-tym maksimum z serii pomiarowych stężeń 24 godzinnych S_{max36}^9 - WS_{max36} . Wskaźniki dla Polski, dla każdego roku, obliczane są dwuetapowo. W pierwszym etapie określa się wartość średnią rozważanego parametru na podstawie wyników pomiarów stężeń PM_{10} ze stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego, dla każdego województwa. W drugim etapie oblicza się wskaźnik dla kraju, jako średnią ważoną z wartości wojewódzkich, gdzie wagą jest liczba mieszkańców województwa.

Na Rys. 5-43 przedstawiono wartości wskaźnika WSa obliczonego na podstawie stężeń średnich rocznych Sa , dla lat 2005-2019, dla stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego. Średnia wartość wskaźnika dla tego okresu wynosiła $34.6 \mu g/m^3$. W rozważanym okresie wartość wskaźnika zmieniała się w zakresie od -10% do +20% w stosunku do wartości średniej dla wielolecia. Najwyższą wartość wskaźnika WSa uzyskano w 2006 r. W 2007 r. nastąpił znaczący spadek wartości wskaźnika dla stężeń średnich rocznych, w 2008 spadek pogłębił się. W latach 2009-2011 stężenia PM_{10} rosły, przy czym stężenia w 2010 r. i 2011 r. były bardzo zbliżone do siebie. W następnych dwóch latach stężenia średnie roczne zmniejszały się. W 2014 r. stężenia średnie roczne PM_{10} (wyrażone w postaci wskaźnika WSa) były o ok. 3% wyższe niż w 2013 r. W 2015 r. ponownie nastąpił spadek stężeń, który pogłębił się w 2016 r. W kolejnych dwóch latach wartość wskaźnika zwiększała się co rok o ok. 2%. W 2019 r. nastąpił znaczący spadek wartości wskaźnika, o ok. 19%, do wartości najniższej dla całego wielolecia 2005-2019.

Linia trendu określona metodą najmniejszych kwadratów wskazuje na trend malejący wskaźnika w rozważanym okresie. Tylko w 2006 r. wartość wskaźnika obliczonego dla kraju przekraczała poziom dopuszczalny $Da = 40 \mu g/m^3$. Latami z podwyższonymi stężeniami pyłu PM_{10} były 2006, 2010 i 2011, niższe stężenia notowano w latach 2007, 2008, najniższe w 2019 r.

Charakter zmian w czasie wskaźnika określonego na podstawie stężeń dobowych WS_{max36} jest zbliżony do przebiegu wskaźnika WSa , aczkolwiek wartości wskaźnika WS_{max36} w latach 2010 i 2011 były wyższe niż w 2006 r. (inaczej niż w przypadku wskaźnika WSa). Wartość wskaźnika stężeń dobowych PM_{10} zmieniała się w zakresie od -23% do +19% licząc od wartości średniej dla wielolecia ($61.8 \mu g/m^3$). W 2014 r. wartość wskaźnika WS_{max36} była o ok. 4% wyższa niż w 2013 r., w 2015 r. o 2% niższa niż w roku poprzednim. W latach 2015-2019 wskaźnik WS_{max36} przyjmował wartości niższe od średniej dla wielolecia. W 2019 r. nastąpił znaczący spadek wartości wskaźnika, o ok. 20%, do wartości $47.7 \mu g/m^3$, najniższej dla całego wielolecia 2005-2019.

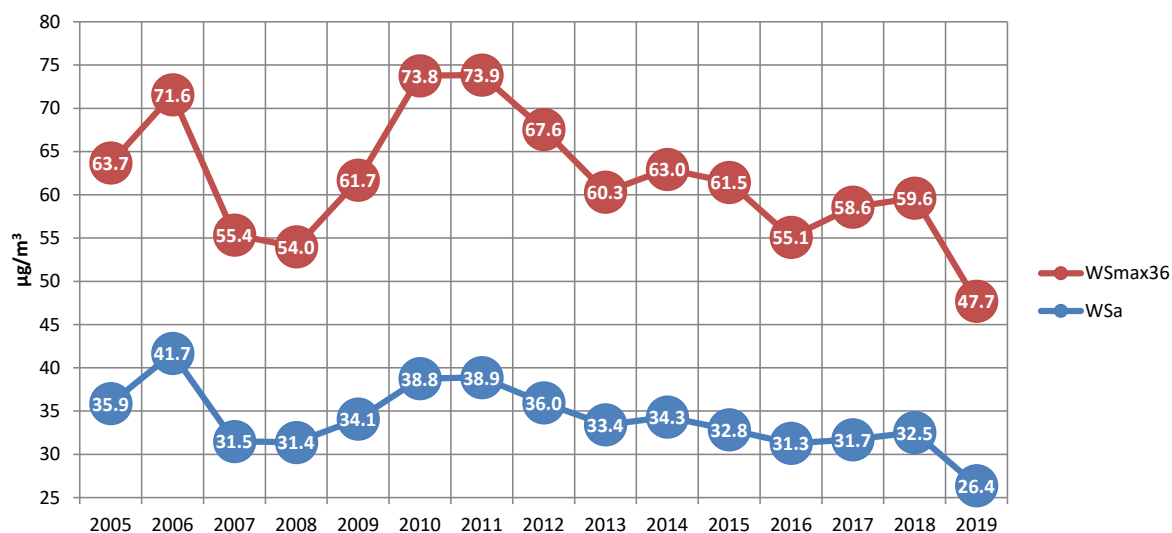
Linia trendu określona metodą najmniejszych kwadratów wskazuje na trend malejący wskaźnika w rozważanym okresie. Dla każdego roku z okresu objętego analizą oprócz roku 2019, wartość wskaźnika WS_{max36} dla stężeń dobowych przekraczała poziom dopuszczalny $D_{24} = 50 \mu g/m^3$. Podobnie jak w przypadku stężeń średnich rocznych, latami z podwyższonymi

⁹ S_{max36} to 36-ta wartość w uporządkowanym nierosnąco ciągu wartości stężeń 24-godz. z roku kalendarzowego. Jest to wartość powiązana z definicją wartości dopuszczalnej dla pyłu PM_{10} . Jeżeli wartość 36-tego maksimum jest większa od $50 \mu g/m^3$, to oznacza, że w roku wystąpiło więcej niż dozwolone 35 przypadków przekroczeń poziomu dopuszczalnego $D_{24} = 50 \mu g/m^3$ – czyli że stężenie dopuszczalne 24-godz. dla PM_{10} zostało przekroczone.

wartościami wskaźnika W_{Smax36} były 2006, 2010 i 2011, najniższe stężenia S_{max36} zanotowano w 2019 r.

Jak już wspomniano wcześniej, stężenia pyłu w poszczególnych latach były w dużym stopniu uzależnione od warunków meteorologicznych występujących w danym roku. W sezonie chłodnym lat 2006 i 2010 wyjątkowo często występowały niekorzystne warunki meteorologiczne z punktu widzenia zanieczyszczenia powietrza. W każdym z tych lat średnia temperatura w trzech miesiącach sezonu chłodnego była poniżej lub znacznie poniżej wartości średniej dla wielolecia 1971-2000, podczas gdy w innych latach rozważanego okresu, częstość występowania takich sytuacji była mniejsza. Niższa temperatura w sezonie chłodnym łączy się ze zwiększoną emisją pyłu do atmosfery z procesów spalania paliw związanych z ogrzewaniem budynków, a także z gorszymi warunkami rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń (przyziemne inwersje temperatury, słaby wiatr).

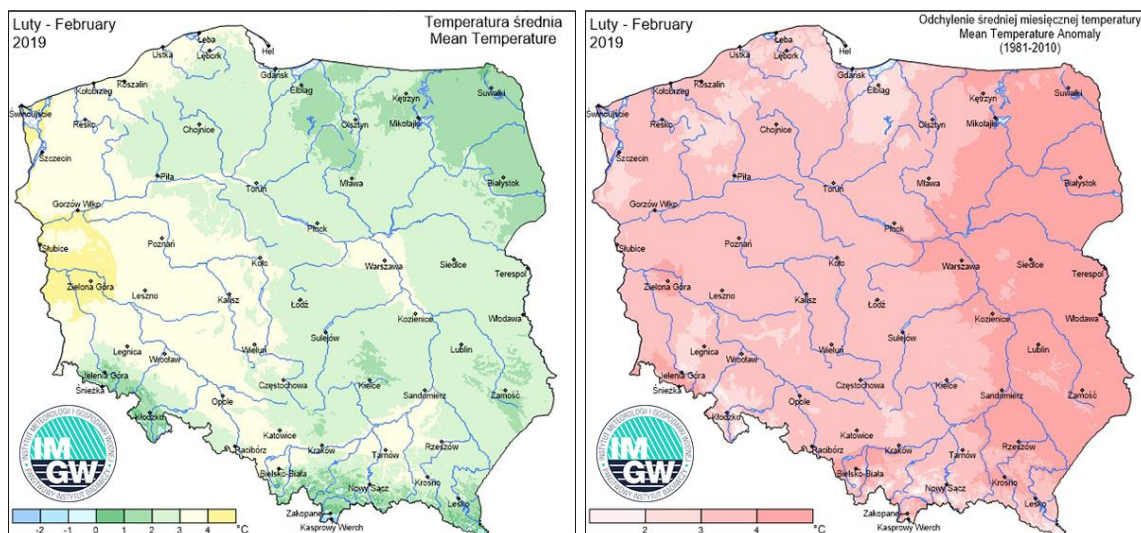
W sezonie chłodnym 2019 r. wystąpiły wyjątkowo korzystne warunki meteorologiczne sprzyjające ograniczeniu zanieczyszczeniu powietrza pyłem. Temperatura powietrza w ciągu 5 z 6 miesięcy sezonu chłodnego (z wyjątkiem stycznia) w wielu miejscach Polski przekraczała średnią z wielolecia 1981-2010 o więcej niż dwa stopnie C (IMGW-PIB, Rys. 5-44, Rys. 5-45). W takich warunkach zmniejszone było zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynków, co w rezultacie spowodowało zmniejszenie niskiej emisji komunalno-bytowej pyłu (mającej decydujący wpływ na poziom stężeń PM₁₀, PM_{2,5} i B(a)P na terenach zabudowanych), a także zmniejszenie emisji pyłu i prekursorów pyłu z ciepłowni i elektrociepłowni. W rezultacie stężenia zanieczyszczeń pyłowych były w 2019 r. znacznie niższe niż w latach poprzednich.



Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - GIOŚ

Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Rys. 5-43. Zmiany stężeń średnich rocznych PM₁₀ (wskaźnika W_{Sa}) oraz stężeń 24-godz. PM₁₀ (wskaźnika W_{Smax36}) na stanowiskach tła miejskiego i podmiejskiego w Polsce w latach 2005-2019



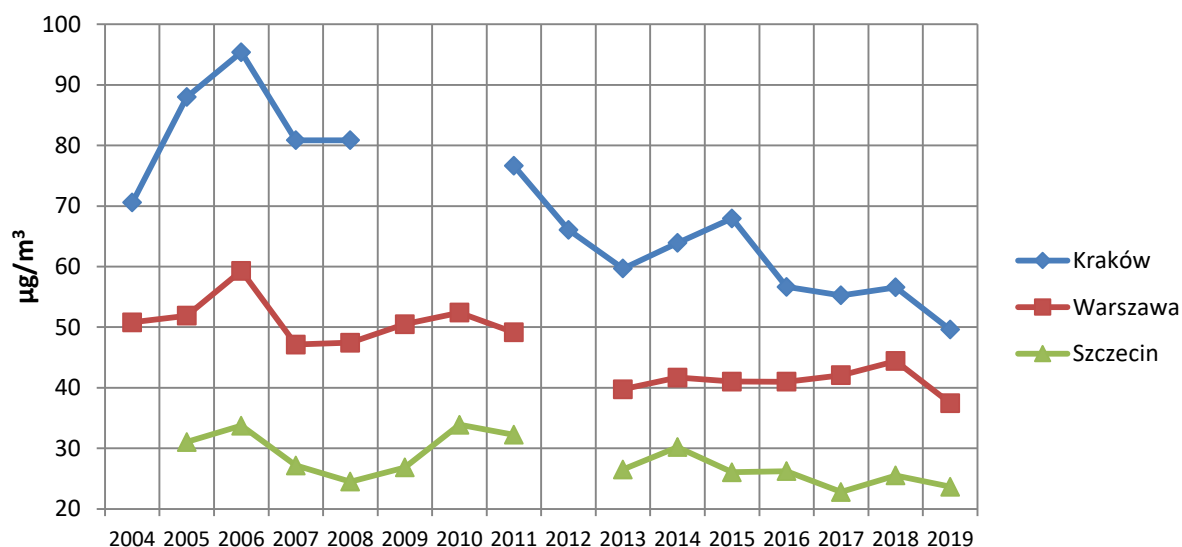
Rys. 5-44. Średnia temperatura powietrza w lutym 2019 r. i odchylenie tej temperatury od średniej dla lutego z wielolecia 1981-2010. Źródło danych: IMGW-PIB.

2017	-3.7	-0.8	6.1	7.7	14.6	18.5	18.9	19.7	14.0	10.0	4.9	2.5	9.4
2018	0.8	-3.2	0.9	13.7	18.3	19.7	21.4	21.1	16.2	10.4	4.4	1.6	10.4
2019	-1.7	3.2	6.1	10.6	13.6	22.9	19.3	21.2	14.7	11.3	6.3	3.3	10.9
Par.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
MAX.	3.7	4.7	7.2	13.7	18.3	22.9	23.5	23.1	16.4	11.6	6.3	4.7	10.9
MIN.	-12.4	-12.2	-3.0	4.5	9.9	14.4	15.0	15.2	10.6	5.4	-2.7	-8.5	6.1
1951-1980	-3.4	-2.6	1.3	7.5	13.0	17.0	18.1	17.4	13.1	8.1	3.3	-0.8	7.7
1961-1990	-3.3	-2.1	2.0	7.8	13.4	16.6	17.9	17.3	13.2	8.3	3.2	-0.9	7.8
1971-2000	-2.2	-1.2	2.6	7.9	13.7	16.5	18.1	17.7	13.0	8.1	2.8	-0.4	8.1
1981-2010	-1.9	-1.0	2.7	8.6	14.2	16.8	19.0	18.3	13.4	8.5	3.1	-0.7	8.4
1991-2020*	-1.5	-0.4	3.2	9.2	14.3	17.7	19.7	19.1	14.0	8.6	3.8	-0.1	8.9
ALL	-2.4	-1.5	2.3	8.3	13.7	17.2	18.8	18.2	13.5	8.4	3.4	-0.4	8.3

Rys. 5-45. Średnie miesięczne wartości temperatury powietrza zarejestrowane w latach 2017-2019 w Warszawie oraz wartości ekstremalne i średnie dla wielolecia.

Źródło danych: IMGW-PIB. Opracowanie: <https://meteomodel.pl/>, IOŚ-PIB, INFAIR

Ze względu na niewielką liczbę stanowisk komunikacyjnych z wieloletnimi seriami pomiarowymi, zmiany stężeń pyłu PM10 na stanowiskach tego typu zaprezentowano na przykładzie wyników pomiarów z lat 2004-2019 z trzech stanowisk komunikacyjnych, zlokalizowanych w Krakowie, w Warszawie i w Szczecinie (Rys. 5-46).



Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - GIOŚ

Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Rys. 5-46. Stężenia średnie roczne PM10 w latach 2004-2019 na stanowiskach komunikacyjnych w Krakowie, w Warszawie i w Szczecinie

Stężenia średnie roczne S_a na tych stacjach zmieniały się w znacznym zakresie z roku na rok. W zależności od roku, odchylenie wartości S_a wynosiło maksymalnie od -28% do +38% w stosunku do wartości średniej z wielolecia. Na dwóch z trzech stanowisk komunikacyjnych najwyższe stężenia wystąpiły w 2006 r., na jednym w 2010 r. W 2019 r. stężenia średnie roczne na wszystkich trzech stacjach były najniższe dla całego okresu 2004-2019. Linie trendu określone metodą najmniejszych kwadratów wskazują na trend malejący stężeń S_a w okresie 2004-2019 na każdej z trzech stacji, z których wyniki zaprezentowano na wykresie.

5.5. Ocena stężeń pyłu PM10 w świetle kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia

Kryteria oceny

Dopuszczalne stężenia pyłu PM10 w powietrzu ustanowione w celu ochrony zdrowia oraz dopuszczalne częstości ich przekraczania, obowiązujące w Polsce zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, podano w tabeli 3.6-1 w rozdziale 3.6.

Stężenia PM10 w miastach

W 2019 r. poziom dopuszczalny pyłu PM10 dla stężenia średniego rocznego ($Da=40 \mu\text{g}/\text{m}^3$), określony ze względu na ochronę zdrowia, przekroczony był na 5 z 220 stanowisk miejskich i podmiejskich (Tab. 5.5-1). Przekroczenia te wystąpiły w miastach woj. małopolskiego i śląskiego na 3 stanowiskach tła miejskiego i 2 stanowiskach komunikacyjnych (Tab. 5.5-2, Tab. 5.5-3, Rys. 5-47). Najwyższą wartość stężenia średniego rocznego ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), o 24% przewyższającą poziom dopuszczalny, zarejestrowano na stanowisku komunikacyjnym w Krakowie. Na 2 z 13 stanowisk komunikacyjnych stężenia średnie roczne z 2019 r. przewyższały $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tab. 5.5-3). Średnia ze stężeń rocznych uzyskanych na 13 stanowiskach komunikacyjnych wynosiła $31.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i była o 20% wyższa od średniej ze stężeń S_a ze stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego (wynoszącej $26.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Wśród stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego, najwyższe stężenie S_a zarejestrowano na stanowisku w Pszczynie ($44 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i Rybniku ($44 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Stężenia w miastach w północnej części Polski były z reguły niższe niż w części południowej i centralnej. W miastach 14 województw nie notowano stężeń przewyższających roczny poziom dopuszczalny pyłu PM10.

Percentyl S90.4 ze stężeń dobowych¹⁰ przekraczał wartość $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanowiskach miejskich i podmiejskich przynajmniej na jednej stacji w 10 województwach (Tab. 5.4-1), w sumie na 77 z 220 stanowisk (35%) uwzględnionych w ocenie (Rys. 5-48). Na 2 stanowiskach (wszystkie typu tła miejskiego) – W Pszczynie i Rybniku w woj. śląskim, parametr S90.4 był większy od $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższą wartość zarejestrowano w Pszczynie ($93 \mu\text{g}/\text{m}^3$) -Rys. 5-48.

¹⁰ Przekroczenie $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez percentyl S90.4 z pełnej rocznej serii pomiarowej stężeń 24-godz. PM10 oznacza, że w ciągu roku wystąpiło więcej niż dopuszczalne 35 dni z przekroczeniami stężenia $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabela 5.5-1. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń pyłu PM10 na stacjach miejskich i podmiejskich w poszczególnych województwach w 2019 r. Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Województwo	Stężenie średnie roczne PM10					Percentyl S90.4 ze stężeń 24-godz. PM10				Liczba dni ze stężeniem 24-godz. PM10 wyższym od 50 µg/m³			
	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
	[-]	[-]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[-]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[-]	[-]	[-]	[-]
dolnośląskie	21		21	25.2	40	4	38	48.3	88	4	10	28.7	78
kujawsko-pomorskie	14		21	26.0	33	3	37	46.2	58	3	7	24.4	48
lubelskie	9		20	24.4	27		34	41.7	47		7	18.4	26
lubuskie	7		20	22.7	26		35	41.5	50		7	19.0	33
łódzkie	21		26	30.7	35	15	43	52.9	62	15	17	42.0	64
małopolskie	24	2	20	32.4	50	19	36	61.0	88	19	8	54.8	125
mazowieckie	19		21	25.5	37	2	36	44.2	60	2	6	20.3	64
opolskie	9		23	27.8	32	6	42	52.1	62	5	19	39.2	59
podkarpackie	16		16	24.6	31	1	31	44.1	54	1	5	24.0	46
podlaskie	4		19	21.0	24		31	35.3	40		3	8.3	15
pomorskie	13		14	20.6	28		26	37.0	50		0	11.2	35
śląskie	21	3	18	33.9	44	17	29	64.3	93	17	6	58.9	106
świętokrzyskie	10		23	26.9	33	3	42	48.8	58	3	18	29.1	50
warmińsko-mazurskie	9		15	20.6	25		26	36.8	43		1	10.3	22
wielkopolskie	15		23	26.9	33	7	41	48.7	57	5	12	30.8	47
zachodniopomorskie	8		18	21.1	24		33	38.0	41		4	10.3	17
Polska	220	5	14	26.9	50	77	26	48.8	93	74	0	31.4	125

Objaśnienia do tabeli 5.4-1:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ liczba stanowisk, na których wartość określonego parametru była wyższa od odpowiedniego stężenia dopuszczalnego

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2019 roku na wszystkich stanowiskach miejskich i podmiejskich uwzględnionych w ocenie

Tabela 5.5-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń pyłu PM10 na stacjach tła miejskiego i podmiejskiego w poszczególnych województwach w 2019 r. Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR

Województwo	Stężenie średnie roczne PM10					Percentyl S90.4 ze stężeń 24-godz. PM10				Liczba dni ze stężeniem 24-godz. PM10 wyższym od 50 µg/m ³			
	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
	[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[-]	[-]	[-]	[-]
dolnośląskie	21		21	25.2	40	4	38	48.3	88	4	10	28.7	78
kujawsko-pomorskie	11		21	25.5	30	2	37	45.6	56	2	7	23.3	48
lubelskie	9		20	24.4	27		34	41.7	47		7	18.4	26
lubuskie	7		20	22.7	26		35	41.5	50		7	19.0	33
łódzkie	19		26	30.5	35	13	43	52.7	62	13	17	41.5	64
małopolskie	19	1	20	31.3	41	14	36	59.9	88	14	8	51.3	88
mazowieckie	18		21	24.9	28	1	36	43.3	52	1	6	17.9	40
opolskie	9		23	27.8	32	6	42	52.1	62	5	19	39.2	59
podkarpackie	14		16	24.6	31	1	31	44.2	54	1	5	24.4	46
podlaskie	4		19	21.0	24		31	35.3	40		3	8.3	15
pomorskie	13		14	20.6	28		26	37.0	50		0	11.2	35
śląskie	19	2	18	33.5	44	15	29	64.2	93	15	6	57.8	106
świętokrzyskie	10		23	26.9	33	3	42	48.8	58	3	18	29.1	50
warmińsko-mazurskie	8		15	20.9	25		26	37.4	43		1	11.1	22
wielkopolskie	15		23	26.9	33	7	41	48.7	57	5	12	30.8	47
zachodniopomorskie	5		18	20.1	22		33	37.1	41		4	10.2	17
Polska	201	3	14	26.5	44	66	26	48.4	93	63	0	30.4	106

Objaśnienia do tabeli 5.4-2

¹⁾ liczba stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego uwzględnionych w ocenie

²⁾ liczba stanowisk, na których wartość określonego parametru była wyższa od odpowiedniego stężenia dopuszczalnego

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2019 roku na wszystkich stanowiskach tła miejskiego i podmiejskiego uwzględnionych w ocenie

Tabela 5.5-3. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń pyłu PM10 na stacjach komunikacyjnych w aglomeracjach i miastach poszczególnych województw w 2019 r. Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

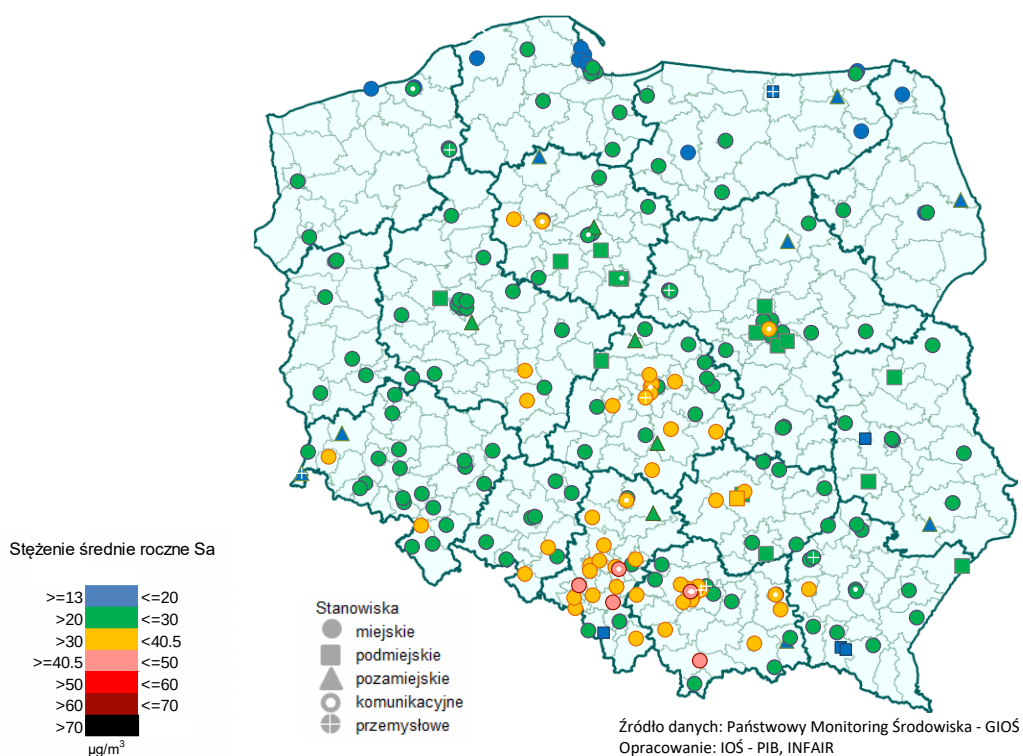
Województwo	Stężenie średnie roczne PM10					Percentyl S90.4 ze stężeń 24-godz. PM10				Liczba dni ze stężeniem 24-godz. PM10 wyższym od 50 µg/m ³			
	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
	[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[-]	[-]	[-]	[-]
kujawsko-pomorskie	3		23	27.8	33	1	39	48.4	58	1	8	28.7	48
łódzkie	1		33	33	33	1	57	57	57	1	52	52	52
małopolskie	3	1	34	39.5	50	3	61	68.8	84	3	54	78.7	125
mazowieckie	1		37	37	37	1	60	60	60	1	64	64	64
podkarpackie	1		23	23	23		41	41	41		18	18	18
śląskie	2	1	34	37.5	41	2	61	66.2	71	2	63	69.0	75
zachodniopomorskie	2		22	22.6	24		37	39.0	41		6	8.5	11
Razem	13	2	22	31.9	50	8	37	55.3	84	8	6	47.0	125

Objaśnienia do tabeli 5.4-3:

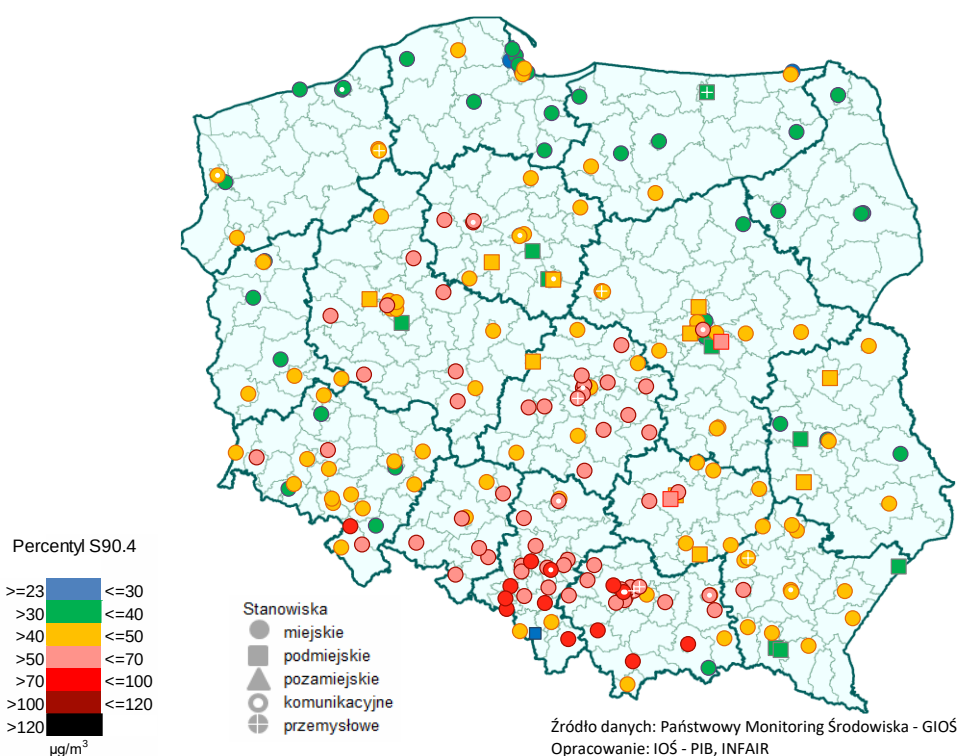
¹⁾ liczba stanowisk komunikacyjnych uwzględnionych w ocenie dla określonego czasu uśredniania stężeń

²⁾ liczba stanowisk, na których wartość określonego parametru była wyższa od odpowiedniego stężenia dopuszczalnego

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2019 roku na wszystkich stanowiskach komunikacyjnych uwzględnionych w ocenie



Rys. 5-47. Stężenia średnie roczne pyłu PM₁₀ w 2019 r. na stanowiskach miejskich i podmiejskich

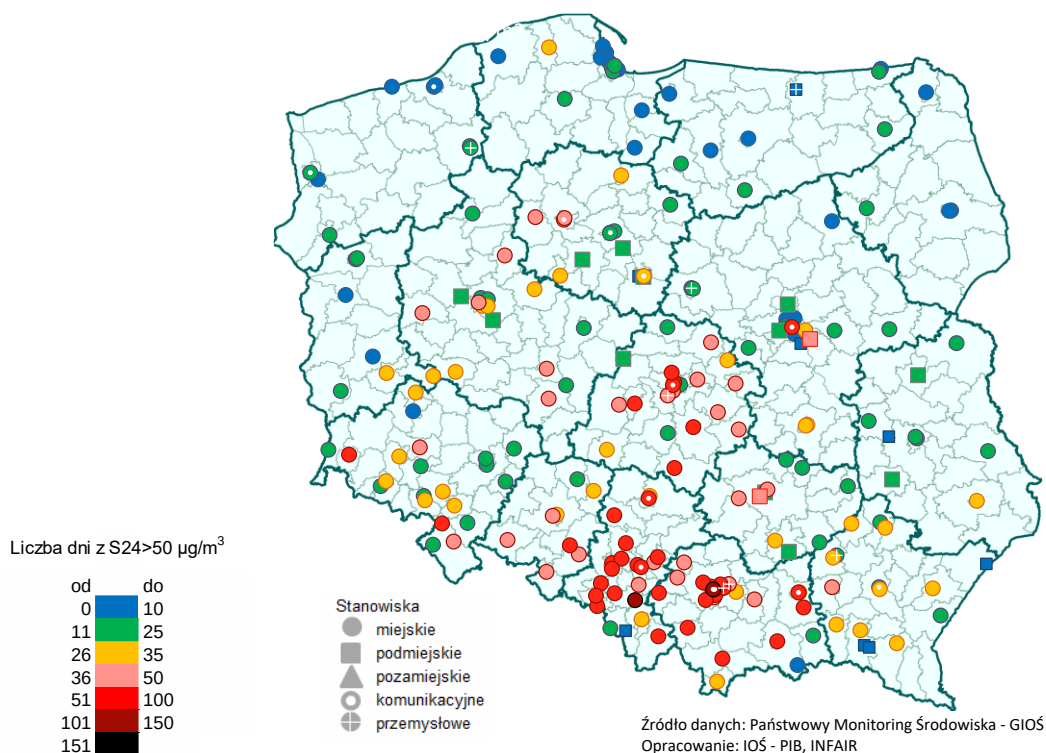


Rys. 5-48. Percentyl S90.4 z serii pomiarów 24-godz. stężeń pyłu PM₁₀ w 2019 r. na stanowiskach miejskich i podmiejskich

Spośród 220 stanowisk miejskich i podmiejskich najwięcej dni z przekroczeniami poziomu 50 µg/m³ - 125 dni - odnotowano na stanowisku komunikacyjnym w Krakowie (Tab. 5.5-1, Tab. 5.5-3, Rys. 5-49), a na stanowiskach tła miejskiego - w Pszczynie (106 dni).

Więcej niż 35 przypadków przekroczeń poziomu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (co oznacza przekroczenie wartości normatywnej 24-godz. stężeń PM_{10}) wystąpiło na 74 z 220 stanowisk (34%). Przekroczenia takie wystąpiły przynajmniej na jednym stanowisku w 10 z 16 województw. Sto i więcej dni z przekroczeniami zanotowano na 2 wspomnianych wyżej stanowiskach w 2 województwach (śląskim i małopolskim).

Na 8 spośród 13 stanowisk komunikacyjnych przekroczenia wystąpiły więcej niż 35 razy w roku (Tab. 5.5-3).



Rys. 5-49. Liczba dni ze stężeniem 24-godz. pyłu PM_{10} wyższym od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ określona na podstawie pomiarów na stanowiskach miejskich i podmiejskich w 2019 r.

Stężenia pyłu PM_{10} poza miastami

W ocenie uwzględniono wyniki pomiarów stężeń pyłu PM_{10} z 13 stanowisk pozamiejskich z 10 województw. Wśród nich 12 to stanowiska pomiarów tła oraz jedno zlokalizowane w obszarze oddziaływania zakładów przemysłowych (Tab. 5.5-4).

Stężenia pyłu PM_{10} na obszarach pozamiejskich w 2019 roku (podobnie jak w innych latach) były generalnie niższe niż w miastach. Na żadnym stanowisku pozamiejskim stężenie średnie roczne PM_{10} nie przekroczyło poziomu dopuszczalnego (Rys. 5-50, Tab. 5.5-4). Wartości stężeń S_a wynosiły od $12.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Borsukowiźnie w woj. podlaskim do $25.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na stacji w Gajewie w woj. łódzkiej. Średnia ze stężeń średnich rocznych dla wszystkich stanowisk pozamiejskich wynosiła w 2019 roku $19.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Jest to wartość znacznie niższa od średniej obliczonej dla stacji tła miejskiego i podmiejskiego ($26.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Wartość percentyla $S_{90.4}$ ze stężeń 24-godz. PM_{10} (Rys. 5-51) nie przekroczyła $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na żadnym spośród 13 stanowisk. Najniższą wartość zanotowano w Borsukowiźnie ($23 \mu\text{g}/\text{m}^3$),

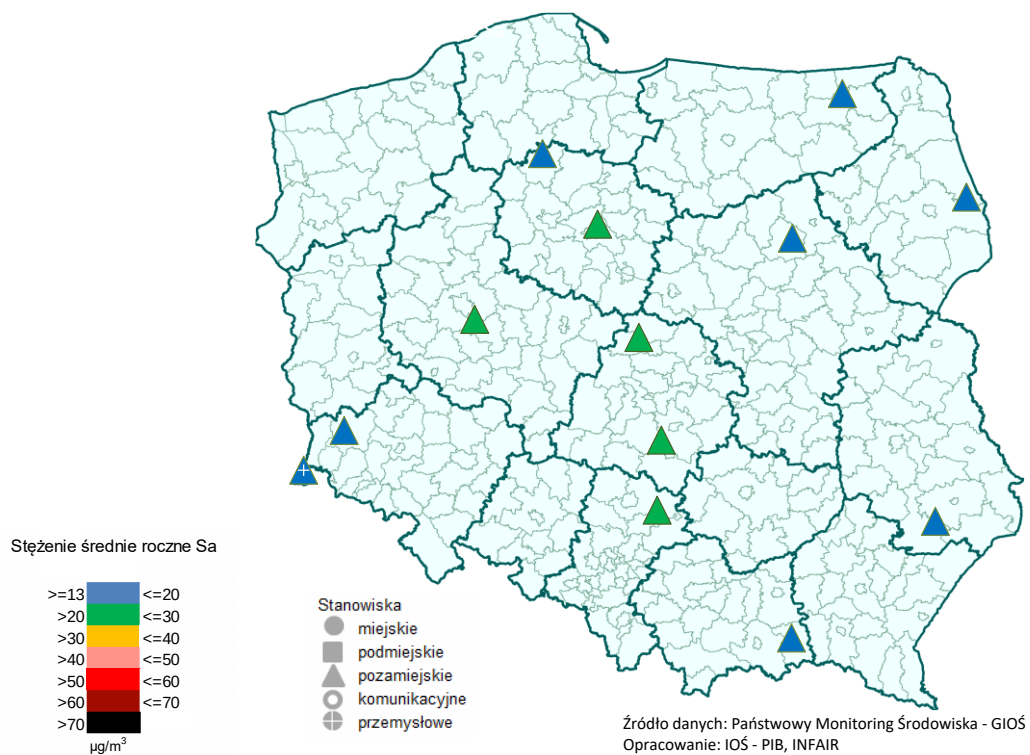
najwyższą w Gajewie ($44 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Tylko w Borsukowiznie nie wystąpiły stężenia S_{24} wyższe od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na pozostałych stacjach pozamiejskich zanotowano od 2 (Zielonka, Puszcza Borecka) do 19 dni (Gajew) przypadków przekroczeń poziomu $\text{D}_{24}=50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 24-godz. PM_{10} (Rys. 5-52).

Omówione wyżej wyniki pomiarów wskazują, że na wszystkich 13 stacjach pozamiejskich w 2019 r. dotrzymane były poziomy dopuszczalne, określone zarówno dla stężeń średnich rocznych jak i dobowych.

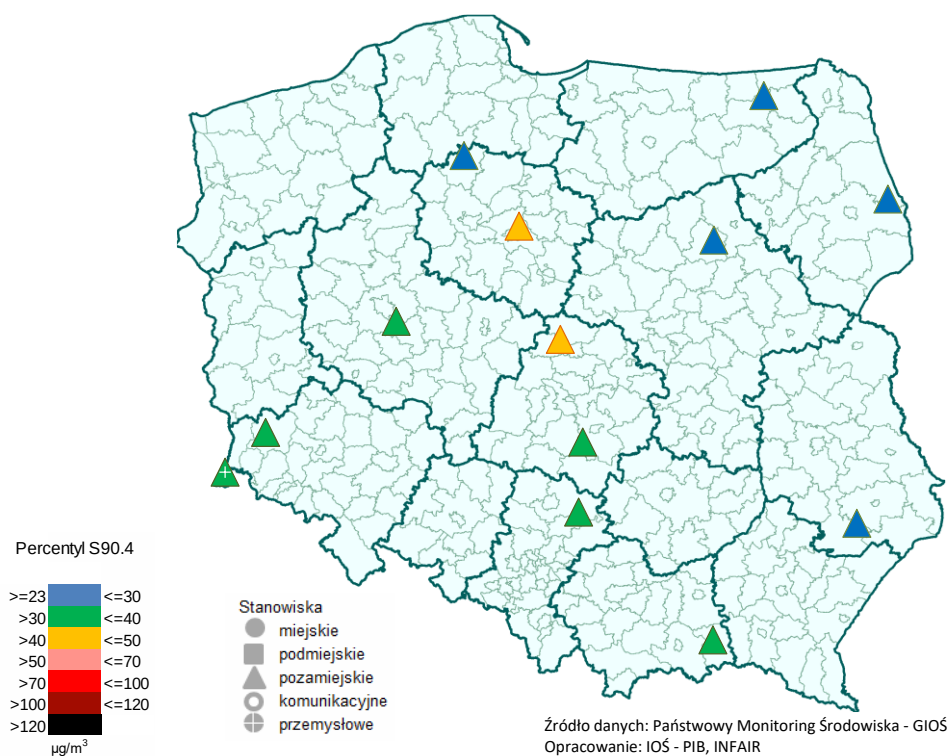
Tabela 5.5-4. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń pyłu PM_{10} na stanowiskach pozamiejskich w 2019 r.

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

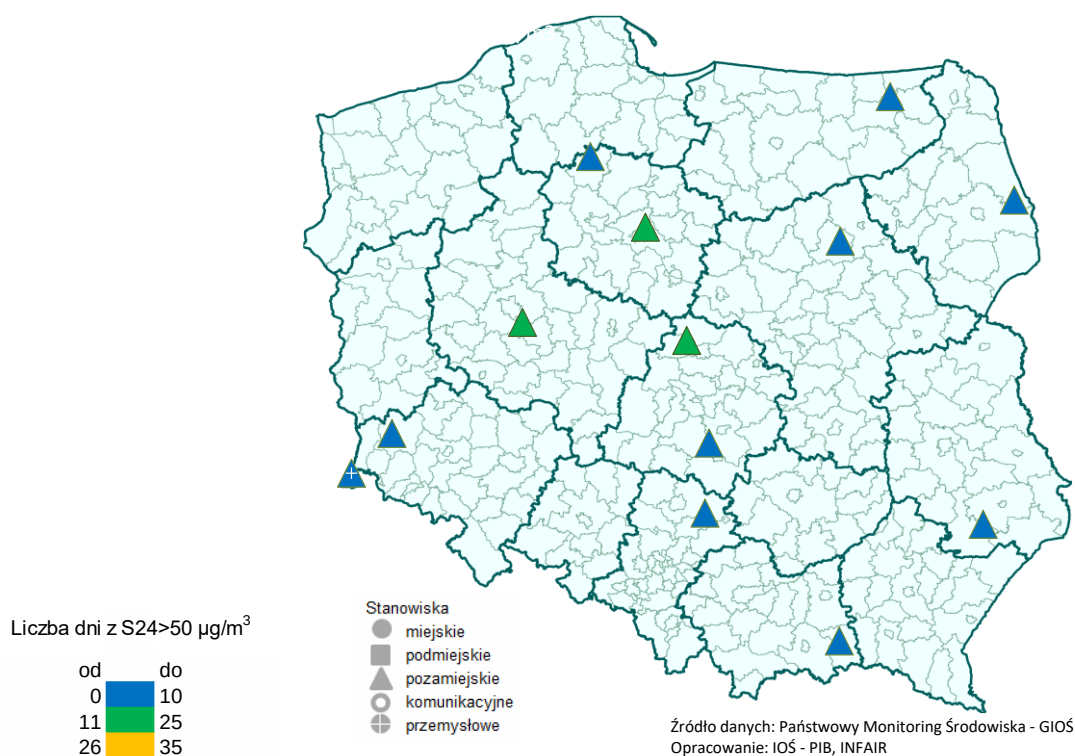
Województwo	Miejscowość	Kod stacji	Typ stanowiska	Stężenie średnie roczne PM_{10}	Percentyl $\text{S}_{90.4}$ ze stężeń 24-godz. PM_{10}	Liczba dni ze stężeniem 24-godz. PM_{10} wyższym od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
				$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
dolnośląskie	Działoszyn	DsDziałoszyn	przemysłowe	19.4	33	4
dolnośląskie	Osieczów	DsOsieczow21	tło	18.4	35	10
kujawsko-pomorskie	Koniczynka	KpKoniczynka	tło	23.4	41	13
kujawsko-pomorskie	Zielonka	KpZielBoryTu	tło	15.4	27	2
lubelskie	Florianka	LbFlorianRPN	tło	17.5	29	3
łódzkie	Gajew	LdGajewUjWod	tło	25.7	44	19
łódzkie	Parzniewice	LdParzniUjWo	tło	22.1	37	7
małopolskie	Szymbark	MpSzymbaGorl	tło	19.0	34	8
mazowieckie	Guty Duże	MzGutyDuCzer	tło	17.1	29	4
podlaskie	Borsukowizna	PdBorsukowiz	tło	12.7	23	0
śląskie	Złoty Potok	SlZlotPotLes	tło	21.7	35	8
warmińsko-mazurskie	Puszcza Borecka	WmPuszczaBor	tło	16.1	29	2
wielkopolskie	Borowiec	WpBoroDrapal	tło	21.6	38	17



Rys. 5-50. Stężenia średnie roczne pyłu PM10 w 2019 r. na stanowiskach pozamiejskich



Rys. 5-51. Percentyl S90.4 z serii pomiarów 24-godz. stężeń pyłu PM10 w 2019 r. na stanowiskach pozamiejskich



Rys. 5-52. Liczba dni w 2019 r. ze stężeniem 24-godz. pyłu PM_{10} wyższym od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ określona na podstawie pomiarów na stanowiskach pozamiejskich

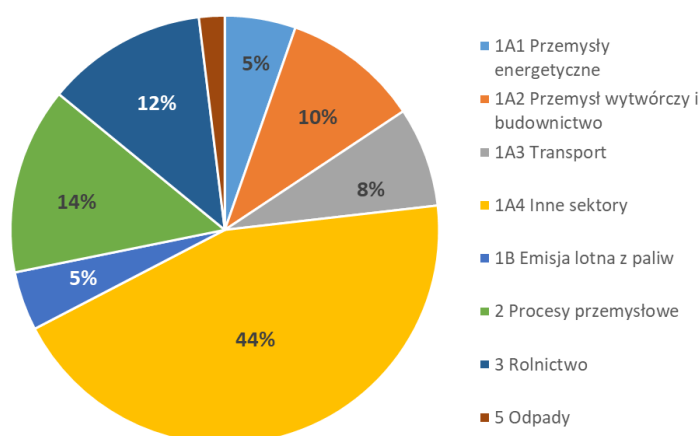
5.6. Przyczyny występowania wysokich stężeń pyłu PM_{10} w Polsce oraz możliwe środki zaradcze

Zgodnie z danymi Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE), głównym źródłem emisji pyłu PM_{10} do atmosfery w Polsce są procesy spalania paliw poza przemysłem i transportem (Rys. 5-53, kategoria 1A4 „Energia/Spalanie paliw/Inne sektory”). Emisja z tych procesów stanowiła ok. 44% całkowitej emisji pyłu z terenu kraju w 2018 r. W tej kategorii największy udział ma emisja z sektora komunalno-bytowego, w tym związana z ogrzewaniem budynków z wykorzystaniem paliw stałych. Emitory związane z indywidualnym ogrzewaniem mieszkań i budynków usytuowane są na obszarach zamieszkałych, emisja zwykle ma miejsce na niewielkiej wysokości nad poziomem gruntu (tzw. niska emisja). W rezultacie emisje te bezpośrednio kształtują poziom zanieczyszczenia w miejscach przebywania ludzi i często mają decydujący wpływ na występowanie przekroczeń poziomów dopuszczalnych pyłu PM_{10} (i $\text{PM}_{2,5}$) na wielu takich obszarach.

Transport drogowy odpowiedzialny jest za ok. 8% krajowej emisji pyłu. Emisje z transportu drogowego mają miejsce na niewielkiej wysokości nad jezdnią. W centralnych częściach miast z gęstą siatką ulic o dużym natężeniu ruchu samochodów oraz w obrębie kanionów ruchliwych ulic, emisja z samochodów ma znaczący wpływ na podwyższenie poziomu stężeń w strefie przebywania i zamieszkiwania ludzi, a niekiedy może być czynnikiem decydującym o wystąpieniu przekroczeń wartości kryterialnych dla pyłu PM_{10} (również $\text{PM}_{2,5}$ i NO_2).

Emisja pyłu PM10 z procesów spalania w przemyśle (10%), procesów produkcyjnych (14%) oraz z sektora produkcji i transformacji energii (5% emisji krajowej) między innymi ze względu na sposób wprowadzania zanieczyszczeń do powietrza (np. wysokie kominy elektrowni), położenie przemysłowych źródeł emisji w stosunku do obszarów z zabudową mieszkaniową (oddalenie) i mniej powszechne występowanie (w porównaniu z emisją z ogrzewania budynków i emisją związaną z komunikacją), w mniejszym stopniu i na mniejszym obszarze przyczyniają się do występowania przekroczeń wartości dopuszczalnych pyłu PM10 niż wymienione wcześniej emisje związane z ogrzewaniem budynków i transportem samochodowym.

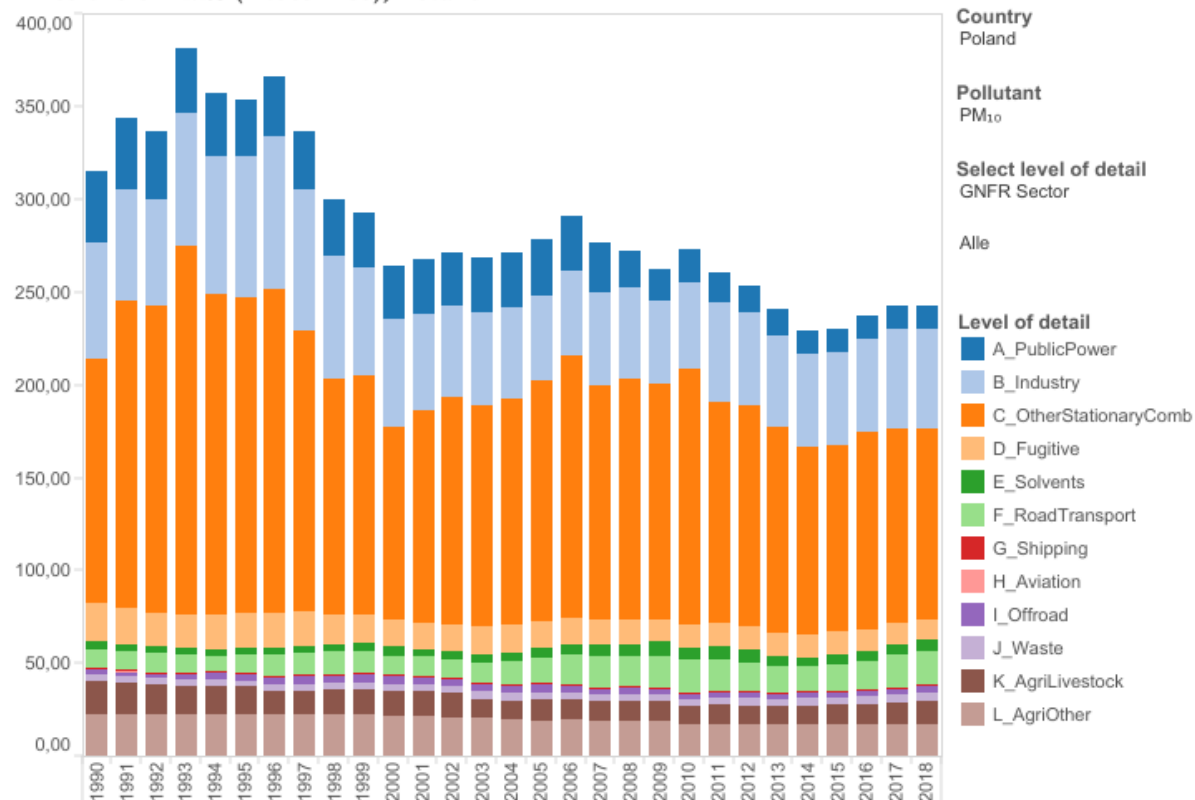
Za 12% emisji PM10 odpowiedzialne jest rolnictwo. Ze względu na rozproszenie emisji w terenie, jej czasowy przebieg i niewielką koncentrację emisji na większości terenów, emisje te mogą powodować podwyższenie stężeń okresowo i na ograniczonym terenie. Stężenia mierzone na stacjach pozamiejskich są znacznie niższe niż w miastach.



Rys. 5-53. Udział istotnych sektorów w emisji pyłu PM10 w Polsce w roku 2018.

Źródło: Ministerstwo Klimatu 2020

Emissions of PM₁₀ (kilotonnes), Poland



The data presented in this data viewer uses the GNFR14 and NFR14 nomenclature and is the officially reported data submitted up to 30 September 2020.

Rys. 5-54. Emisja pyłu PM₁₀ z Polski w latach 1990-2018.

Źródło: <https://www.ceip.at/data-viewer>

Emisja pierwotnego pyłu PM₁₀ w Polsce w 2018 r. wynosiła 243 tys. Mg/rok. Jak wspomniano wyżej, największy udział w emisji pyłu PM₁₀ (44%) mają procesy spalania paliw poza przemysłem (Rys. 5-53, kategoria „Energia/Spalanie paliw/Inne sektory”). Jest to głównie emisja zanieczyszczeń związana ze spalaniem paliw stałych w celu ogrzewania budynków i zaspokojenia innych potrzeb bytowych. Wielkość rocznej emisji zanieczyszczeń z tego sektora zależna jest między innymi od warunków pogodowych w danym roku – długości trwania sezonu grzewczego oraz temperatury powietrza w tym sezonie. W 2006 r. emisja PM₁₀ z procesów spalania poza przemysłem, ze względu na warunki meteorologiczne w sezonie chłodnym, była większa niż w innych latach okresu 2000-2017. W rezultacie całkowita emisja roczna PM₁₀ w 2006 r. była najwyższa spośród emisji rocznych z lat 2000-2018 (Rys. 5-54) i w związku z tym stężenia PM₁₀ w wielu miejscach w Polsce były w tym roku najwyższe (Rys. 5-43, Rys. 5-46). Emisja pyłu PM₁₀ z terenu Polski w latach 2014-2018 była znacząco niższa niż w ostatnim dziesięcioleciu XX wieku. Zauważalny jest trend spadkowy emisji PM₁₀ (mimo iż emisja PM₁₀ w 2016 i 2017 r. była wyższa niż rok wcześniej, a emisja 2018 r. zbliżona do emisji z roku poprzedniego), trend zaburzony przez wzrosty emisji w latach z ostrzejszymi zimami (2006 r., 2010 r.).

Zgodnie z analizami wojewódzkich inspektoratów ochrony środowiska i Regionalnych Wydziałów Monitoringu Środowiska GIOŚ zawartymi w wykonywanych co roku ocenach jakości powietrza oraz na podstawie innych analiz można przyjąć, że w miejscach z najwyższymi stężeniami PM10 w Polsce, na poziom zanieczyszczenia powietrza największy wpływ ma z reguły emisja pyłu pierwotnego z niskich źródeł, związana ze spalaniem paliw stałych w celach grzewczych i bytowych. Drugą kategorią źródeł emisji mającą znaczący wpływ na poziom stężeń PM10 jest transport drogowy. Emitory związane z indywidualnym ogrzewaniem mieszkań i budynków usytuowane są na niewielkich wysokościach nad poziomem gruntu, przez co bezpośrednio kształtują poziom zanieczyszczenia w miejscach przebywania ludzi. Emisje z transportu drogowego także zachodzą na niewielkiej wysokości z sieci dróg i ulic i, w związku z tym, również mają znaczący wpływ na podwyższenie poziomu stężeń w strefie przebywania i zamieszkiwania ludzi.

Poprawę jakości powietrza w zakresie pyłu PM10 można uzyskać poprzez znaczące ograniczenie emisji przede wszystkim z wymienionych wyżej dwóch kategorii źródeł, nie pomijając ograniczenia emisji z innych kategorii źródeł, w tym ze źródeł punktowych, będących znaczącymi emitentami zarówno pyłu, jak i prekursorów pyłu.

Do ograniczenia tzw. niskiej emisji komunalno-bytowej prowadzi szereg działań o charakterze technicznym, administracyjnym, organizacyjnym, ekonomicznym itp. Istotną rolę w kreowaniu odpowiednich postaw i podejmowania odpowiednich decyzji odgrywa poziom świadomości i edukacji ekologicznej. Część z wymienionych działań została już zrealizowana np. poprzez zmiany legislacyjne. Wybrane działania są również przedmiotem wdrażanych rozwiązań administracyjno-organizacyjnych na poziomie krajowym oraz regionalnym i lokalnym, włączając w to np. programy ochrony powietrza oraz plany działań długoterminowych opracowywane na mocy art. 91 i 92 ustawy – Prawo ochrony środowiska, programy wsparcia finansowego, programy rozwojowe czy administracyjne środki zarządczo-kontrolne. Więcej informacji na temat opracowanych programów ochrony powietrza oraz planów działań krótkoterminowych można znaleźć, między innymi, na Portalu Jakości Powietrza GIOŚ¹¹.

Do kluczowych działań w zakresie ograniczania tzw. niskiej emisji można zaliczyć:

1. Wprowadzenie standardów jakościowych dla paliw stałych

Celem działań dotyczących standardów paliw wykorzystywanych, między innymi na potrzeby ogrzewania, jest ograniczenie emisyjności związanej z ich spalaniem i w konsekwencji zmniejszenie poziomu zanieczyszczeń w powietrzu. Przykładem jest rozporządzenie Ministra Energii z dnia 27 września 2018 r. w sprawie wymagań jakościowych dla paliw stałych¹². Odnosi się ono do różnego typu paliw: węgla kamiennego, brykietów lub peletów o różnych sortymentach oraz paliw otrzymanych

¹¹ http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/content/air_protection_programs

¹² Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 27 września 2018 r. w sprawie wymagań jakościowych dla paliw stałych (Dz. U. 2018 r. poz. 1890)

w procesie przeróbki termicznej węgla kamiennego lub brunatnego. Zdefiniowano w nim minimalne i maksymalne dopuszczalne wartości wybranych parametrów jakościowych, np. zawartości: popiołu, siarki całkowitej, wilgoci całkowitej, wartości opałowej, zdolności spiekania czy wymiarów ziaren.

Rozporządzenie to zostało wydane na podstawie ustawy z dnia 25 sierpnia 2006 r. o systemie monitorowania i kontrolowania jakości paliw, która była zmieniana, między innymi, w 2018 roku¹³. Z zagadnieniem tym wiążą się również inne akty wykonawcze, opublikowane w roku 2018, które dotyczą: metod badania jakości paliw stałych¹⁴, sposobu pobierania próbek paliw stałych¹⁵ oraz wzoru świadectwa jakości paliw stałych¹⁶.

2. Wprowadzenie i kontrola standardów emisyjnych dla kotłów stosowanych w indywidualnym ogrzewaniu budynków

Celem działania, podobnie jak w przypadku standardów odnoszących się do paliw stałych, jest ograniczenie bezpośredniej emisji zanieczyszczeń z indywidualnych systemów ogrzewania. W 2017 r. wprowadzono, na drodze rozporządzenia Ministra Rozwoju i Finansów, szczegółowe wymagania dla wprowadzanych do obrotu i do użytkowania kotłów na paliwo stałe o znamionowej mocy cieplnej nie większej niż 500 kW¹⁷. W 2019 r. wydano rozporządzenie aktualizujące dokument z 2017 roku¹⁸, w którym określono szczegółowe wymagania dla wprowadzanych do obrotu kotłów wchodzących w skład zestawów zawierających kocioł na paliwo stałe, ogrzewacze dodatkowe, regulatory temperatury i urządzenia słoneczne, Rozporządzenie określa m.in. wymagania w zakresie granicznych wartości emisji oraz granicznych wartości sprawności cieplnej nie mniejszej niż 87% (w tym: w przypadku kotłów wielopaleniskowych oraz kotłów przeznaczonych do zasilania więcej niż jednym rodzajem paliwa stałego – obowiązek spełnienia tych wymagań dla wszystkich rodzajów palenisk oraz paliw stałych zalecanych przez producenta).

3. Dofinansowanie modernizacji indywidualnych systemów grzewczych

Działania należące do tej grupy mają na celu ograniczenie emisji zanieczyszczeń pochodzących z sektora komunalno-bytowego, poprzez zastępowanie starych, nisko

¹³ Dz. U. z 2018 r. poz. 427, 650, 1654 i 1669

¹⁴ Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 27 września 2018 r. w sprawie metod badania jakości paliw stałych (Dz. U. 2018 r. poz. 1893)

¹⁵ Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 27 września 2018 r. w sprawie sposobu pobierania próbek paliw stałych (Dz. U. 2018 r. poz. 1891)

¹⁶ Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 27 września 2018 r. w sprawie wzoru świadectwa jakości paliw stałych (Dz. U. 2018 r. poz. 1892)

¹⁷ Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 1 sierpnia 2017 r. w sprawie wymagań dla kotłów na paliwo stałe (Dz.U. 2017 r. poz. 1690).

¹⁸ Rozporządzenie Ministra Przedsiębiorczości i Technologii z dnia 21 lutego 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wymagań dla kotłów na paliwo stałe (Dz.U. 2019 r. poz. 363).

sprawnych, kotłów i pieców przez niskoemisyjne kotły nowego typu, w powiązaniu ze zmianą paliwa na lepszej jakości. Działania te wiążą się z promowaniem wymiany pieców i kotłów na paliwa stałe na inne źródła ciepła, mniej uciążliwe dla środowiska (gaz ziemny i płynny, lekki olej opałowy, źródła geotermalne, pompy ciepła, kolektory słoneczne, instalacje fotowoltaiczne), poprzez wsparcie finansowe oraz popularyzację wiedzy na ten temat. Działania zmierzają do stopniowej likwidacji nieefektywnych źródeł ciepła. Istotnym elementem związanym z ograniczaniem emisyjności jest również finansowe wspieranie termoizolacji budynków.

Wyrazem działań o charakterze finansowo-promocyjnym jest prowadzony przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej program „Czyste Powietrze”¹⁹. Jest on skierowany do osób fizycznych i ma na celu poprawę efektywności energetycznej oraz zmniejszenie lub uniknięcie emisji pyłów i innych zanieczyszczeń wprowadzanych do atmosfery przez domy jednorodzinne. Realizacja programu, przewidziana na lata 2018 – 2029, ma formę dotacji i/lub pożyczki uzależnionych od wysokości średniego miesięcznego dochodu na osobę w gospodarstwie domowym.

Dofinansowanie przyznane w ramach programu „Czyste Powietrze” może obejmować inwestycje z następującego zakresu:

- demontaż starych źródeł ciepła na paliwa stałe oraz zakup i montaż nowych źródeł ciepła spełniających wymagania programu;
- docieplenie przegród budynku;
- wymianę stolarki okiennej i drzwiowej;
- wymianę instalacji centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej;
- instalację odnawialnych źródeł energii (kolektorów słonecznych i instalacji fotowoltaicznej);
- montaż wentylacji mechanicznej wraz z odzyskiem ciepła.

Wymiana lub montaż indywidualnego źródła ciepła w ramach programu „Czyste Powietrze” są możliwe, gdy nie jest możliwe podłączenie budynku do sieci ciepłowniczej na danym obszarze lub nie jest ono uzasadnione ekonomicznie. Dodatkowo, warunkiem montażu kotła na paliwo stałe, jest brak możliwości podłączenia lub brak uzasadnienia ekonomicznego podłączenia do sieci dystrybucji gazu.

Programy wsparcia finansowego inwestycji wymiany indywidualnych nieefektywnych urządzeń grzewczych są realizowane również przez samorządy lokalne. Przykładem jest Warszawa, gdzie przyjęta została Uchwała Rady m.st. Warszawy z dnia 28.03.2019 r. w sprawie zasad udzielania dotacji celowej na finansowanie lub dofinansowanie inwestycji na terenie m.st. Warszawy, służących ochronie środowiska

¹⁹ <https://czystepowietrze.gov.pl>

i gospodarce wodnej²⁰. Weszła ona w życie w dniu 30.04.2019 r. Ze środków budżetu m.st. Warszawy w celu ograniczenia niskiej emisji mogą być udzielane dotacje na modernizację kotłowni, tj. trwałą likwidację kotłów lub palenisk na paliwo stałe albo olej opałowy i zastąpienie ich przez nowe źródło ciepła opalone paliwem gazowym. Możliwa jest również trwała likwidację dotychczas wykorzystywanych źródeł ciepła i wykonanie indywidualnego węzła cieplnego z jednoczesnym podłączeniem go do sieci ciepłowniczej. Dotacją tą mogą być tu objęte tylko nowe instalacje i urządzenia.

4. Utworzenie bazy urządzeń grzewczych spełniających wymagania programu priorytetowego „Czyste Powietrze”

Kolejnym przykładem działania wspierającego realizację celu zmniejszenia emisyjności sektora komunalno-bytowego jest uruchomienie w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym bazy urządzeń grzewczych spełniających wymagania programu priorytetowego „Czyste Powietrze”. Została ona wdrożona w ramach programu priorytetowego „Wsparcie Ministra Środowiska w zakresie realizacji polityki ochrony środowiska” finansowanego ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW). Baza ta zawiera informacje o będących na rynku urządzeniach grzewczych na paliwa stałe, ciekłe i gazowe, a także urządzenia wykorzystujące odnawialne źródła energii. Umożliwia ona beneficjentom Programu „Czyste Powietrze” właściwy dobór urządzeń grzewczych i tym samym upraszcza proces składania, a następnie rozpatrywania przedkładanych wniosków przez Wojewódzkie Fundusze Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz samorządy uczestniczące w Programie.²¹

5. Podniesienie poziomu wiedzy ekologicznej ludności, promowanie zachowań proekologicznych

Istotnym elementem realizacji celu ograniczania wielkości emisji do powietrza zanieczyszczeń pochodzących z indywidualnych systemów ogrzewania są działania edukacyjne i promocyjne. Zmierzą one do podniesienia świadomości związanej z zagrożeniami zdrowotnymi wynikającymi z zanieczyszczenia powietrza oraz możliwościami ograniczania emisji. Przykładem działalności tego typu są kampanie społeczne, prowadzone zarówno przez instytucje rządowe, samorządy lokalne, jak i organizacje pozarządowe. Należą do nich, na przykład: kampania „Czyste Powietrze” realizowana przez Ministerstwo Środowiska, ogólnopolska kampania na rzecz kształtowania odpowiedzialnych postaw społecznych w kontekście troski o czyste powietrze StopSmog zrealizowana ze środków Mechanizmu Finansowego EOG 2009-2014 w ramach Funduszu Współpracy Dwustronnej na poziomie Programu

²⁰ Uchwała nr X/197/2019 Rady m.st. Warszawy z dnia 28.03.2019 r. w sprawie zasad udzielania dotacji celowej na finansowanie lub dofinansowanie inwestycji na terenie m.st. Warszawy, służących ochronie środowiska i gospodarce wodnej

²¹ <https://czyste-urzadzenia.ios.edu.pl/> (docelowo: <https://lista-zum.ios.edu.pl>)

Operacyjnego PL04²², czy projekt realizowany w ramach Narodowego Programu Zdrowia Ministerstwa Zdrowia pn. „Czas na czyste powietrze”²³. Część działań o charakterze edukacyjnym, prowadzonych przez różnego typu organizacje społeczne i jednostki oświatowe, jest dofinansowywanych ze środków krajowych, np. pochodzących z Narodowego Funduszy Ochrony Środowiska lub funduszy wojewódzkich czy samorządów lokalnych.

6. Wprowadzanie lokalnych ograniczeń w zakresie stosowania paliw stałych do ogrzewania budynków i podgrzewania wody użytkowej oraz urządzeń grzewczych na paliwa stałe

Część z wymienionych w poprzednich punktach działań zmierzających do ograniczenia emisji zanieczyszczeń z sektora komunalno-bytowego została uwzględniona w przyjmowanych na poziomie województw uchwał antysmogowych. Zgodnie z zapisami art. 96. ustawy – Poś „sejmik województwa może, w drodze uchwały, w celu zapobieżenia negatywnemu oddziaływaniu na środowisko lub na zabytki określić dla terenu województwa bądź jego części rodzaje lub jakość paliw dopuszczonych do stosowania, a także sposób realizacji i kontroli tego obowiązku”. Uchwały antysmogowe są aktami prawa miejscowego. Podmiotami uprawnionymi do kontroli mieszkańców są organy samorządowe: wójtowie, burmistrzowie i prezydenci miast oraz upoważnieni przez nich pracownicy urzędów gmin lub straży gminnych. Uprawnieniami kontrolnymi oraz możliwością nakładania mandatów karnych dysponuje również Policja, a w przypadku podmiotów prowadzących działalność gospodarczą Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska.

Aktualnie uchwały antysmogowe zostały przyjęte dla następujących województw lub ich części (odnośniki do poszczególnych dokumentach zamieszczone w przypisach są aktualne i aktywne na dzień opracowywania niniejszego raportu):

- małopolskiego - uchwała z dnia 23 stycznia 2017 r.,^{24 25}
- śląskiego - uchwała z dnia 7 kwietnia 2017 r.²⁶
- dolnośląskiego - uchwała z dnia 30 listopada 2017 r.²⁷
- mazowieckiego - uchwała z dnia 24 października 2017 r.²⁸
- łódzkiego - uchwała z dnia 24 października 2017 r.²⁹
- wielkopolskiego - uchwała z dnia 18 grudnia 2017 r.³⁰

²² <http://ios.edu.pl/projekt/kampania-edukacyjna-stop-smog/>

²³ <https://czasnaczystepowietrze.pl/>

²⁴ http://edziennik.malopolska.uw.gov.pl/WDU_K/2017/787/akt.pdf

²⁵ <https://bip.malopolska.pl/umwm/Article/get/id,1159347.html>

²⁶ <https://archiwum-bip.slaskie.pl/dokumenty/2017/04/10/1491823372.pdf>

²⁷ http://bip.umwd.dolnyslask.pl/dokument_druk.php?iddok=42335&idmp=14&r=r

²⁸ http://www.edziennik.mazowieckie.pl/WDU_W/2017/9600/akt.pdf

²⁹ <http://dziennik.lodzkie.eu/GetActPdf.ashx?year=2017&book=0&position=4549>

³⁰ [https://www.umww.pl/attachments/article/53903/uchwa%C5%82a%20antysmogowa%20-%20woj.%20wielkopolskaie%20\(bez%20Kalisza%20i%20Poznania\).pdf](https://www.umww.pl/attachments/article/53903/uchwa%C5%82a%20antysmogowa%20-%20woj.%20wielkopolskaie%20(bez%20Kalisza%20i%20Poznania).pdf)

- opolskiego - 26 września 2017 r.³¹
- podkarpackiego - uchwała z dnia 23 kwietnia 2018 r.³²
- lubuskiego - uchwała z dnia 18 czerwca 2018 r.³³
- zachodniopomorskiego - uchwała z dnia 26 września 2018 r.³⁴
- kujawsko-pomorskiego - uchwała z dnia 24 czerwca 2019 r.³⁵
- pomorskiego (dla miasta Sopot) - uchwała z dnia 24 lutego 2020 r.³⁶
- świętokrzyskiego - uchwała z dnia 29 czerwca 2020 r.³⁷

Zakres ograniczeń wprowadzanych poszczególnymi uchwałami antysmogowymi, a także terminy ich wejścia w życie są różne. Część z zapisów dotyczy całych obszarów województw, natomiast niektóre odnoszą się do określonych ich obszarów (np. objętych ochroną uzdrowiskową) lub miast. Generalnie uchwały obejmują, między innymi, ograniczenia w zakresie (w różnym zakresie i stopniu w poszczególnych dokumentach):

- dopuszczalnego udziału masowego określonych frakcji ziaren węgla kamiennego i/lub brunatnego wykorzystywanego na cele grzewcze,
- zakazu wykorzystania paliw opartych na węglu brunatnym,
- zakazu stosowania mułów i flotokoncentratów oraz mieszanek z ich udziałem na cele ogrzewania,
- dopuszczalnej wilgotności drewna,
- wymagań jakościowych względem kotłów, pieców i kominków.

Przykładem są obowiązujące przepisy zakazujące stosowania paliw stałych od 1 września 2019 roku na obszarze Krakowa³⁸. W ich rezultacie w Krakowie dopuszczone jest stosowanie wyłącznie paliw gazowych lub lekkiego oleju opałowego w instalacjach spalania. Należy podkreślić, że przepisy te dotyczą również wytwarzania ciepła na cele niegrzewcze i nie ograniczają się wyłącznie do budynków prywatnych. Obejmują one również okazjonalne używanie kominków, ogrzewanie budynków gospodarczych, instytucji publicznych, szklarni i tuneli, a także suszarni i obiektów gastronomicznych.

³¹ <https://bip.opolskie.pl/wp-content/uploads/2017/09/367-uch-antysmogowa-1.pdf>

³² <http://www.bip.podkarpackie.pl/attachments/article/4055/Uchwa%C5%82a%20Nr%20LII%20869%2018%20Sejmiku%20Wojew%C3%B3dztawa%20Podkarpackiego.pdf>

³³ http://bip.lubuskie.pl/228/2480/Uchwały_Antysmogowe/

³⁴ http://www.srodowisko.wzp.pl/sites/default/files/uchwala_antysmogowa_xxx_540_18.pdf

³⁵ <https://bip.kujawsko-pomorskie.pl/uchwala-antysmogowa-3/>

³⁶ <https://www.bip.pomorskie.eu/a,63117,w-sprawie-wprowadzenia-na-obszarze-gminy-miasta-sopotu-ograniczen-i-zakazow-w-zakresie-eksploatacji-.html>

³⁷ <http://bip.sejmik.kielce.pl/download/75302-uchwala-nr-xxii-292-20/825-uchwaly-sejmiku-województwa-swietokrzyskiego-vi-kadencji-lata-2018-2023/7859-uchwaly-sejmiku-województwa-swietokrzyskiego-vi-kadencji-2020-rok.html>

³⁸ Uchwała Nr XVIII/243/16 Sejmiku Województwa Małopolskiego z dnia 15 stycznia 2016 r. w sprawie wprowadzenia na obszarze Gminy Miejskiej Kraków ograniczeń w zakresie eksploatacji instalacji, w których następuje spalanie paliw

7. Rozwój technologii nowych paliw niskoemisyjnych i bezemisyjnych oraz alternatywnych źródeł energii

Działania naukowe oraz wdrożeniowe, realizowane przez jednostki badawcze oraz przedsiębiorstwa komercyjne, związane z opracowywaniem i rozwojem technologii nowych paliw, mają również na celu zmniejszenie emisji zanieczyszczeń towarzyszących ich spalaniu. Część prac badawczych jest ukierunkowana na podnoszenie efektywności oraz ekonomicznej dostępności alternatywnych źródeł energii, które mogłyby być wdrażane na potrzeby indywidualnego ogrzewania nowych budynków lub zastępować tradycyjne systemy wykorzystujące spalanie paliw stałych.

8. Wdrażanie prawodawstwa wymuszającego zmniejszenie zużycia energii w budynkach mieszkalnych i innych, poprzez zmiany w ich projektowaniu oraz budowie i promowanie budownictwa energooszczędnego i pasywnego

Przykładem prawnego aktu wykonawczego dotyczącego działań tego typu jest opublikowane w 2017 roku rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie³⁹.

9. Rozwój i modernizacja systemów zaopatrzenia w ciepło sieciowe

Zaopatrzenie odbiorców indywidualnych w ciepło sieciowe, generowane w przedsiębiorstwach ciepłowniczych wyposażonych w odpowiednie systemy redukcji emisji zanieczyszczeń, sprzyja znaczącemu ograniczeniu stężenia zanieczyszczeń w powietrzu. Prowadzi ono do eliminacji lokalnej emisji, związanej głównie ze spalaniem paliw stałych, a także sprzyja niepowstawaniu emisji tego typu z nowych budynków i osiedli. Z działaniami czysto technicznymi, związanymi z rozbudową sieci dystrybucyjnych, wiążą się ściśle wymagania i ograniczenia prawne zapisane w przepisach lokalnych i krajowych, a także działania o charakterze finansowym, wspierające podłączenie indywidualnych odbiorców do sieci.

10. Rozbudowa systemów dystrybucji sieciowego gazu ziemnego

Spalanie gazu ziemnego na potrzeby ogrzewania budynków oraz zapewnienia ciepłej wody użytkowej wiąże się ze znacząco niższą emisją zanieczyszczeń, niż w przypadku wykorzystywania na te cele spalania paliw stałych. W związku z tym istotny jest rozwój systemów sieciowej dystrybucji gazu, co sprzyja podniesieniu dostępności tego typu paliwa i zmniejszeniu kosztów jego użycia, w porównaniu z układami indywidualnej dystrybucji i przechowywania gazu w zbiornikach przydomowych.

11. Ograniczanie spalania odpadów roślinnych

³⁹ Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2017 poz. 2285)

Zmniejszeniu poziomu zanieczyszczenia powietrza pyłem oraz zawartymi w nim substancjami sprzyja ograniczanie i eliminacja spalania odpadów roślinnych, zwłaszcza w okresach, w których występuje podwyższone stężenie zanieczyszczeń (np. w sezonie jesienno-zimowym, spowodowane aktywnością innych źródeł emisji oraz niekorzystnymi warunkami meteorologicznymi). Ograniczenia te mogą być realizowane np. poprzez wprowadzenie do regulaminów porządku publicznego zakazu spalania odpadów roślinnych (np. ściętej trawy, liści, chwastów, świeżo ściętych gałęzi, ścinków z żywopłotów itp.) z przydomowych ogródków i z ogródków działkowych oraz zorganizowanie systemu odbioru odpadów zielonych. Wprowadzony może być również zakaz spalania resztek roślinnych na polach. Zapisy dotyczące ograniczeń tego typu mogą znajdować się również w programach działań krótkoterminowych opracowywanych, razem z programami ochrony powietrza, dla stref, w których wystąpiły przekroczenia poziomów dopuszczalnych lub docelowych stężenia zanieczyszczeń w powietrzu.

Ograniczeniu emisji pyłu PM10 (i PM2,5) związanej z transportem drogowym służą różnego typu działania o charakterze technicznym, organizacyjnym i finansowym, z których wiele jest również wdrażanych w Polsce. Do działań tego typu można zaliczyć, między innymi:

1. Rozwój i wspieranie systemów transportu publicznego (w tym z taborem niskoemisyjnym)

Celem tego typu działań jest pośrednie ograniczenie intensywności ruchu pojazdów indywidualnych na rzecz transportu publicznego. Tego typu działania podejmowane są głównie na szczeblu lokalnym w ramach Miejskich Polityk Transportowych, czy Polityk Mobilności oraz wspieranych przez NFOŚiGW Gminnych Strategii Elektromobilności.

2. Wdrażanie systemów organizacji ruchu prowadzących do ograniczenia emisji zanieczyszczeń z pojazdów drogowych

Celem budowy i wdrażania rozwiązań technicznych, tzw. inteligentnych systemów transportowych (ITS) jest, między innymi, zmniejszenie emisji zanieczyszczeń do powietrza, poprzez np. właściwe rozłożenie potoków ruchu. Jest to istotne zwłaszcza w sytuacjach epizodów wysokich stężeń pyłu, spowodowanych np. warunkami meteorologicznymi. Realizowane jest to poprzez zwiększenie płynności ruchu i zmniejszenie kongestii, sterowanie utrzymaniu prędkością przejazdów a także dostarczanie odpowiednich bieżących informacji kierowcom dotyczących np. warunków ruchu i sugestii określonych zachowań. Istotne są również rozwiązania wspierające uprzywilejowanie pojazdów transportu zbiorowego, czy zarządzanie miejscami parkingowymi w mieście, które w połączeniu z przekazywaniem informacji kierowcom może prowadzić do zmniejszenia zbędnego ruchu związanego z ich poszukiwaniem.

Rozwiązania ITS zostały wdrożone w części polskich miast, w kilku innych są aktualnie projektowane i budowane. Mogą być one elementem wcielania w życie coraz bardziej popularnej idei tzw. „Smart City”. Jej celem jest zwiększenie efektywności zarządzania miastem (w tym zarządzania jakością powietrza) i w konsekwencji podniesienia jakości życia mieszkańców. Jest to realizowane poprzez wykorzystanie odpowiednich rozwiązań technicznych i organizacyjnych, a także dostarczenie oraz przetwarzanie i wykorzystanie szeregu różnego rodzaju danych i informacji.

3. Wydzielanie w miastach stref dla ruchu pieszego z ograniczonym dostępem pojazdów samochodowych (LEZ – *ang. Low Emission Zones*); wprowadzanie opłat za wjazd do wydzielonych części centralnych miast, opłat uzależnionych od klasy uciążliwości pojazdu

Przepisów w tym zakresie w Polsce obecnie nie ma, jednak samorządy miast mających problemy z jakością powietrza, w oparciu o Ustawę o elektromobilności⁴⁰ mogą ustanowić na swoim terenie strefy ograniczonego wjazdu. Ustawa ta określa:

- zasady rozwoju i funkcjonowania infrastruktury służącej do wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie, w tym wymagania techniczne, jakie ma spełniać ta infrastruktura;
- obowiązki podmiotów publicznych w zakresie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych;
- obowiązki informacyjne w zakresie paliw alternatywnych;
- warunki funkcjonowania stref czystego transportu;
- krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych oraz sposób ich realizacji.

4. Organizacja stref płatnego parkowania z dostateczną liczbą miejsc parkingowych

Presja związana z intensywnym ruchem pojazdów samochodowych i pochodzącą z nich emisją zanieczyszczeń ma z reguły największe znaczenie w centralnych rejonach większych miast. Opisywane tu działania zmierzają do ograniczenia poziomu tych zanieczyszczeń i związanych z nimi zagrożeń, głównie dotyczących zdrowia mieszkańców. Sprzyjać temu może np. wprowadzenie opłat za parkowanie czy zniechęcające do wjazdu samochodami osobowymi do centralnych części miast. Zamiany w organizacji stref płatnego parkowania powinny być wdrażane przy jednoczesnym promowaniu i wspieraniu wykorzystania innych środków transportu, w tym komunikacji zbiorowej (kolej, metro, tramwaj, autobus itp.) oraz bezemisyjnego transportu indywidualnego (rowery, hulajnogi zwykłe i elektryczne, inne pojazdy wspomagane elektrycznie itp.) lub połączenia obu tych kategorii środków transportu.

⁴⁰ Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. z 2020 r. poz. 908, 1086)

Dla samochodów, które mimo opłat parkingowych wjechały do miasta, powinna być zapewniona dostateczna liczba miejsc parkingowych, aby ograniczać emisję generowaną przez dodatkowy ruch związany z poszukiwaniem wolnych miejsc. Pomóc w tym mogą m.in. nowoczesne rozwiązania techniczne wspierające szybkie wyszukiwanie wolnych miejsc, np. z wykorzystaniem aplikacji mobilnych oraz automatycznych systemów detekcji zajętości parkingów.

5. Budowa parkingów typu park&ride oraz park&bike na obrzeżach miast

Działanie związane z budową i rozbudową parkingów na obrzeżach miast sprzyja ograniczaniu wjazdu samochodów osobowych do ich centrów i wykorzystaniu w zamian środków transportu zbiorowego na potrzeby dotarcia np. do miejsca pracy, nauki lub obiektów handlowych, urzędów czy innych miejsc użyteczności publicznej.

6. Eliminowanie z ruchu pojazdów niespełniających norm emisyjnych

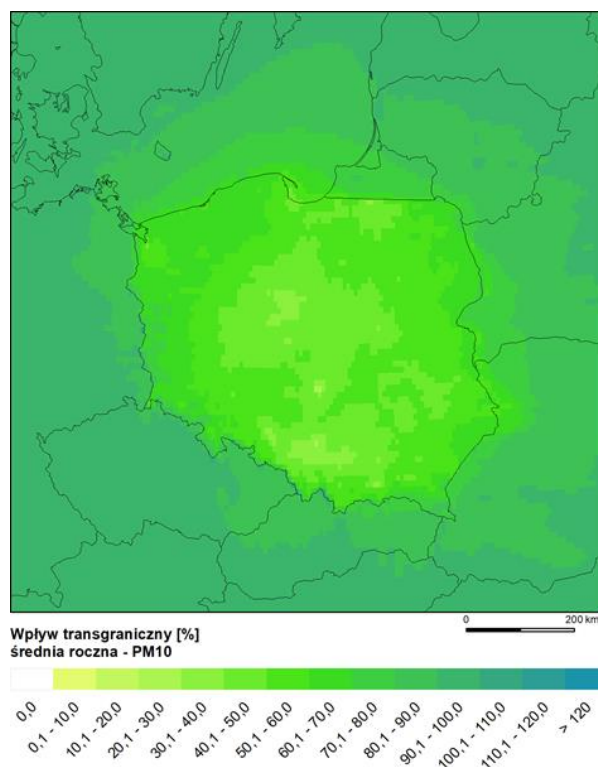
Działania tego typu są ważne ze względu na dość istotny udział w Polsce pojazdów starszego typu. Mogą być one realizowane za pomocą, między innymi, okresowych badań technicznych i kontroli drogowych prowadzonych przez uprawnione służby.

Inne działania sprzyjające ograniczaniu emisji zanieczyszczeń do powietrza z sektora transportu to np.:

- rozbudowa systemu ścieżek rowerowych i wprowadzanie ułatwień ruchu dla rowerzystów;
- system zachęt finansowych do wymiany samochodów na nowe pojazdy niskoemisyjne;
- rozwój infrastruktury technicznej niezbędnej do upowszechnienia samochodów z napędem elektrycznym, hybrydowym lub wodorowym;
- instrumenty skłaniające do ograniczania przewozu ładunków transportem samochodowym na rzecz kolei i transportu wodnego;
- rozwój infrastruktury kolejowej i sieci połączeń kolejowych oraz odpowiednie kształtowanie taryf biletowych w celu zachęty do podróżowania koleją zamiast samochodami osobowymi i autobusami;
- budowa obwodnic miast i miejscowości;
- modernizacja i przebudowa dróg, w tym z zastosowaniem technologii ograniczających emisję ze ścierania nawierzchni drogi.

Na poziom stężeń pyłu w Polsce pewien wpływ mają emisje pyłu i prekursorów pyłu wtórnego ze źródeł emisji znajdujących się poza granicami kraju - Rys. 5-55. Udział źródeł zagranicznych w średnim rocznym stężeniu pyłu PM10 na obszarze Polski w 2019 r. wynosił

od 20% w centrum kraju i na Śląsku do 60% w pobliżu granic Polski (najwięcej w pobliżu granicy zachodniej). Spadek emisji pyłu i prekursorów pyłu z krajów ościennych przyczyni się zatem do ograniczenia poziomu stężeń PM₁₀ na terenie Polski.



Rys. 5-55. Udział zagranicznych źródeł emisji w stężeniu średnim rocznym pyłu PM₁₀ w 2019 roku (na podstawie wyników modelowania). Źródło: IOS-PIB 2020

6. Ocena zanieczyszczenia powietrza pyłem PM_{2,5} w skali kraju

6.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń PM_{2,5}

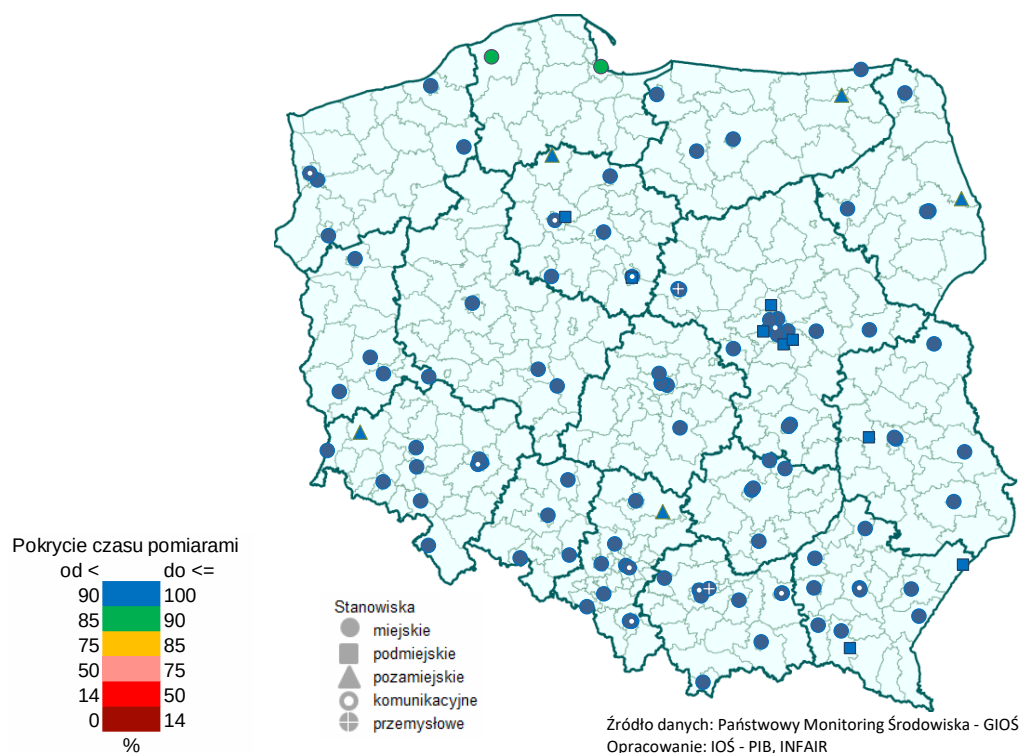
Informacje zawarte w niniejszym rozdziale przygotowano na podstawie serii wyników pomiarów stężeń pyłu PM_{2,5} wykorzystanych przez Regionalne Wydziały Monitoringu Środowiska (RWMS) do opracowania ocen jakości powietrza na terenie poszczególnych województw. Niezbędne informacje pozyskano z zasobów krajowej bazy JPOAT2,0.

Spośród zgromadzonych w bazie JPOAT2,0 danych ze 142 stanowisk pomiarowych PM_{2,5}, na potrzeby oceny jakości powietrza za rok 2019 wykorzystano dane ze 110 stanowisk. Wyniki niewykorzystane w opracowaniu to w większości przypadków wyniki pomiarów z jednego z dwóch stanowisk stężeń PM_{2,5} funkcjonujących na tej samej stacji, na których prowadzone były równoległe pomiary dwiema metodami. Z zasady, w przypadku prowadzenia równoległych pomiarów stężeń dwiema metodami, w niniejszym opracowaniu wykorzystywano wyniki ze stanowiska uwzględnionego przez RWMS przy opracowywaniu rocznej oceny jakości powietrza w strefach.

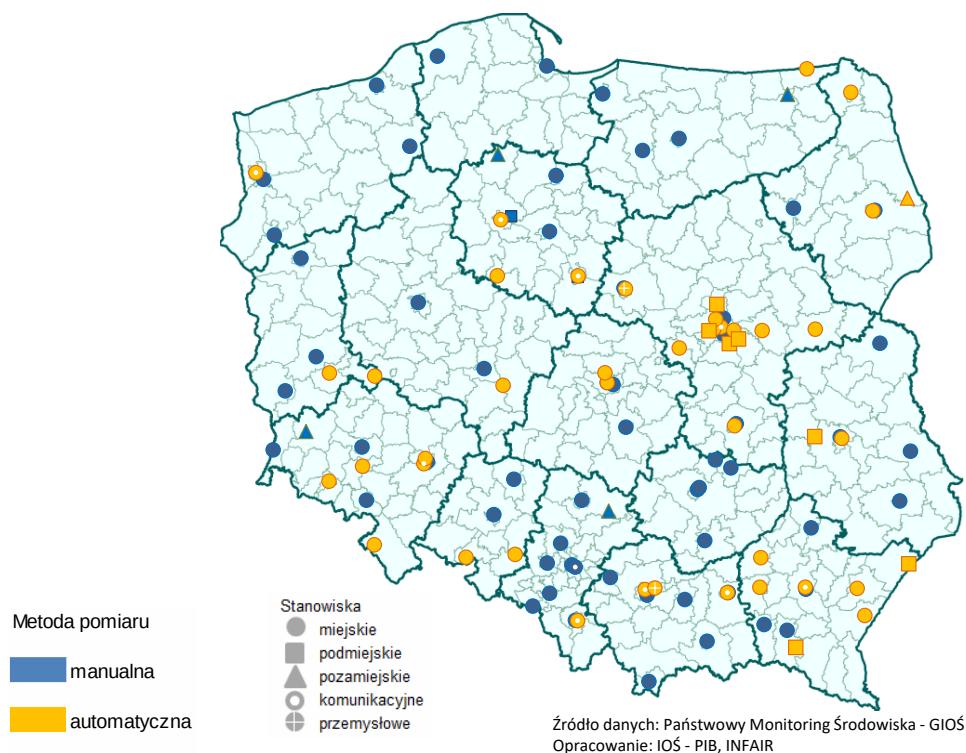
W 2019 r. na wszystkich stanowiskach prowadzone były pomiary manualne codzienne lub ciągle automatyczne. Wszystkie serie wyników pomiarów stężeń pyłu PM_{2,5} uwzględnione w opracowaniu spełniały wymagania dotyczące kompletności serii pomiarowych, pozwalające na prawidłowe obliczanie normowanego stężenia średniego rocznego. W 2019 r. na 108 stanowiskach (ok. 98%) uzyskano pokrycie roku pomiarami przekraczające 90%, a na wszystkich 110 kompletność nie mniejszą niż 85% (Rys. 6-1).

Wśród stanowisk pomiarowych przeważały zlokalizowane na obszarach miast – 96 stanowisk, w tym 85 tła miejskiego, 10 komunikacyjnych i jedno zlokalizowane w strefie oddziaływania przemysłu. Na obszarach pozamiejskich zlokalizowanych było 5 stanowisk, 9 stanowisk zaklasyfikowano jako podmiejskie (Rys. 6-1).

Z ogólnej liczby 110 stanowisk, z których wyniki wykorzystano w raporcie, na 64 z nich wykorzystywano metody manualne, na pozostałych 46 pomiar stężeń PM_{2,5} prowadzony był metodami automatycznymi (Rys. 6-2).



Rys. 6-1. Lokalizacja stanowisk pomiarów stężeń pyłu PM_{2,5}, z których dane wykorzystano w raporcie za 2019 rok, z uwzględnieniem typu stanowiska, rodzaju obszaru lokalizacji i kompletności serii pomiarowej



Rys. 6-2. Metoda pomiarów stężeń pyłu PM_{2,5} na stanowiskach, z których dane wykorzystano w raporcie za 2019 rok

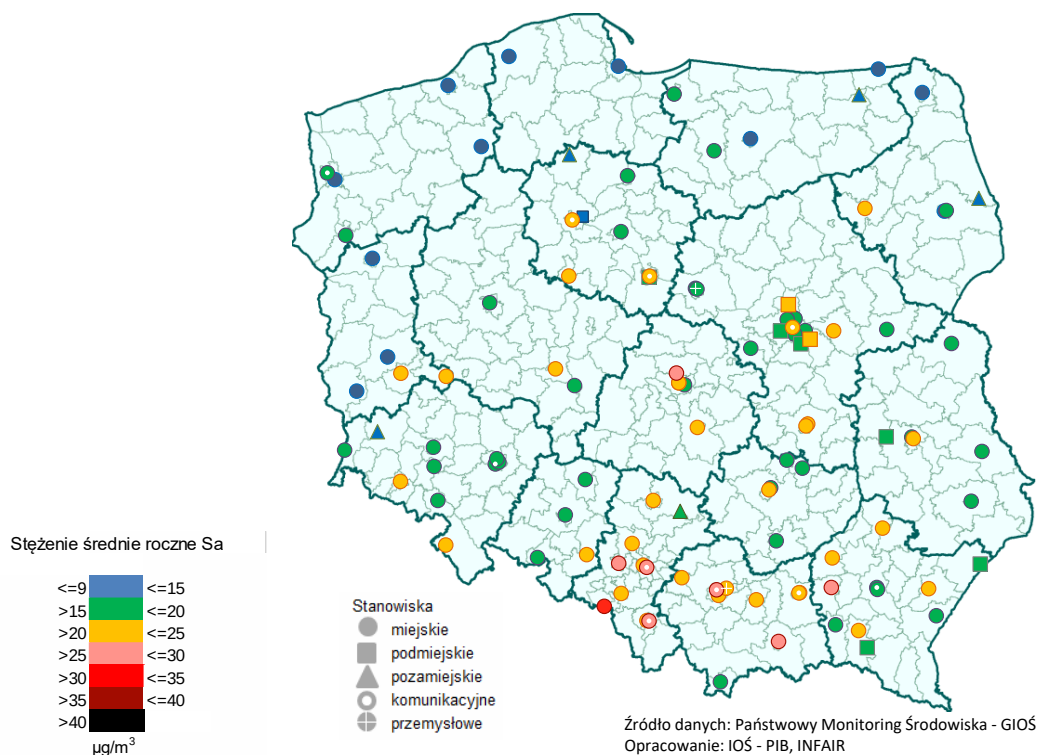
6.2. Informacje o stężeniach PM_{2,5} w 2019 roku

Stężenia średnie roczne pyłu PM_{2,5} w 2019 r., obliczone na podstawie wyników pomiarów na 110 stanowiskach, zawierały się w granicach od 9 do 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Rys. 6-3).

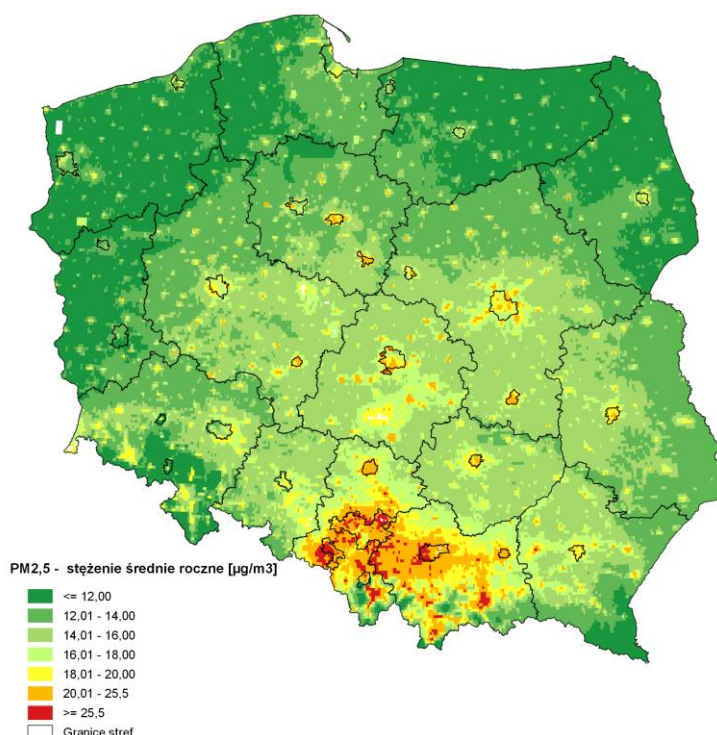
Najwyższe stężenia średnie roczne zanotowano na tła miejskiego w Godowie w woj. śląskim (31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). W północnej i zachodniej części kraju stężenia PM_{2,5} były niższe niż w części południowej i centralnej. W województwach: zachodniopomorskim, pomorskim i warmińsko-mazurskim, stężenia średnie roczne uzyskane z pomiarów nie przekraczały 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a w 12 województwach stężenia średnie roczne nie przekraczały 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe stężenie średnie roczne na stacji pozamiejskiej wynosiło 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Złoty Potok w woj. śląskim).

Stężenia średnie roczne PM_{2,5} przekraczały poziom 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w niektórych miastach czterech województw: śląskiego, małopolskiego, podkarpackiego i łódzkiego.

Zgodnie z wynikami modelowania, podwyższone (20-25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) i wysokie (powyżej 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) stężenia średnie roczne PM_{2,5} wystąpiły głównie na terenie woj. śląskiego i małopolskiego (Rys. 6-4).



Rys. 6-3. Stężenia średnie roczne pyłu PM_{2,5} w 2019 r.



Rys. 6-4. Stężenie średnie roczne PM_{2,5} w 2019 r. określone na podstawie wyników modelowania i obiektywnego szacowania.

Źródło danych: Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, IOŚ-PIB. Opracowanie: INFAIR, IOŚ-PIB

Na Rys. 6-5 (mozaika) przedstawiono przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM_{2,5} w 2019 r. na poszczególnych stanowiskach uwzględnionych w analizach. Na rysunku, dla każdego stanowiska każdy wynik pomiaru stężenia dobowego oznaczony jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunku). Różnymi odcieniami koloru czerwonego zaznaczono wartości stężeń dobowych (parametr nienormowany) przekraczające 50 µg/m³. Miejsce puste, bez kolorowego paska, oznacza, że dla tego dnia nie ma wyniku pomiaru. Po prawej stronie rysunku podane jest, dla każdego stanowiska, stężenie średnie roczne oraz liczba dni ze stężeniem 24-godz. PM_{2,5} wyższym od 25 µg/m³. Na rysunku w pierwszej kolejności prezentowane są wyniki pomiarów stężeń ze stacji położonych na północnym zachodzie kraju (woj. zachodniopomorskie), a w dalszej kolejności ze stacji położonych dalej na wschód i południe, kończąc na stacjach z woj. podkarpackiego.

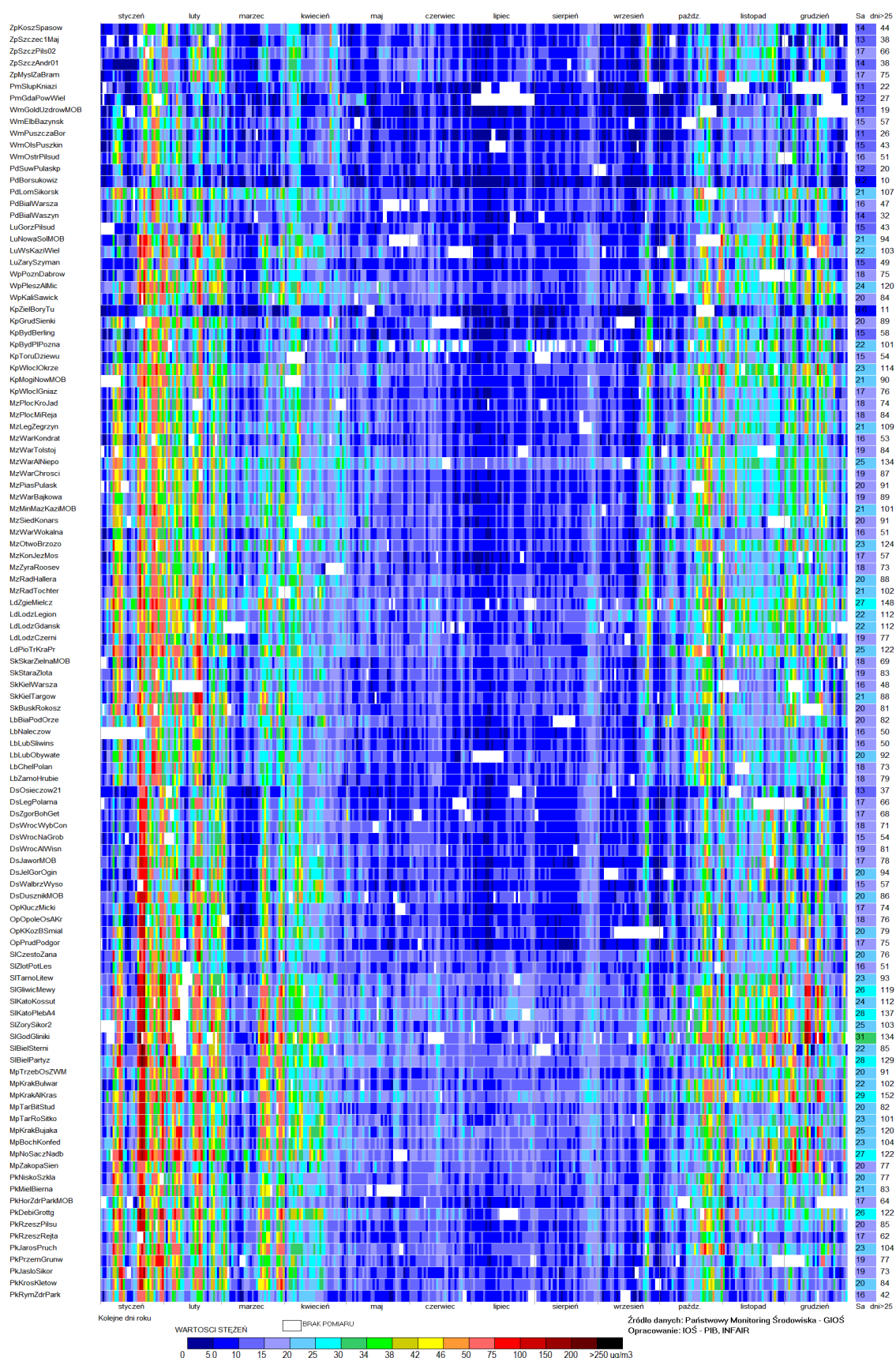
W efekcie nakładania się zmian warunków meteorologicznych i wywołanych przez nie zmian emisji pyłu (oraz emisji jego prekursorów – SO₂ i NO₂), na zmiany emisji zanieczyszczeń wynikające z innych przyczyn (np. dobowy i tygodniowy cykl zmienności emisji zanieczyszczeń z komunikacji, dobowy i tygodniowy, roczny cykl zmienności emisji zanieczyszczeń z procesów technologicznych), stężenia pyłu PM_{2,5} na każdej stacji zmieniają się w dużym zakresie (Rys. 6-5). Bardzo często charakter zmian stężeń w czasie jest bardzo podobny dla dużych obszarów kraju i wielu stacji. Jest to związane, między innymi, ze skalą przestrzenną zjawisk pogodowych kształtujących poziom zanieczyszczenia powietrza. Na Rys.

6-6 przedstawiono roczny przebieg dobowego stężenia pyłu PM_{2,5} w 2019 r. uśrednionego dla wszystkich stanowisk pomiarowych w Polsce, obrazujący roczną zmienność stężeń pyłu PM_{2,5} w skali kraju, na tle zmienności temperatury powietrza, czynnika mającego istotny wpływ na stężenia pyłu.

W 2019 r., podobnie jak w latach poprzednich, wysokie stężenia pyłu, w tym pyłu PM_{2,5}, na większości stanowisk notowane były w sezonie chłodnym (pokrywającym się z sezonem grzewczym) (Rys. 6-5). W 2019 roku najbardziej niekorzystne warunki meteorologiczne nad Polską utrzymywały się w styczniu i w lutym.

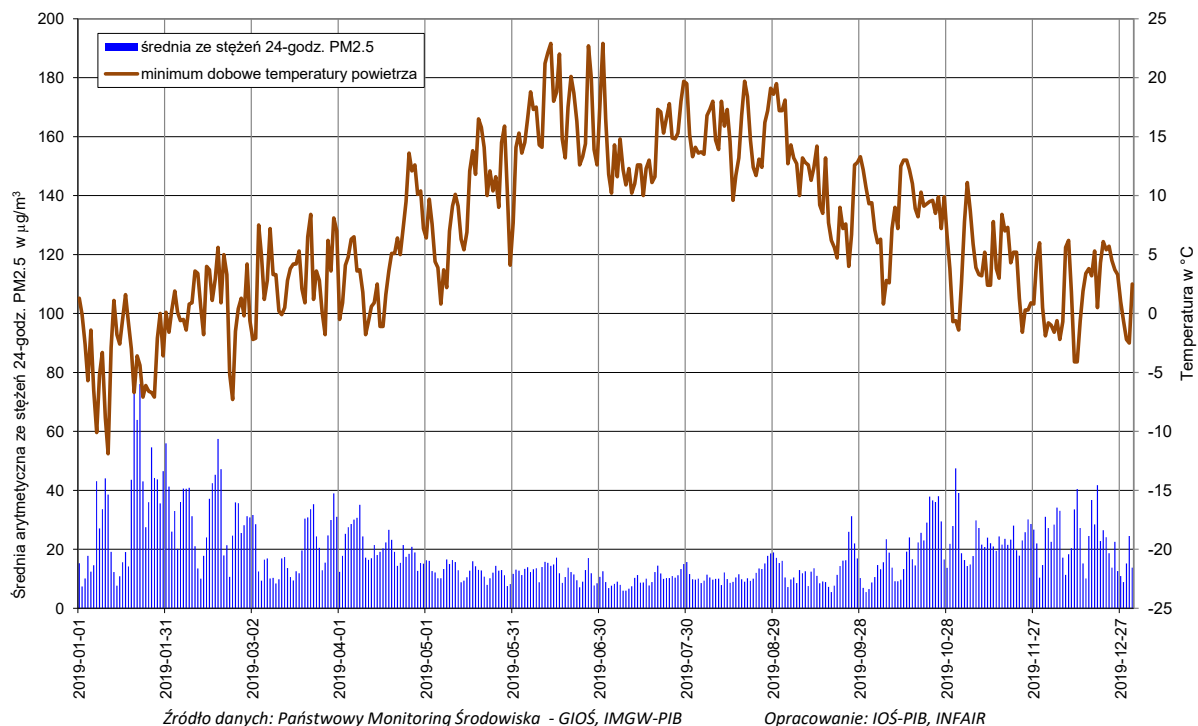
W sezonie grzewczym, w niektóre dni (20 i 22 stycznia), stężenia 50 µg/m³ przekraczane były nawet na przeszło 70% stanowisk pomiarowych w kraju, podczas gdy w okresie od 24 kwietnia do 24 września przekroczenia takie nie wystąpiły ani razu na żadnym stanowisku (Rys. 6-7). W pierwszym i czwartym kwartale wystąpiły 1413 przypadki przekroczeń poziomu 50 µg/m³ na stanowiskach pomiarowych w kraju, w drugim i trzecim kwartale - łącznie 20 przypadków. Uśrednione stężenie dla wszystkich stanowisk wynosiło w sezonie chłodnym 25 µg/m³, podczas gdy średnia dla sezonu ciepłego (II i III kwartał) to 13 µg/m³.

Stężenie dobowe 25 µg/m³ (stężenie rekomendowane przez WHO) przekraczane było w niektóre dni sezonu chłodnego na przeszło 90% wszystkich stacji pomiarowych (3 dni w styczniu, 3 dni w lutym, 1 dzień w październiku). W sezonie chłodnym przekroczenia poziomu 25 µg/m³ występowały średnio na 38% stacji, w sezonie ciepłym na 6% stacji (Rys. 6-8).

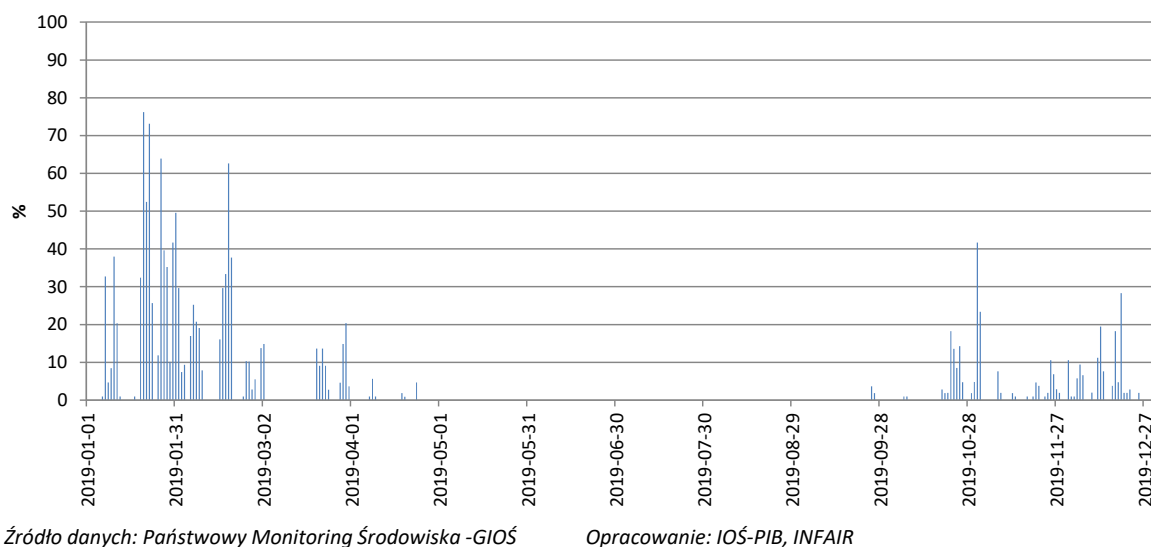


Rys. 6-5. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM_{2,5} w 2019 r. na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Mz - mazowieckie itp.)

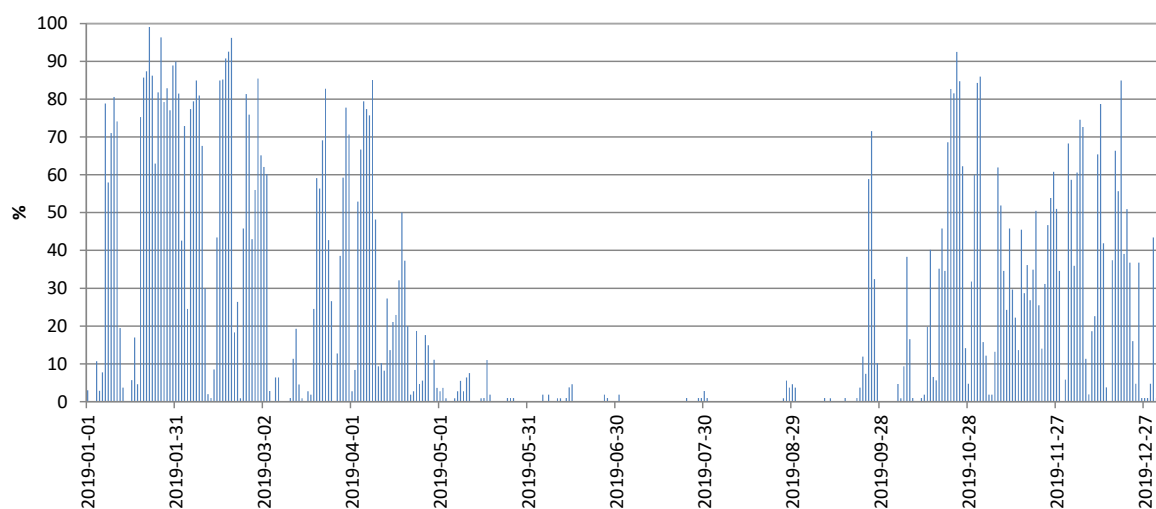
W 2019 r. najwyższe stężenie uśrednione dla wszystkich stanowisk w kraju ($78 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wystąpiło w dniu 20 stycznia (Rys. 6-5, Rys. 6-6). Okresy z wysokimi stężeniami pyłu rozdzielone były okresami z niższymi stężeniami. Najczęściej podwyższone uśrednione w skali kraju stężenia dobowe PM10 występują w okresie dużych spadków temperatury powietrza i w dniach bezpośrednio po nich następujących. Największe nocne spadki temperatury powietrza występują zimą zwykle w sytuacjach wyżowych i towarzyszy im często słaby wiatr.



Rys. 6-6. Przebieg stężenia dobowego pyłu PM2,5 uśrednionego dla wszystkich stanowisk w Polsce w 2019 r. oraz minimum dobowe 1-godz. temperatury powietrza na stacji w Warszawie



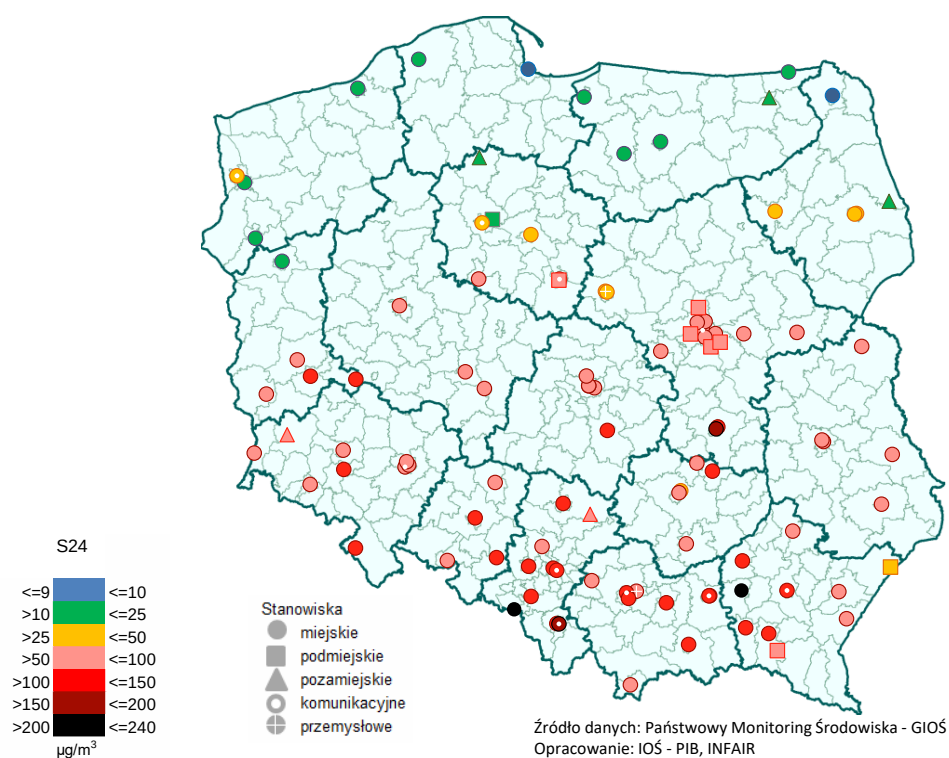
Rys. 6-7. Procent stanowisk pomiarowych pyłu PM2,5, na których stężenie 24-godz. pyłu PM2,5 przekraczało wartość $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w poszczególnych dniach 2019 r. (spośród wszystkich stanowisk, na których w danym dniu pomiary były prowadzone)



Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - GIOŚ

Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Rys. 6-8. Procent stanowisk pomiarowych pyłu PM_{2,5}, na których stężenie 24-godz. pyłu PM_{2,5} przekraczało wartość 25 µg/m³ w poszczególnych dniach 2019 r. (spośród wszystkich stanowisk, na których w danym dniu pomiary były prowadzone)



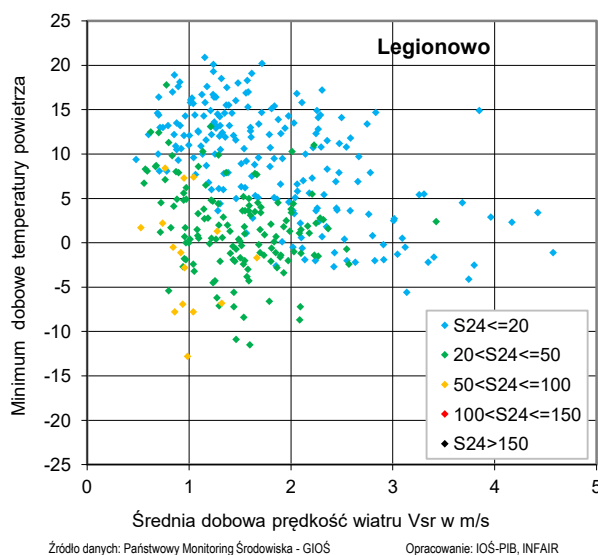
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - GIOŚ
Opracowanie: IOŚ - PIB, INF AIR

Rys. 6-9. Stężenia 24-godz. pyłu PM_{2,5} w dniu 20.01.2019 r.

Stężenia wyższe od 50 µg/m³ na więcej niż połowie stacji w kraju wystąpiły w 2019 r. w styczniu i lutym w czasie trzech epizodów, w sumie w ciągu 5 dni - Rys. 6-7.

Stężenia 24-godz. PM_{2,5} wyższe od 50 µg/m³ na więcej niż 70% stacji w kraju wystąpiły w dniach 20 i 22 stycznia. Na Rys. 6-9 przedstawiono zanieczyszczenie powietrza pyłem PM_{2,5}

w dniu 20.01.2019 r. Najwyższe stężenia PM_{2,5} wystąpiły w części miast w województwach śląskim i podkarpackim. Stężenia dobowe PM_{2,5} wyższe od 50 µg/m³ wystąpiły na większości stacji położonych na południe równoleżnika 52°40", w 12 województwach centralnej i południowej Polski. Na utworzenie się i utrzymywanie wysokich stężeń pyłu nad tą częścią obszaru Polski wpływ miały niekorzystne warunki meteorologiczne panujące na południu kraju.



Rys. 6-10. Stężenia 24-godz. pyłu PM_{2,5} w 2019 r. w zależności od średniej dobowej prędkości wiatru i minimum dobowego temperatury powietrza na stacji w Legionowie.

Na Rys. 6-10 przedstawiono stężenia 24-godz. pyłu PM_{2,5} w funkcji średniej dobowej prędkości wiatru i minimum dobowego temperatury powietrza. Stężenia dobowe przewyższające poziom 50 µg/m³ notowane były najczęściej w warunkach słabego wiatru (do ok. 1.5 m/s) i gdy nocą temperatura powietrza spadała poniżej 8°C. Przy spadkach temperatury poniżej -5°C i średniej prędkości poniżej 1.5 m/s stężenia z reguły były wysokie – stężenia niższe od 50 µg/m³ notowane były w takich warunkach jedynie sporadycznie. Można stąd wnioskować, że w przypadku stężeń dobowych PM_{2,5} (podobnie jak PM₁₀), znaczący wpływ na występowanie wysokich stężeń pyłu w warunkach słabego wiatru mogą mieć emisje z pobliskich źródeł i niskich emitorów związanych z ogrzewaniem budynków.

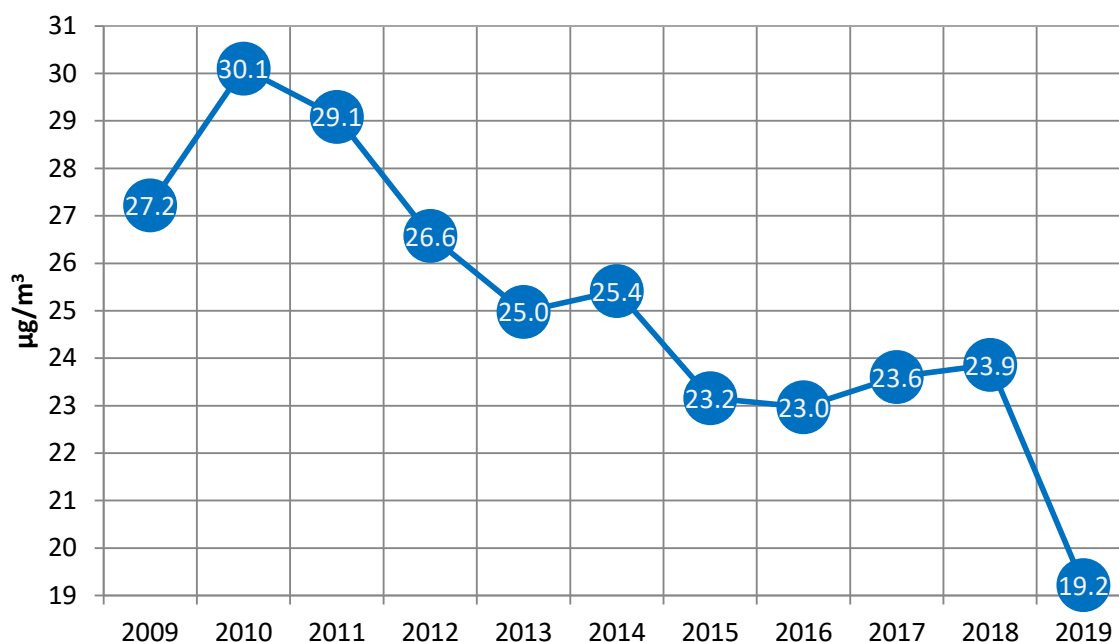
Wraz ze wzrostem prędkości wiatru (intensyfikującym transport i dyspersję zanieczyszczeń w powietrzu) stężenia pyłu malały (nawet przy niskich temperaturach powietrza). Najniższe stężenia pyłu PM_{2,5} występowały w sezonie ciepłym (gdy nie było emisji związanej z ogrzewaniem budynków) niezależnie od prędkości wiatru oraz w pozostałym okresie przy wyższych prędkościach wiatru.

6.3. Zmiany stężeń PM_{2,5} w wieloleciu

W analizie i ocenie zmian stężeń pyłu PM_{2,5} w wieloleciu wykorzystano wskaźnik W_{Sa} odpowiadający stężeniom średnim rocznym. Wskaźnik dla Polski (Rys. 6-11), dla każdego roku, obliczany był dwuetapowo. W pierwszym etapie określa się uśrednioną wartość stężenia

średniego rocznego ze stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego dla każdego województwa. W drugim etapie oblicza się wskaźnik dla kraju, jako stężenie średnie ważone z wartości wojewódzkich, gdzie wagą jest liczba mieszkańców województwa.

Wartość wskaźnika W_{Sa} dla PM_{2,5} w latach 2009-2019 zmieniała się w zakresie od -23% do +20% w stosunku do wartości średniej dla wielolecia (25.1 µg/m³). Najwyższą wartość wskaźnik osiągnął w 2010 r. W latach 2011-2013 wartość wskaźnika spadała, podobnie jak w latach 2015-2016. W latach 2017 i 2018 r. dwukrotnie nastąpił wzrost wskaźnika. W 2019 r. miał miejsce duży spadek wartości wskaźnika do poziomu najniższego dla całego wielolecia 2009-2019. Linia trendu, określona metodą najmniejszych kwadratów dla okresu 2009-2019 wskazuje na trend malejący wskaźnika w rozważanym okresie. W latach 2015 - 2019 wartość wskaźnika obliczonego dla kraju była niższa od poziomu dopuszczalnego dla pyłu PM_{2,5}: Da=25 µg/m³ (w 2013 była równa tej wartości). Latami z podwyższonymi wartościami wskaźnika były 2010 i 2011 r.



Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - GIOŚ

Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Rys. 6-11. Zmiany średnich rocznych stężeń PM_{2,5} (wyrażonych w postaci wskaźnika W_{Sa}) w latach 2009-2019

Spadkowy trend stężeń pyłu PM_{2,5} w miastach potwierdza też stały w latach 2010-2016, spadek wartości krajowego wskaźnika średniego narażenia WK (o 1 µg/m³ na rok), określonego na podstawie wyników pomiarów stężeń pyłu PM_{2,5} prowadzonych na 32 stanowiskach tła miejskiego, zlokalizowanych w 30 miastach i aglomeracjach (patrz rozdział 3.12, Rys. 3-46). Mimo trendu spadkowego stężeń PM_{2,5}, w każdym z lat 2009-2019 wartość krajowego wskaźnika WK przekraczała poziom pułapu stężenia ekspozycji PSE=20 µg/m³. W 2018 r. wskaźnik WK miał taką samą wartość jak rok i dwa lata wcześniej. W 2019 r. nastąpił spadek wskaźnika o 1 µg/m³ do wartości 21 µg/m³.

6.4. Ocena stężeń pyłu PM_{2,5} w świetle kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia

Kryteria oceny

Poziom dopuszczalny stężenia pyłu PM_{2,5} w powietrzu, obowiązujący w Polsce wg rozporządzenia MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, podano w tabeli 3.6-1 w rozdziale 3.6.

Stężenia PM_{2,5} w odniesieniu do poziomu dopuszczalnego

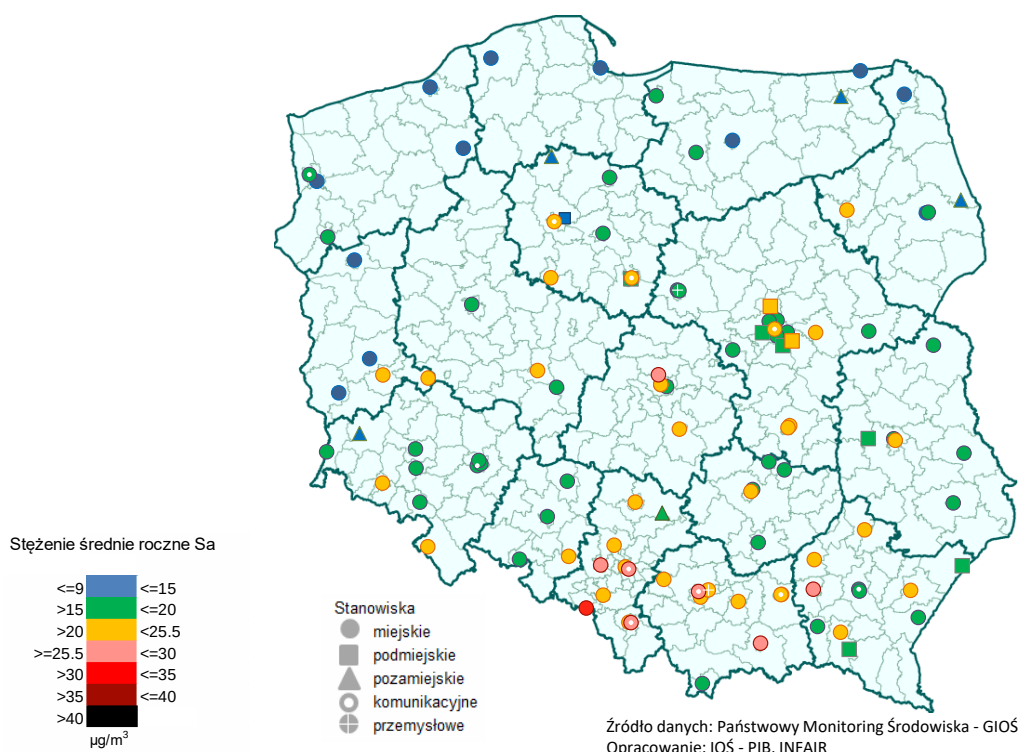
W 2019 r. na 8 z 110 (7%) stanowisk stężenie średnie roczne przekroczyło wartość poziomu dopuszczalnego⁴¹ ($\text{Da}=25 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Przekroczenia te wystąpiły w miastach na terenie 4 województw (Rys. 6-12, Tab. 6.4-1). W 12 województwach na żadnej ze stacji pomiarowych poziom dopuszczalny nie był przekroczony.

Przekroczenia wystąpiły na 5 z 85 stanowisk tła miejskiego i na 3 z 10 stanowisk komunikacyjnych – Tab. 6.4-2, Tab. 6.4-3. Na stacjach podmiejskich i pozamiejskich w 2019 r. stężenia PM_{2,5} nie przekraczały poziomu dopuszczalnego.

Krajowy wskaźnik średniego narażenia dla 2019 roku, określony na podstawie danych z lat 2017-2019 z 32 stanowisk pomiarowych tła miejskiego, zlokalizowanych w 30 miastach i aglomeracjach Polski, wynosił $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Jest to wartość przewyższająca o 5% pułap stężenia ekspozycji ($\text{PSE}=20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), który miał być osiągnięty w 2015 r.

Dla pyłu PM_{2,5}, oprócz krajowego wskaźnika średniego narażenia WK, określa się wskaźniki średniego narażenia WM dla 30 miast i aglomeracji. Informacje o wartości wskaźników podano w rozdziale 3.12.

⁴¹ Zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu dopuszczalnego PM_{2,5} ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego wyrażonego w $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do całości. Oznacza to, że zgodnie z ww. Wytycznymi, poziom dopuszczalny uznaje się za przekroczony, jeżeli stężenie średnie roczne PM_{2,5} jest równe lub wyższe $25.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Rys. 6-12. Stężenia średnie roczne pyłu $PM_{2,5}$ w 2019 r.

Tabela 6.4-1. Wartości parametrów obliczonych na podstawie wyników pomiarów stężeń pyłu $PM_{2,5}$ dla poszczególnych województw w 2019 r.

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

Województwo	Stężenie średnie roczne $PM_{2,5}$				
	Liczba stanowisk ¹⁾	Stanowiska z przekroczeniem ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
	[-]	[-]	[$\mu g/m^3$]	[$\mu g/m^3$]	[$\mu g/m^3$]
dolnośląskie	10		13	17.3	20
kujawsko-pomorskie	8		10	17.7	23
lubelskie	6		16	18.1	20
lubuskie	5		14	17.2	22
łódzkie	5	1	19	23.1	27
małopolskie	9	2	20	23.2	29
mazowieckie	17		16	19.4	25
opolskie	4		17	18.2	20
podkarpackie	11	1	16	19.9	26
podlaskie	5		9	14.4	21
pomorskie	2		11	11.8	12
śląskie	10	4	16	24.2	31
świętokrzyskie	5		16	18.6	21
warmińsko-mazurskie	5		11	13.5	16
wielkopolskie	3		18	20.8	24
zachodniopomorskie	5		13	14.9	17
Razem	110	8	9	19.0	31

Objaśnienia do tabeli 6.4-1:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ liczba stanowisk, na których stężenie średnie roczne $PM_{2,5}$ przekraczało poziom dopuszczalny

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości stężeń średnich rocznych $PM_{2,5}$ uzyskanych z pomiarów w 2019 roku na wszystkich stanowiskach uwzględnionych w ocenie

Tabela 6.4-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie wyników pomiarów stężeń pyłu PM_{2,5} na stanowiskach tła miejskiego i podmiejskiego dla poszczególnych województw w 2019 r.

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

Województwo	Stężenie średnie roczne PM _{2,5}				
	Liczba stanowisk ¹⁾	Stanowiska z przekroczeniem ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
	[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
dolnośląskie	8		15	17.6	20
kujawsko-pomorskie	5		15	17.4	21
lubelskie	6		16	18.1	20
lubuskie	5		14	17.2	22
łódzkie	5	1	19	23.1	27
małopolskie	6	1	20	22.6	27
mazowieckie	16		16	19.1	23
opolskie	4		17	18.2	20
podkarpackie	10	1	16	19.9	26
podlaskie	4		12	15.7	21
pomorskie	2		11	11.8	12
śląskie	7	2	20	24.4	31
świętokrzyskie	5		16	18.6	21
warmińsko-mazurskie	4		11	14.1	16
wielkopolskie	3		18	20.8	24
zachodniopomorskie	4		13	14.4	17
Razem	94	5	11	18.9	31

Objaśnienia do tabeli 6.4-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ liczba stanowisk, na których stężenie średnie roczne PM_{2,5} przekraczało poziom dopuszczalny

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości stężeń średnich rocznych PM_{2,5} uzyskanych z pomiarów w 2019 roku na wszystkich stanowiskach uwzględnionych w ocenie

Tabela 6.4-3. Wartości parametrów obliczonych na podstawie wyników pomiarów stężeń pyłu PM_{2,5} na stanowiskach komunikacyjnych w 2019 r.

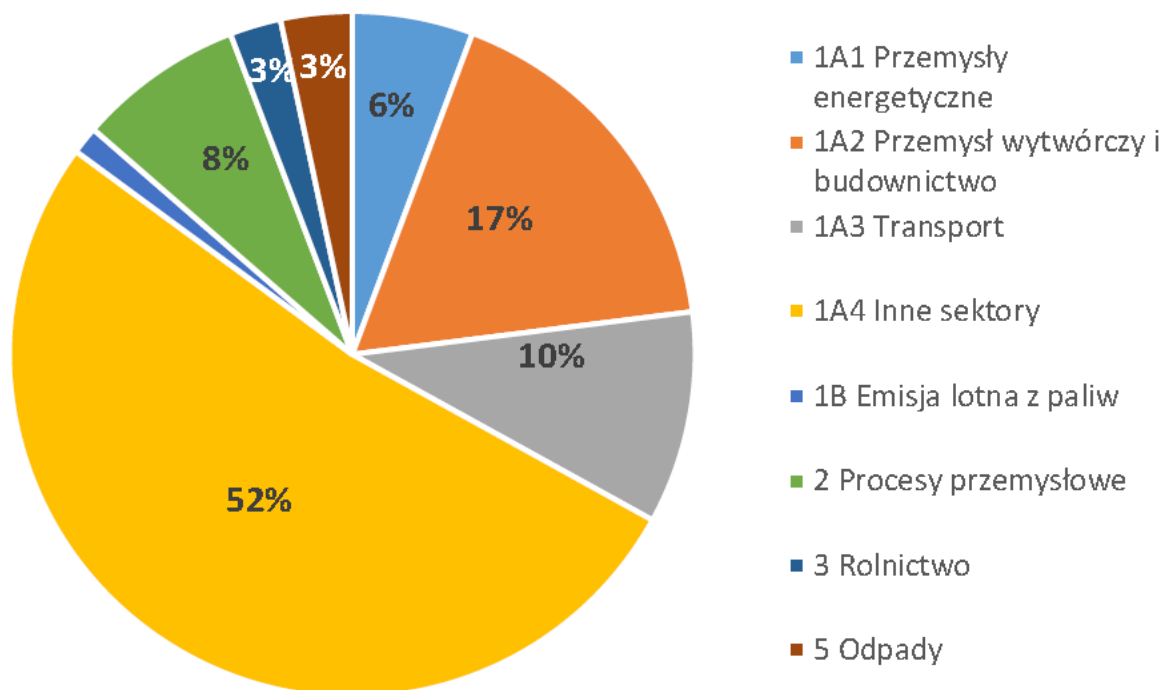
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ. Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Województwo	Miejscowość	Kod stacji	Stężenie średnie roczne PM ₁₀
			µg/m ³
dolnośląskie	Wrocław	DsWrocAlWisn	19
kujawsko-pomorskie	Bydgoska	KpBydPlPozna	22
kujawsko-pomorskie	Włocławek	KpWloclOkrze	23
małopolskie	Kraków	MpKrakAlKras	29
małopolskie	Tarnów	MpTarRoSitko	23
mazowieckie	Warszawa	MzWarAlNiepo	25
podkarpackie	Rzeszów	PkRzeszPilsu	20
śląskie	Bielsko-Biała	SlBielPartyz	28
śląskie	Katowice	SlKatoPlebA4	28
zachodniopomorskie	Szczecin	ZpSzcZPils02	17

6.5. Przyczyny występowania wysokich stężeń pyłu PM_{2,5} w Polsce oraz możliwe środki zaradcze

Pył PM_{2,5} znajdujący się w powietrzu pochodzi zarówno ze źródeł antropogenicznych, jak i naturalnych. W Polsce udział pyłu pochodzącego ze źródeł naturalnych (wybuchy wulkanów, aerozol morski, pożary lasów i torfowisk niezwiązane z działalnością człowieka, unos pyłu z obszarów pustynnych i stepowych itp.) jest zwykle niewielki.

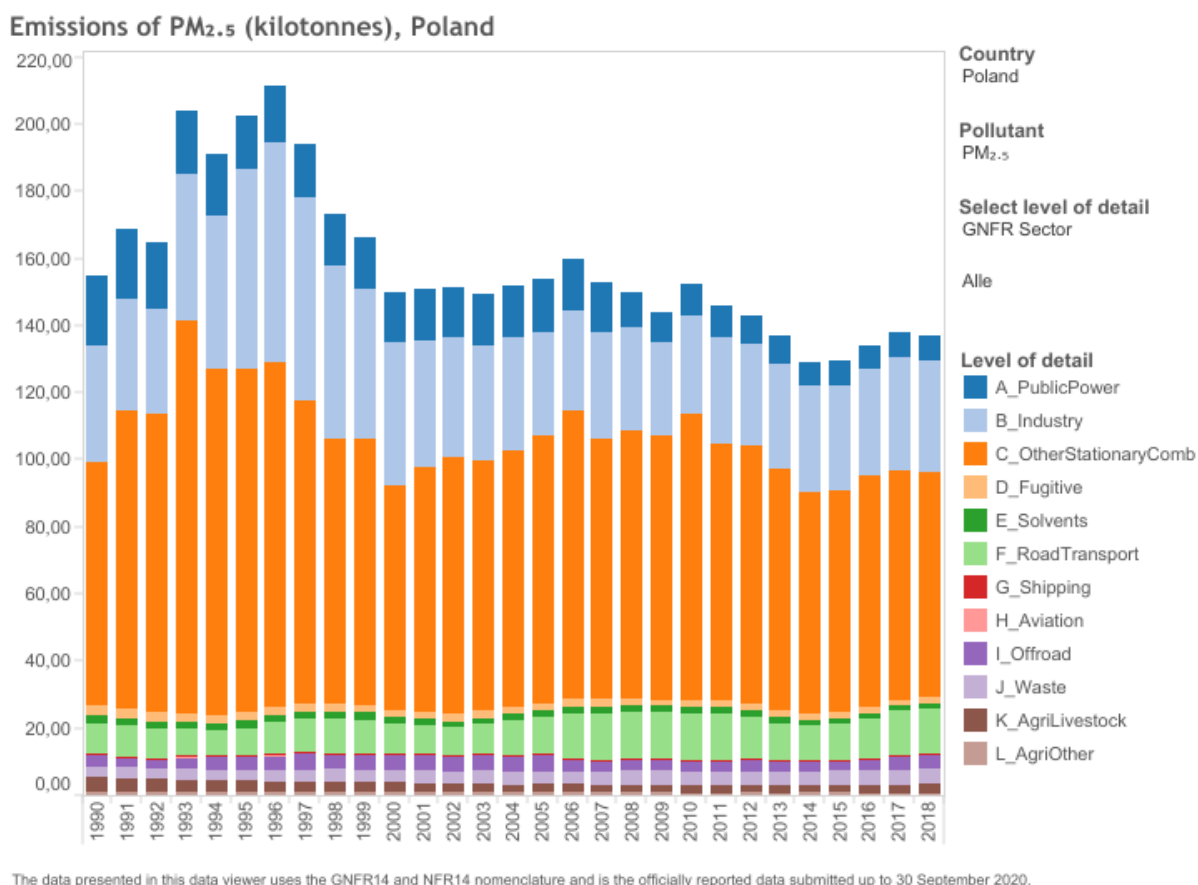
Część PM_{2,5} zawartego w powietrzu, stanowi pył pierwotny, wprowadzany do atmosfery w postaci cząstek stałych. Druga część to pył wtórny, powstający w atmosferze z zanieczyszczeń gazowych, tzw. prekursorów pyłu (tlenki siarki, tlenki azotu, lotne związki organiczne, amoniak) w wyniku przemian chemicznych prowadzących do utworzenia się w powietrzu cząstek pyłu. Pył PM_{2,5} i jego prekursory mogą być transportowane na dalekie odległości - tym samym emisje z odległych emitorów (obok emisji lokalnych) mogą mieć wpływ na poziom stężeń PM_{2,5} w powietrzu w rejonach oddalonych od źródeł emisji.



Rys. 6-13. Udział poszczególnych sektorów w emisji pyłu PM_{2,5} w Polsce w roku 2018. Kategorie 1A1-1A4 dotyczą spalania paliw. Źródło: Ministerstwo Klimatu 2020

Emisja pierwotnego pyłu PM_{2,5} w 2018 r. w Polsce wynosiła 137 tys. Mg/rok. Największy udział w emisji (ok. 52%) miała kategoria 1A4 „Energia/Spalanie paliw/Inne sektory”. Kategoria ta obejmuje procesy spalania paliw poza energetyką zawodową, przemysłową, budownictwem i transportem. Największy udział w tej kategorii ma tzw. niska emisja komunalno-bytowa (Rys. 6-13, Rys. 6-14). Jest to głównie emisja zanieczyszczeń związana ze spalaniem paliw stałych w celu ogrzewania budynków i zaspokojenia innych potrzeb bytowych. Wielkość rocznej emisji zanieczyszczeń z tego sektora zależna jest, między innymi,

od warunków pogodowych w danym roku – długości trwania sezonu grzewczego oraz temperatury powietrza w tym sezonie. W 2010 r. emisja PM_{2,5} z terenu Polski, między innymi z uwagi na panujące wówczas warunki meteorologiczne w sezonie chłodnym, była większa niż w innych latach okresu 2008-2018 (Rys. 6-14). Zanieczyszczenia powstające w związku z ogrzewaniem budynków są odprowadzane do atmosfery z reguły z niskich emitorów, w obszarach z zabudową mieszkaniową. W rezultacie emisja ta ma decydujący wpływ na poziom stężeń PM_{2,5} występujących na wielu obszarach miast i wsi.



Rys. 6-14. Emisja pyłu PM_{2,5} w Polsce w latach 1990-2018 r.

Źródło: <https://www.ceip.at/data-viewer>

Transport drogowy w 2018 r. odpowiedzialny był za ok. 10% emisji pierwotnej PM_{2,5}. W centralnych częściach miast z gęstą siatką ulic o dużym natężeniu ruchu samochodów oraz w obrębie kanionów ruchliwych ulic, emisja z samochodów może być czynnikiem decydującym o wystąpieniu przekroczeń wartości kryterialnych dla pyłu PM_{2,5} (jak również PM₁₀ i NO₂).

Z procesów spalania w przemyśle w 2018 r. wyemitowano 17% PM_{2,5}, z procesów produkcyjnych 8%, z procesów spalania w sektorze produkcji i transformacji energii ok. 6%. Emisje te, ze względu na sposób wprowadzania zanieczyszczeń do powietrza (np. wysokie kominy elektrowni), położenie przemysłowych i energetycznych źródeł emisji w stosunku do obszarów z zabudową mieszkaniową (oddalenie) i mniej powszechne występowanie

(w porównaniu z emisją z ogrzewania budynków i emisją związaną z ruchem drogowym), mają mniejszy wpływ na występowanie przekroczeń wartości dopuszczalnych pyłu PM_{2,5} niż wymienione wcześniej emisje związane z ogrzewaniem budynków i transportem samochodowym.

Najniższa całkowita emisja pyłu PM_{2,5} z terenu Polski miała miejsce w latach 2014 i 2015. W następnych dwóch latach obserwowany był coroczny kilkuprocentowy wzrost emisji PM_{2,5}. Wzrost emisji PM_{2,5} w 2016 r. (o ok. 5%), związany był głównie ze wzrostem zużycia węgla kamiennego i drewna w gospodarstwach domowych (KOBIZE 2018). Największy wpływ na wzrost emisji PM_{2,5} w 2017 (o ok. 4%) miał wzrost zużycia węgla kamiennego i drewna w przemyśle oraz wzrost emisji PM_{2,5} z transportu drogowego (KOBIZE 2019). W 2018 roku miał miejsce niewielki (o ok. 1%) spadek wielkości emisji pyłu PM_{2,5} w porównaniu z rokiem poprzednim. Największy wpływ na tę zmianę miał spadek zużycia węgla kamiennego i drewna w sektorze komunalno-bytowym (Ministerstwo Klimatu 2020).

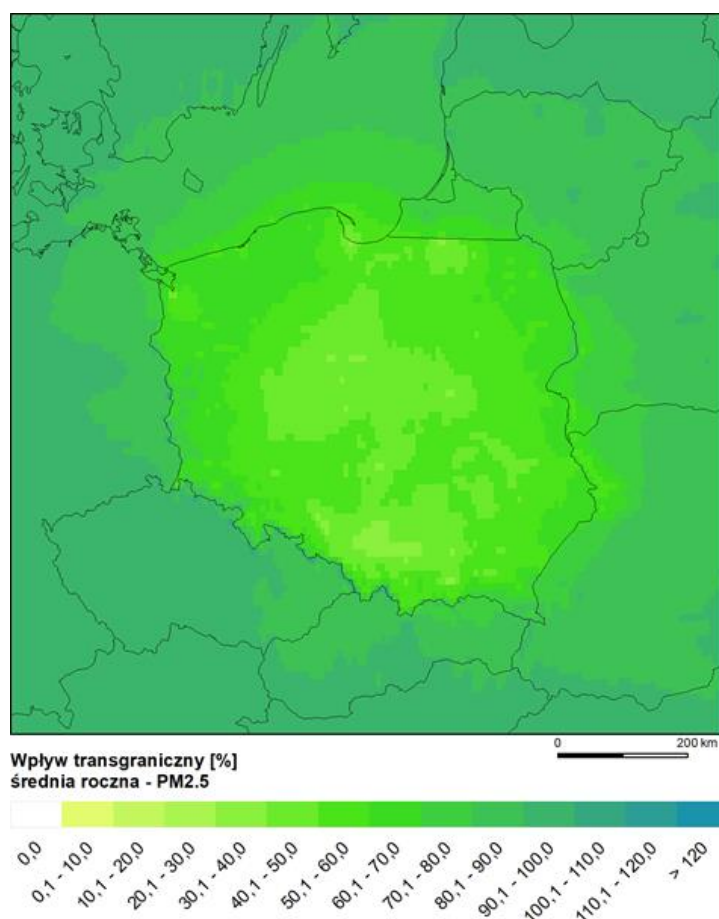
Dla okresu 1990-2018 zauważalny jest trend spadkowy emisji PM_{2,5} (podobnie jak PM₁₀), zaburzony przez wzrosty emisji w latach z ostrzejszymi zimami (2006 r., 2010 r.).

Emisja prekursorów pyłu do powietrza pochodzi głównie z procesów spalania paliw (tlenki siarki, tlenki azotu), z transportu drogowego (tlenki azotu), z rolnictwa (amoniak), ze stosowania rozpuszczalników i innych produktów (lotne związki organiczne). Stężenia średnie roczne nieorganicznego aerozolu wtórnego (suma stężeń jonów SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+) w pyłe PM_{2,5} w 2019 r., oznaczane na 5 stanowiskach tła w Polsce, wynosiły od 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na stacji Zielonka w woj. kujawsko-pomorskim, do 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Godowie w woj. śląskim.

Na podstawie wyników analiz prowadzonych przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska oraz Regionalne Wydziały Monitoringu Środowiska GIOŚ w ramach wykonywanych co roku ocen jakości powietrza, a także w oparciu o inne analizy i informacje, można przyjąć, że w miejscach z najwyższymi stężeniami PM_{2,5} w Polsce, największy wpływ na poziom zanieczyszczenia powietrza ma z reguły emisja pyłu pierwotnego z niskich źródeł, związana ze spalaniem paliw stałych w celach grzewczych i na potrzeby bytowe. Emisje z tej kategorii źródeł mają największy udział w emisji krajowej. Drugą kategorią źródeł mającą znaczący wpływ na poziom stężeń PM_{2,5} i PM₁₀ jest transport drogowy. Emitory związane z indywidualnym ogrzewaniem mieszkań i budynków usytuowane są na obszarach zamieszkałych, na niewielkich wysokościach nad poziomem gruntu, przez co bezpośrednio kształtują poziom zanieczyszczenia w miejscach stałego przebywania ludzi. Emisje z transportu drogowego mają miejsce na niewielkiej wysokości nad poziomem jezdni, z sieci dróg i ulic i w związku z tym, również mają znaczący wpływ na podwyższenie poziomu stężeń w strefie przebywania i zamieszkiwania ludzi.

Poprawę jakości powietrza w zakresie pyłu PM_{2,5} (i PM₁₀) można uzyskać poprzez znaczące ograniczenie emisji przede wszystkim z wymienionych wyżej dwóch głównych kategorii źródeł emisji, nie pomijając ograniczenia emisji z innych kategorii źródeł, w tym ze źródeł punktowych z sektora energetyki zawodowej i przemysłowej, będących znaczącymi emitentami zarówno pyłu, jak i prekursorów pyłu. Listę potencjalnych działań mogących przyczynić się do poprawy jakości powietrza w zakresie PM_{2,5} i PM₁₀ zamieszczono w rozdziale 5.5.

Na poziom stężeń pyłu PM_{2,5} w Polsce pewien wpływ mają emisje pyłu i prekursorów pyłu wtórnego ze źródeł położonych poza granicami kraju (Rys. 6-15). Szacuje się (IOŚ-PIB 2020), że udział źródeł zagranicznych w stężeniu średnim rocznym PM_{2,5} wynosi od 20% do 40% w głębi kraju oraz od 40% do 60% w pobliżu wschodniej, zachodniej i południowo-zachodniej granicy kraju.



Rys. 6-15. Udział zagranicznych źródeł emisji w stężeniu średnim rocznym pyłu PM_{2,5} w 2019 roku (na podstawie wyników modelowania). Źródło: IOŚ-PIB 2020

7. Podsumowanie

Zanieczyszczenie powietrza na terenie aglomeracji oraz miast powyżej 100 tys. mieszkańców w 2019 roku

W ocenie zanieczyszczenia powietrza w aglomeracjach i w dużych miastach uwzględniono substancje, dla których w prawie krajowym określone zostały normatywne wartości stężeń w otaczającym powietrzu: dwutlenek siarki (SO₂), dwutlenek azotu (NO₂), tlenek węgla (CO), benzen (C₆H₆), ozon (O₃), pył PM₁₀, ołów (Pb), arsen (As), kadm (Cd), nikiel (Ni) i benzo(a)piren (B(a)P) zawarte w pył PM₁₀ oraz pył PM_{2,5}.

Analizy i oceny przeprowadzono dla 12 aglomeracji o liczbie mieszkańców większej od 250 tysięcy i 18 miast o liczbie mieszkańców większej od 100 tysięcy, nie będących aglomeracjami. W ocenach dotyczących poszczególnych zanieczyszczeń uwzględniono te aglomeracje i miasta, dla których były dostępne dane pomiarowe umożliwiające dokonanie oceny.

1. W roku 2019 na terenie aglomeracji i dużych miast, na żadnym z rozważanych w ocenie 54 stanowisk pomiarów stężeń dwutlenku siarki, nie został przekroczony poziom dopuszczalny dla stężeń 24-godzinnych SO₂ (125 µg/m³). Na wszystkich stanowiskach wartość percentyla S99.2 (odpowiadającego wartości normatywnej dla stężeń dobowych z uwzględnieniem dopuszczalnej częstości przekroczeń) była niższa od połowy poziomu dopuszczalnego. Najwyższą wartość tego parametru zanotowano w Gdańsku (55 µg/m³). Wartości percentyla S99.7 z serii pomiarów 1-godzinnych (odpowiadającego wartości normatywnej dla stężeń 1-godz. – D1=350 µg/m³) na terenie rozważanych aglomeracji i miast nie przekraczały 40% poziomu dopuszczalnego i zawierały się w przedziale od 5 do 138 µg/m³. Na 94% stanowisk stężenia te były niższe od 25% poziomu dopuszczalnego. Stężenia SO₂ w 2019 r. były niższe niż rok wcześniej.
2. Stężenia średnie roczne dwutlenku azotu NO₂ mieściły się w granicach od 12 do 57 µg/m³. Na 5 z 66 stanowisk pomiarowych stężenia te były wyższe od poziomu dopuszczalnego, wynoszącego 40 µg/m³. W każdym przypadku były to stanowiska komunikacyjne, znajdujące się w strefie bezpośredniego oddziaływania emisji związanej z ruchem drogowym. Przekroczenia odnotowano na stanowiskach znajdujących się na terenie Aglomeracji: Krakowskiej, Wrocławskiej, Górnośląskiej i Warszawskiej. Na 53% stanowisk stężenie Sa było niższe od połowy poziomu dopuszczalnego. Na żadnym spośród 66 stanowisk uwzględnionych w ocenie w 2019 roku nie została przekroczona wartość normatywna określona dla stężeń 1-godz. (D1=200 µg/m³) - podobnie jak w latach poprzednich. Wartość odpowiadającego normie percentyla S99.8 zawierała się w granicach od 51 do 140 µg/m³ i na 80%

stanowisk była niższa od połowy poziomu dopuszczalnego. Stężenia NO₂ w 2019 r. były niższe niż rok wcześniej.

3. Maksymalne stężenia 8-godz. tlenku węgla zawierały się w granicach od 0.75 do 4.24 mg/m³ (do 42% poziomu dopuszczalnego D8). W 2019 r. dotrzymany był zatem (podobnie jak w latach poprzednich) poziom dopuszczalny CO (D8=10 mg/m³). Na wszystkich stanowiskach pomiarowych stężenie S8max było niższe od połowy poziomu dopuszczalnego określonego dla tlenku węgla. Stężenia CO w 2019 r. były niższe niż rok wcześniej.
4. Średnie roczne stężenia benzenu w 2019 roku mieściły się w przedziale od 0.4 do 2.0 µg/m³. Oznacza to, że poziom dopuszczalny (Da=5 µg/m³) był dotrzymany na wszystkich stanowiskach pomiarowych w 26 aglomeracjach i miastach o liczbie mieszkańców wyższej od 100 tys., dla których były dostępne wyniki pomiarów. Na wszystkich 28 stanowiskach stężenie średnie roczne nie przekroczyło połowy poziomu dopuszczalnego. Stężenia benzenu w 2019 r. były niższe niż rok wcześniej.
5. Poziom docelowy określony dla stężeń ozonu ze względu na zdrowie ludzi przekroczony był w Aglomeracji Wrocławskiej i Aglomeracji Górnośląskiej. W pozostałych 27 miastach i aglomeracjach (z 29 poddanych ocenie) poziom docelowy ozonu był dotrzymany. Uśredniona dla 1-3 lat liczba dni z przekroczeniami wynosiła od 1 do 30 dni. W 2019 r. przekroczenia wartości 120 µg/m³ przez stężenia 8-godz. wystąpiły na wszystkich stacjach pomiarowych – we wszystkich rozważanych miastach i aglomeracjach przekroczony był zatem poziom celu długoterminowego. Tylko w Aglomeracji Wrocławskiej przekroczenia 120 µg/m³ przez stężenia 8-godz. zarejestrowano w ciągu więcej niż 25 dni 2019 r. Stężenia ozonu w 2019 r. były niższe niż rok wcześniej.
6. W 2019 roku, w 12 spośród 30 aglomeracji i dużych miast uwzględnionych w ocenie dla PM₁₀, przynajmniej na 1 stanowisku miały miejsce przekroczenia poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń pyłu PM₁₀. W przypadku 5 aglomeracji/miast, przekroczenia odnotowano na wszystkich zlokalizowanych tam stanowiskach. Przekroczenia poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń 24-godz. zarejestrowano na 32 spośród 83 stanowisk (ok. 39%). W kilku miastach liczba dni z przekroczeniami 50 µg/m³ przez stężenia dobowe znacznie przekraczała dozwolone 35 dni w roku. Najwięcej przekroczeń zarejestrowano na stanowisku komunikacyjnym w Krakowie – 125 dni, a spośród stacji tła miejskiego – w Rybniku (89 dni). Poziom dopuszczalny określony dla stężeń dobowych (D24) przekraczany był znacznie częściej niż poziom dopuszczalny określony dla stężenia średniego rocznego (Da=40 µg/m³). W 2019 r. przekroczenie Da wystąpiło na 3 z 83 stanowisk, w 3 aglomeracjach. Stężenia pyłu PM₁₀ w 2019 r. były niższe niż rok wcześniej.
7. Stężenia ołowiu (zawartego w pyłe PM₁₀) w 2019 r. były niskie, podobnie jak w latach poprzednich. Na żadnym z 38 stanowisk pomiarów stężeń ołowiu, znajdujących się w 12 aglomeracjach i w 18 dużych miastach, w 2019 roku nie została przekroczona

wartość poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń średnich rocznych ołowiu w powietrzu, wynoszącego $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na stanowiskach uwzględnionych w ocenie stężenia średnie roczne ołowiu nie przekroczyły 7% poziomu dopuszczalnego. Stężenia ołowiu w 2019 r. były niższe niż rok wcześniej.

8. Średnie roczne stężenie arsenu w powietrzu (oznaczanego w pyłe PM₁₀) na wszystkich stanowiskach w rozważanych miastach i aglomeracjach było niższe od poziomu docelowego $\text{Da}=6 \text{ ng}/\text{m}^3$. Stężenia arsenu w 2019 r. były niższe niż rok wcześniej.
9. Średnie roczne stężenia kadmu w powietrzu (oznaczanego w pyłe PM₁₀), określone na podstawie pomiarów prowadzonych w 2019 r. w 11 aglomeracjach i w 18 miastach powyżej 100 tys. mieszkańców, na żadnym z 36 stanowisk uwzględnionych w ocenie nie przekroczyły 13% wartości poziomu docelowego, wynoszącego $5 \text{ ng}/\text{m}^3$. Stężenia kadmu w 2019 r. były niższe niż rok wcześniej.
10. Stężenia średnie roczne niklu (zawartego w pyłe PM₁₀) w 2019 r. na żadnym stanowisku (spośród 34 uwzględnionych w ocenie) nie przekroczyło 36% poziomu docelowego określonego dla stężeń średnich rocznych ($\text{Da}= 20 \text{ ng}/\text{m}^3$).
11. W 2019 roku miał miejsce spadek stężeń benzo(a)pirenu w porównaniu z rokiem poprzednim. Mimo to w większości miast utrzymywały się w dalszym ciągu wysokie stężenia benzo(a)pirenu przekraczające poziom docelowy. Stężenia średnie roczne B(a)P w 30 rozważanych aglomeracjach i miastach o liczbie mieszkańców wyższej od 100 tys. mieściły się w zakresie od $0.7 \text{ ng}/\text{m}^3$ (Koszalin) do $13.2 \text{ ng}/\text{m}^3$ (Rybnik). Poziom docelowy ($\text{Da}= 1 \text{ ng}/\text{m}^3$) był przekroczony na 31 z 45 stanowisk, w 21 z 30 aglomeracji i dużych miast. Pomiaru stężeń B(a)P w Polsce od wielu lat wykazują występowanie przekroczeń wartości normatywnych stężeń tego zanieczyszczenia, niekiedy bardzo znacznych, na dużej liczbie stanowisk i w różnych rejonach kraju. Występowanie przekroczeń poziomu docelowego wiąże się z istotnym wzrostem stężeń B(a)P w okresie zimowym. W wielu rejonach kraju znaczna część budynków mieszkalnych jest ogrzewana indywidualnie, z wykorzystaniem węgla kamiennego, drewna a niekiedy także palnych odpadów. W dalszym ciągu stosowane są piece, kotły, paleniska o niskiej sprawności energetycznej, nie gwarantujące właściwych warunków spalania paliw. W rezultacie, w takich rejonach benzo(a)piren jest zanieczyszczeniem powszechnie występującym i jego stężenia są wysokie, w wielu miejscach wyższe od poziomu docelowego. Uśrednione dla wszystkich stanowisk w rozważanych miastach i aglomeracjach stężenie średnie roczne B(a)P w 2019 r. wynosiło $2.88 \mu\text{g}/\text{m}^3$, czyli przeszło dwukrotnie przewyższało poziom docelowy.
12. W 2019 r. stężenia pyłu PM_{2,5} były wyższe od wartości normatywnej (poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń średnich rocznych, wynoszącego $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) na 5 z 55 stanowisk uwzględnionych w ocenie, w tym na 3 stanowiskach komunikacyjnych. Przekroczenia (przynajmniej na jednym stanowisku) odnotowano w 4 z 30 rozważanych aglomeracji i miast. Stężenia średnie roczne PM_{2,5} mieściły się

w granicach od 12 do 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Stężenia pyłu $\text{PM}_{2,5}$ w 2019 r. były niższe niż rok wcześniej.

Wskaźnik średniego narażenia WM (obliczany na podstawie wyników pomiarów stężeń $\text{PM}_{2,5}$ z 32 wybranych stacji w 30 miastach i aglomeracjach) był w 2019 r. wyższy od pułapu stężenia ekspozycji ($\text{PSE}=20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) w 14 miastach i aglomeracjach, w 16 niższy od lub równy tej wartości. Krajowy wskaźnik średniego narażenia WK dla 2019 roku wynosił 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Jest to wartość wyższa zarówno od poziomu pułapu stężenia ekspozycji ($\text{PSE}=20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – obowiązuje od 2015 r.), jak i od poziomu krajowego celu redukcji narażenia ($\text{KCRN}=18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - do osiągnięcia w terminie do dnia 1 stycznia 2020 r.).

Głównym źródłem emisji pyłu $\text{PM}_{2,5}$ w Polsce jest sektor bytowo-komunalny. Na poziom stężeń $\text{PM}_{2,5}$ w miastach mają też wpływ emisje z samochodów (ruch drogowy). W skład pyłu $\text{PM}_{2,5}$ wchodzi także cząstki wtórnego aerozolu, powstającego w atmosferze w procesach zachodzących z udziałem zanieczyszczeń gazowych.

Zanieczyszczenie powietrza ozonem w skali kraju

1. W 2019 r. przekroczenia poziomu docelowego ozonu, ustanowionego ze względu na ochronę zdrowia ludzi (określanego z uwzględnieniem stężeń z okresu 1-3 lat), wystąpiły na 3 stanowiskach pomiarowych w miastach i 3 stanowiskach pozamiejskich (spośród 102 stanowisk, dla których możliwe było określenie tego normowanego parametru).
2. W 2019 r. na 7 stanowiskach w 5 województwach przekroczenia poziomu 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły w ciągu więcej niż 25 dni.
3. Przekroczenie poziomu celu długoterminowego określonego dla stężeń ozonu ze względu na ochronę zdrowia ludzi zarejestrowano na wszystkich stanowiskach pomiarowych.
4. W 2019 r. na żadnym stanowisku nie wystąpiło przekroczenie poziomu alarmowego - 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 1-godz. ozonu. Próg informowania – 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 1-godz.- był przekroczony na 10 stanowiskach w 6 województwach.
5. Z oceny stężeń ozonu pod kątem kryterium ustalonego w celu ochrony roślin (parametru AOT40), dokonanej na podstawie pomiarów stężeń na 31 stanowiskach pozamiejskich i podmiejskich, wynika, że przekroczenie poziomu docelowego miało miejsce tylko na jednym stanowisku – w Złotym Potoku w woj. śląskim (wartość średnia AOT40 z lat 2015-2019). Na 6 z 32 stanowisk wartość parametru AOT40 obliczona dla okresu maj-lipiec 2019 przekroczyła 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$. Poziom celu długoterminowego dla ozonu ustalony w celu ochrony roślin przekroczony był na 31 z 32 stanowisk pomiarowych uwzględnionych w ocenie.

Zanieczyszczenie powietrza pyłem PM10 w skali kraju

1. Stężenia pyłu PM10 w 2019 r. były niższe niż w roku poprzednim.
2. W roku 2019 stężenia średnie roczne S_a były wyższe od poziomu dopuszczalnego tylko na 5 stanowiskach (2%) zlokalizowanych w miastach. Na stanowiskach podmiejskich i pozamiejskich stężenia S_a były niższe od D_a . Stężenia średnie roczne S_a PM10 w 2019 r. zawierały się w granicach od 13 do 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
3. Najwyższe stężenia średnie roczne pyłu PM10 notowane były w województwach: małopolskim i śląskim. W tych województwach, na niektórych stanowiskach stężenie średnie roczne pyłu przekraczało 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Stężenia S_a niższe od 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ występowały na wszystkich stanowiskach pozamiejskich oraz na przeważającej większości lub wszystkich stanowiskach w pozostałych 14 województwach.
4. W 2019 r., mimo spadku stężeń w porównaniu do lat poprzednich, na wielu stanowiskach miejskich i podmiejskich wystąpiły przekroczenia poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń 24-godzinnych. Przekroczenia takie w 2019 roku wystąpiły na 34% stanowisk miejskich i podmiejskich, w tym na 62% stanowisk komunikacyjnych. Najwięcej stanowisk, na których odnotowano przekroczenia, znajduje się w miastach centralnej i południowej Polski, najmniej na północnym zachodzie i północnym wschodzie kraju. Przekroczenia poziomów dopuszczalnych PM10 w 2019 r. zarejestrowano w miastach dziesięciu województw.
5. Największą liczbę dni z przekroczeniami poziomu dopuszczalnego 24-godz. PM10 – 125 dni - zarejestrowano na stacji komunikacyjnej w Krakowie. Powyżej 100 dni z przekroczeniami zarejestrowano dodatkowo na jednym stanowisku tła miejskiego – w Pszczynie w woj. śląskim.
6. Wysokie stężenia pyłu PM10 notowane były przede wszystkim w styczniu i w lutym. W tym okresie utrzymywały się warunki meteorologiczne, które nie sprzyjały intensywnemu rozpraszaniu, wywiewaniu i wymywaniu zanieczyszczeń z przyziemnej warstwy atmosfery, a jednocześnie niska temperatura powietrza przyczyniała się do wzrostu intensywności emisji zanieczyszczeń związanych z ogrzewaniem budynków, w tym z wykorzystaniem paliw stałych.
7. W 2019 r. poziom alarmowy (300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 10.10.2019 i 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ od 11.10.2019 r. dla stężeń 24-godz. PM10) przekroczony był na 9 stacjach w 3 województwach. Zanotowano 21 przypadków przekroczeń. Najwięcej przekroczeń poziomu alarmowego – 6 - wystąpiło na stacji w Nowym Targu.
8. W 2019 r. poziom informowania (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 10.10.2019 i 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ od 11.10.2019 r. dla stężeń 24-godz. PM10) przekroczony był na stacjach w 11 województwach. Zanotowano 173 przypadki przekroczeń poziomu informowania. Najwięcej przypadków przekroczeń zanotowano w woj. śląskim i małopolskim, w tym 18 na stacji w Nowym Targu i 15 na stacji w Rybniku.

9. W rejonach występowania najwyższych stężeń pyłu PM₁₀ (i PM_{2,5}) w Polsce największy wpływ na poziom zanieczyszczenia powietrza ma z reguły emisja pyłu pierwotnego z niskich emitorów, związana ze spalaniem paliw stałych na potrzeby grzewcze i bytowe. Emisje PM₁₀ z tej kategorii źródeł mają największy udział w emisji krajowej. Drugą kategorią źródeł emisji mającą znaczący wpływ na poziom stężeń PM₁₀ jest transport drogowy. Poprawę jakości powietrza w zakresie pyłu PM₁₀ (i PM_{2,5}) można uzyskać poprzez znaczące ograniczenie emisji przede wszystkim z wymienionych dwóch kategorii źródeł, nie pomijając ograniczenia emisji z innych kategorii źródeł, w tym ze źródeł punktowych energetyki zawodowej i przemysłowej, będących znaczącymi emitentami zarówno pyłu, jak i prekursorów pyłu PM₁₀ i PM_{2,5}.
10. Emisja pyłu PM₁₀ i PM_{2,5} w Polsce w latach 2011 - 2018 była znacząco niższa niż w ostatnim dziesięcioleciu XX wieku. Zauważalny jest trend spadkowy emisji pyłu, zaburzony przez wzrosty emisji w latach z ostrzejszymi zimami (2006 r., 2010 r.). Emisja pyłu w 2018 r. była na poziomie zbliżonym do roku poprzedniego.
11. Wartości wskaźników W_{Sa} i W_{Smax36}, obrazujących zanieczyszczenie powietrza PM₁₀ w skali kraju w wieloleciu 2005-2019, były w 2019 r. znacząco niższe niż rok wcześniej i najniższe dla całego wielolecia 2005-2019.

Zanieczyszczenie powietrza pyłem PM_{2,5} w skali kraju

1. Stężenia pyłu PM_{2,5} w 2019 r. były niższe niż rok wcześniej.
2. W 2019 r. na 8 z 110 stanowisk pomiarowych (7%), zlokalizowanych na terenie 4 województw, stężenie średnie roczne pyłu PM_{2,5} przekroczyło poziom dopuszczalny ($Da=25 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Przekroczenia wystąpiły na 5 stanowiskach tła miejskiego i na 3 z 10 stanowisk komunikacyjnych. Na stacjach pozamiejskich w 2019 r. stężenia PM_{2,5} nie przekraczały poziomu dopuszczalnego.
3. Najwyższe stężenie średnie roczne pyłu PM_{2,5} wystąpiło na stanowisku tła miejskiego w Godowie w woj. śląskim ($31 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
4. Najwyższe 24-godzinne stężenia pyłu PM_{2,5} notowane są w sezonie chłodnym, podobnie jak w przypadku PM₁₀. W 2019 r. najwyższe stężenia dobowe PM_{2,5} na większości stacji w Polsce notowane były w styczniu.
5. Wartość wskaźnika W_{Sa} obrazującego uśrednione zanieczyszczenie powietrza PM_{2,5} w skali kraju w wieloleciu 2009-2019 była w 2019 r. o ok. 20% niższa niż rok wcześniej i jednocześnie najniższa dla całego wielolecia.

Spis ważniejszych skrótów, pojęć i oznaczeń występujących w opracowaniu

Skróty nazw aktów prawnych

RMŚ rozporządzenie Ministra Środowiska

Symbole przyjęte do określenia pyłu:

PM10 - pył zawieszony o średnicy równoważnej ziaren do 10 μm

PM2,5 - pył zawieszony o średnicy równoważnej ziaren do 2,5 μm

Wartości graniczne stężeń zanieczyszczeń w powietrzu (poziomy dopuszczalne, poziomy docelowe, poziom celu długoterminowego dla ozonu):

D1 - stężenie 1-godzinne – poziom dopuszczalny

D8 - stężenie 8-godzinne (średnia krocząca) - poziom dopuszczalny/docelowy/celu długoterminowego

D24 - stężenie średnie dobowe - poziom dopuszczalny

Da - stężenie średnie roczne – poziom dopuszczalny/docelowy

AOT40 - wskaźnik określający zanieczyszczenie powietrza ozonem, obliczany dla okresu maj-lipiec jako suma różnic pomiędzy: stężeniem średnim jednogodzinnym wyrażonym w $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a wartością 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dla każdej godziny w ciągu doby, pomiędzy godziną 8:00 a 20:00 czasu środkowoeuropejskiego CET, dla której stężenie jest większe niż 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

SOMO35 - wskaźnik określający zanieczyszczenie powietrza ozonem (Sum of Ozone Means Over 35 ppb), obliczany na podstawie maksimów dziennych ze stężeń 8-godz., jako 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Parametry statystyczne:

Sa - średnie roczne stężenie zanieczyszczenia, obliczane z reguły jako wartość średnia arytmetyczna z serii stężeń [najczęściej w $\mu\text{g}/\text{m}^3$; dla As, Ni, Cd i B(a)P w ng/m^3],

S24 - stężenie średnie dobowe zanieczyszczenia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$],

S1 - stężenie 1-godzinne zanieczyszczenia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$],

S8 - stężenie 8-godzinne (średnia krocząca) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$],

SXY.Z - percentyl na poziomie XY.Z% z serii pomiarów o określonym czasie uśredniania wyników [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] – jest to wartość stężenia o określonym czasie uśredniania, której nie przekracza XY.Z% wyników pomiarów o tym czasie uśredniania w serii rocznej

- (np. percentyl S98 ze stężeń dobowych oznacza wartość stężenia 24-godzinnego, której nie przekracza 98% wyników pomiarów dobowych w serii rocznej [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]),
- S90.4** - percentyl S90.4 ze stężeń dobowych (określa się dla stężeń dobowych PM10) oznacza wartość stężenia 24-godzinnego, której nie przekracza 90.4% wyników pomiarów dobowych w serii rocznej [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]; przekroczenie $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez percentyl S90.4 z pełnej rocznej serii pomiarowej stężeń 24-godz. PM10 oznacza, że w ciągu roku wystąpiło więcej niż dopuszczalne 35 dni z przekroczeniami stężenia $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, czyli że przekroczony został poziom dopuszczalny określony dla stężeń 24-godz. PM10,
 - S99.7** - percentyl S99.7 ze stężeń 1-godz. (określa się dla stężeń 1-godz. SO_2) oznacza wartość stężenia 1-godz., której nie przekracza 99.7% wyników pomiarów 1-godz. w serii rocznej; przekroczenie poziomu $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez percentyl S99.7 z pełnej rocznej serii pomiarowej stężeń 1-godz. SO_2 oznacza, że w ciągu roku wystąpiło więcej niż dopuszczalne 24 przypadki stężeń 1-godz. wyższych od $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$, czyli że przekroczony został poziom dopuszczalny określony dla stężeń 1-godz. SO_2 ,
 - S99.8** - percentyl S99.7 ze stężeń 1-godz. (określa się dla stężeń 1-godz. NO_2) oznacza wartość stężenia 1-godz., której nie przekracza 99.8% wyników pomiarów 1-godz. w serii rocznej; przekroczenie poziomu $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez percentyl S99.8 z pełnej rocznej serii pomiarowej stężeń 1-godz. NO_2 oznacza, że w ciągu roku wystąpiło więcej niż dopuszczalne 18 przypadków stężeń 1-godz. wyższych od $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, czyli że przekroczony został poziom dopuszczalny określony dla stężeń 1-godz. NO_2 ,
 - S93.2** - percentyl S93.2 z maksimów dobowych stężeń 8-godz. kroczących ozonu oznacza wartość stężenia 8-godz., której nie przekracza 93.2% wyników w rocznej serii maksimów dobowych ze stężeń 8-godz.; przekroczenie poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez percentyl S93.2 z pełnej rocznej serii maksimów dobowych ze stężeń 8-godz. ozonu oznacza, że w ciągu roku wystąpiło więcej niż dopuszczalne 25 dni z przekroczeniem poziomu docelowego dla ozonu,
 - SXXmax** - najwyższa wartość stężenia o czasie uśredniania XX, pomierzonego na danym stanowisku w rozważanym okresie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (np. S8max, S24max).

Dokumenty i opracowania wykorzystane w pracy

1. GIOŚ 2019, „Jakość powietrza w Polsce w roku 2018 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., Warszawa 2019
2. GIOŚ 2020, „Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2019”; praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez INF AIR i Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Kobus D., Iwanek J., Skotak K., Warszawa 2020
3. KOBIZE 2018, „Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2015 – 2016 w układzie klasyfikacji SNAP Raport syntetyczny”, Raport przygotowano w Krajowym Ośrodku Inwentaryzacji i Raportowania Emisji, w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym, Warszawa 2018
4. KOBIZE 2019, „Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2015 – 2017 w układzie klasyfikacji SNAP Raport syntetyczny”, Raport przygotowano w Krajowym Ośrodku Inwentaryzacji i Raportowania Emisji, w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym, Warszawa 2019
5. IMGW. Klasyfikacja termiczna miesięcy wg H. Lorenc
6. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2012 r. poz. 1031)
7. Rozporządzenie Ministra środowiska z dnia 8 października 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2019 r. poz. 1931)
8. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 września 2012 r. w sprawie sposobu obliczania wskaźników średniego narażenia oraz sposobu oceny dotrzymania pułapu stężenia ekspozycji (Dz. U. z 2012 r. poz. 1029)
9. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 czerwca 2018 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. 2018 r. poz. 1119)
10. Dyrektywa 2008/50/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy (Dz. Urz. UE L 152 z 11.06.2008, str. 1 oraz Dz. Urz. UE L 226 z 29.08.2015, str. 4)
11. 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)

12. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide Global update 2005 Summary of risk assessment
13. IOŚ-PIB 2020a, „Analiza wyników modelowania na potrzeby oceny jakości powietrza w Polsce w roku 2019”, opracowanie wykonane przez Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, Analiza wykonana w ramach zadań ustawowych zapisanych w ustawie - Prawo ochrony środowiska, Warszawa 2020
14. EMEP Centre on Emission Inventories and Projections, 2020,
<https://www.ceip.at/data-viewer>
15. Mapy synoptyczne metoffice.gov.uk udostępnione na:
http://www1.wetter3.de/archiv_dwd_dt.html
16. IOŚ-PIB 2020b, „Analiza wyników modelowania na potrzeby oceny udziału źródeł transgranicznych w Polsce w roku 2019”, opracowanie wykonane przez Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy; Analiza wykonana w ramach zadań ustawowych zapisanych w ustawie - Prawo ochrony środowiska, Warszawa 2020
17. Ministerstwo Klimatu 2020, “Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 1990 – 2018. Raport syntetyczny”, Raport przygotowano w Krajowym Ośrodku Inwentaryzacji i Raportowania Emisji, w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym, Warszawa 2020