



GŁÓWNY INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA

Jakość powietrza w Polsce w roku 2018 w świetle wyników pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska



Praca wykonana na podstawie umowy nr 38/2018/F z dnia 12 grudnia 2018 r. zawartej pomiędzy Głównym Inspektoratem Ochrony Środowiska a Instytutem Ochrony Środowiska – Państwowym Instytutem Badawczym, finansowanej ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Warszawa 2019

Opracowano w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym (przez zespół w składzie: Jacek Iwanek, Dominik Kobus (*inFAIR*), Krzysztof Skotak), na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, na podstawie wyników pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMS).

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

SPIS TREŚCI

1. Wstęp	1
2. Informacje ogólne na temat danych wykorzystanych w opracowaniu	2
3. Ocena zanieczyszczenia powietrza w aglomeracjach i w dużych miastach	4
3.1. Dwutlenek siarki.....	4
3.2. Dwutlenek azotu	10
3.3. Tlenek węgla	16
3.4. Benzen	21
3.5. Ozon	24
3.6. Pył PM10	33
3.7. Ołów	45
3.8. Arsen.....	48
3.9. Kadm	51
3.10. Nikiel.....	54
3.11. Benzo(a)piren	57
3.12. Pył PM2.5.....	62
4. Ocena zanieczyszczenia powietrza ozonem w skali kraju	69
4.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń ozonu	69
4.2. Informacje o stężeniach ozonu w 2018 roku	69
4.3. Trendy zmian stężeń ozonu	83
4.4. Ocena stężeń ozonu w świetle kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia	86
4.5. Ocena stężeń ozonu w świetle kryteriów odniesionych do ochrony roślin.....	94
5. Ocena zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10 w skali kraju.....	100
5.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń PM10	100
5.2. Informacje o stężeniach PM10 w 2018 roku	102
5.3. Zmiany stężeń PM10 w wieloleciu	117
5.4. Ocena stężeń pyłu PM10 w świetle kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia	124
5.5. Przyczyny występowania wysokich stężeń pyłu PM10 w Polsce oraz możliwe środki zaradcze	133
6. Ocena zanieczyszczenia powietrza pyłem PM2.5 w skali kraju.....	144
6.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń PM2.5	144
6.2. Informacje o stężeniach PM2.5 w 2018 roku	146
6.3. Zmiany stężeń PM2.5 w wieloleciu	154
6.4. Ocena stężeń pyłu PM2.5 w świetle kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia ...	156
6.5. Przyczyny występowania wysokich stężeń pyłu PM2.5 w Polsce oraz możliwe środki zaradcze	159
7. Podsumowanie	163
Spis rysunków	169

1. Wstęp

W opracowaniu przedstawiono ocenę stanu zanieczyszczenia powietrza w Polsce w 2018 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 GIOŚ.

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 2018 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 obecnie w Polsce i uwzględnionych w ocenie za 2018 r.

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 poziom celu długoterminowego), 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.

Oprócz pomiarów prowadzonych na stacjach monitoringu, dodatkowym źródłem informacji o stężeniach ozonu w Polsce były wyniki modelowania matematycznego.

Oprócz oceny dotyczącej zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10 i PM2.5 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 2018 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 2018 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 (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

Zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem siarki w aglomeracjach i w dużych miastach

W ocenie zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem siarki za rok 2018 uwzględniono 12 aglomeracji oraz 17 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 55 stanowisk pomiarów automatycznych.

Parametrem odpowiadającym wartości normatywnej określonej dla 24-godzinnych stężeń SO₂ jest percentyl S99.2¹. Jego wartości, uzyskane z pomiarów na terenie aglomeracji i miast uwzględnionych w ocenie, wynosiły w 2018 roku od 3 µg/m³ (Aglomeracja Trójmiejska) do 60 µg/m³ (Płock) - Tab. 3.1-2.

¹ w przypadku pełnej serii wyników pomiarów 24-godz. stężeń SO₂ percentyl S99.2 przekracza wartość 125 µg/m³, gdy w serii jest więcej niż dozwolone 3 przypadki przekroczeń wartości dopuszczalnej 125 µg/m³. Przekroczenie wartości 125 µg/m³ przez percentyl S99.2 z pełnej serii wyników pomiarów stężeń dobowych SO₂ jest równoznaczne z przekroczeniem poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń 24-godz. we wspomnianym rozporządzeniu MŚ.

Tabela 3.1-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii 24-godz. i 1-godz. pomiarów stężeń SO₂ prowadzonych w 2018 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

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⁾
		[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	1	9	9	9	12	12	12
2	Aglomeracja Bydgoska	2	16	17.0	17	30	30.1	30
3	Aglomeracja Górnośląska	7	31	39.7	53	46	60.3	80
4	Aglomeracja Krakowska	2	18	19.0	20	29	30.5	32
5	Aglomeracja Lubelska	1	14	14	14	25	25	25
6	Aglomeracja Łódzka	4	13	18.7	25	19	34.1	50
7	Aglomeracja Poznańska	2	7	8.5	10	10	12.7	15
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2	48	48.7	49	73	84.0	95
9	Aglomeracja Szczecińska	2	10	13.0	16	21	35.6	50
10	Aglomeracja Trójmiejska	8	3	20.6	57	4	56.4	140
11	Aglomeracja Warszawska	2	14	16.3	18	23	37.5	52
12	Aglomeracja Wrocławska	1	15	15	15	24	24	24
13	Bielsko-Biała	1	48	48	48	66	66	66
14	Częstochowa	2	32	32.1	32	53	58.0	63
15	Elbląg	1	9	9	9	23	23	23
16	Gorzów Wielkopolski	1	13	13	13	16	16	16
17	Kalisz	1	32	32	32	60	60	60
18	Koszalin	1	9	9	9	15	15	15
19	Legnica	1	18	18	18	42	42	42
20	Olsztyn	1	9	9	9	16	16	16
21	Opole	1	15	15	15	25	25	25
22	Płock	2	18	38.8	60	50	85.4	120
23	Radom	1	14	14	14	21	21	21
24	Rzeszów	1	18	18	18	25	25	25
25	Tarnów	1	20	20	20	38	38	38
26	Toruń	3	10	11.5	12	15	18.4	21
27	Wałbrzych	1	25	25	25	39	39	39
28	Włocławek	1	15	15	15	32	32	32
29	Zielona Góra	1	16	16	16	22	22	22
	Polska	55	3	22.5	60	4	42.1	140

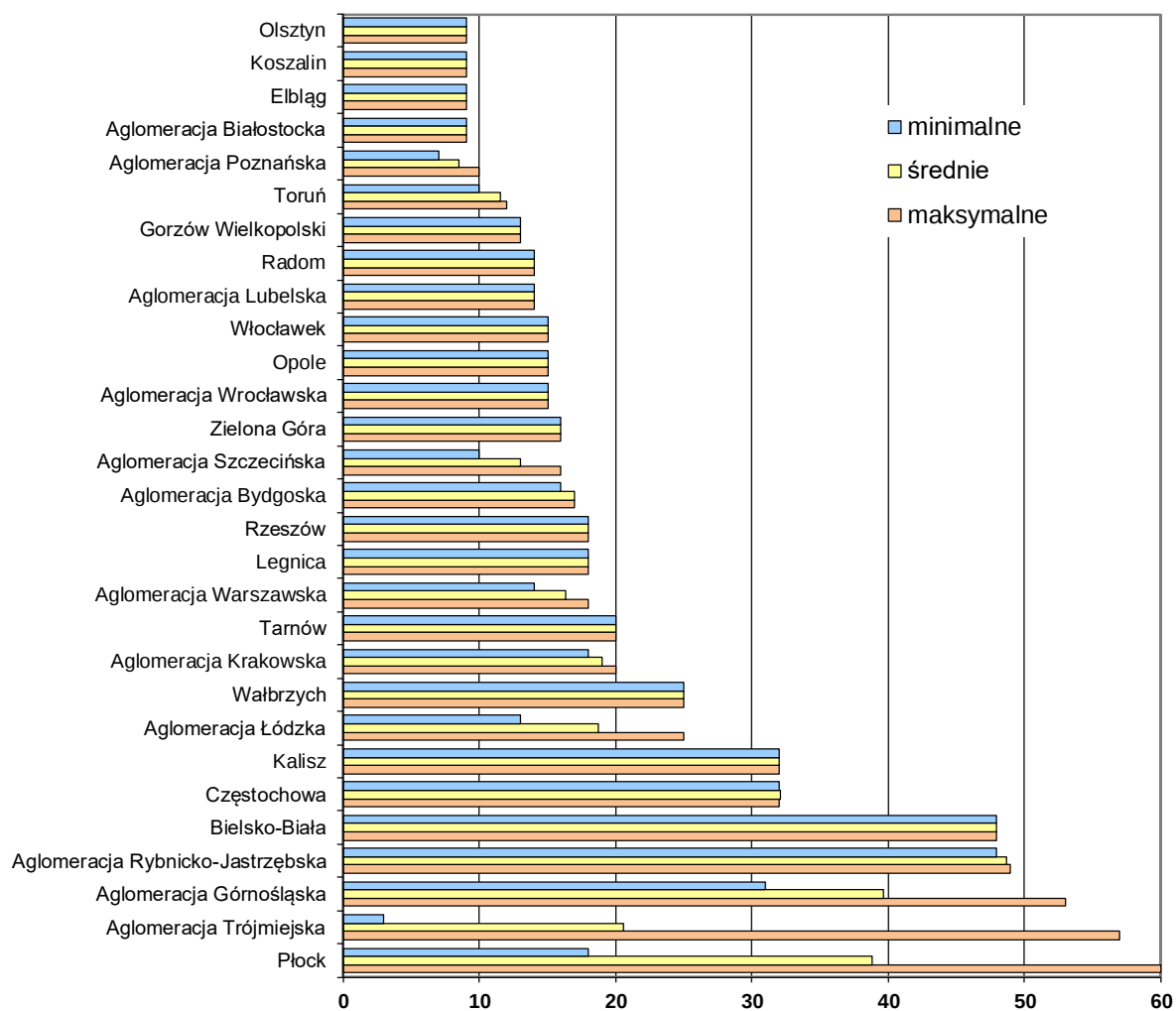
Objaśnienia do tabeli 3.1-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie,

²⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2018 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 8.5 µg/m³ (Aglomeracja Poznańska) do 48.7 µg/m³ (Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska). W przypadku miast i aglomeracji, w których uwzględniono wyniki pomiarów z jednego stanowiska, wartości percentyla S99.2 wynosiły od 9 µg/m³ (Elbląg) do 48 µg/m³ (Bielsko-Biała) - (Rys. 3-1).

Najwyższą wartość percentyla S99.2 ze stężeń 24-godzinnych uzyskano z pomiarów na jednym z dwóch stanowisk znajdujących się w Płocku (Rys. 3-1). Poziom $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przekroczony był tam przez jeden dzień (dozwolone są 3 dni). Na żadnym z rozważanych w niniejszej ocenie 55 stanowisk pomiarowych w 2018 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: PMŚ - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB S99.2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Rys. 3-1. Wartości percentyla S99.2 ze stężeń 24-godzinnych SO_2 uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2018 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (poziom dopuszczalny $\text{D}_{24}=125 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

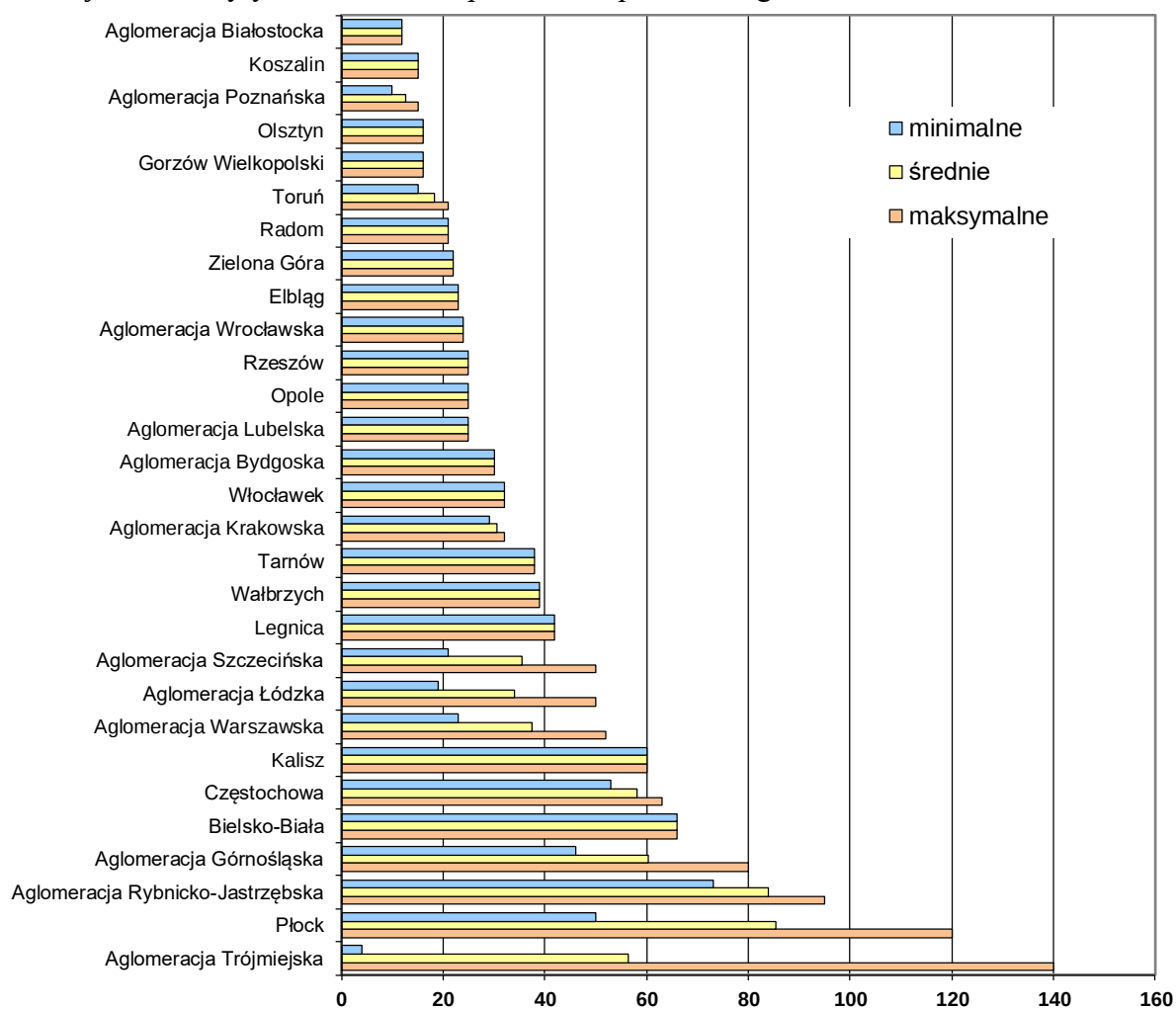
Wartości percentyla S99.7² na terenie aglomeracji i dużych miast wynosiły w 2018 roku od $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Wartości uśrednione dla aglomeracji lub miast, w których w ocenie

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 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.

uwzględniono kilka stanowisk pomiarowych, wynosiły od $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Aglomeracja Poznańska) do $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Płock) - Tab. 3.1-2, Rys. 3-2. W aglomeracjach i miastach, w których do oceny można było wykorzystać dane z jednego stanowiska, wartości percentyla S99.7 mieściły się w granicach od $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Aglomeracja Białostocka) do $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (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 $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Aglomeracji Białostockiej do $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Aglomeracji Trójmiejskiej.

Najwyższe wartości percentyla S99.7 na terenie rozważanych aglomeracji i miast nie przekraczały 40% wartości dopuszczalnej. Na 93% stanowisk stężenia na poziomie percentyla S99.7 były niższe od 25% poziomu dopuszczalnego.



Źródło danych: PMŚ - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB S99.7 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Rys. 3-2. Wartości percentyla S99.7 ze stężeń 1-godzinnych SO_2 uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2018 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 2018 roku wynosiły od $1.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe wartości

uzyskano z pomiarów na stanowiskach w Aglomeracji Górnośląskiej, najniższe w Aglomeracji Trójmiejskiej.

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. 3-3). 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).

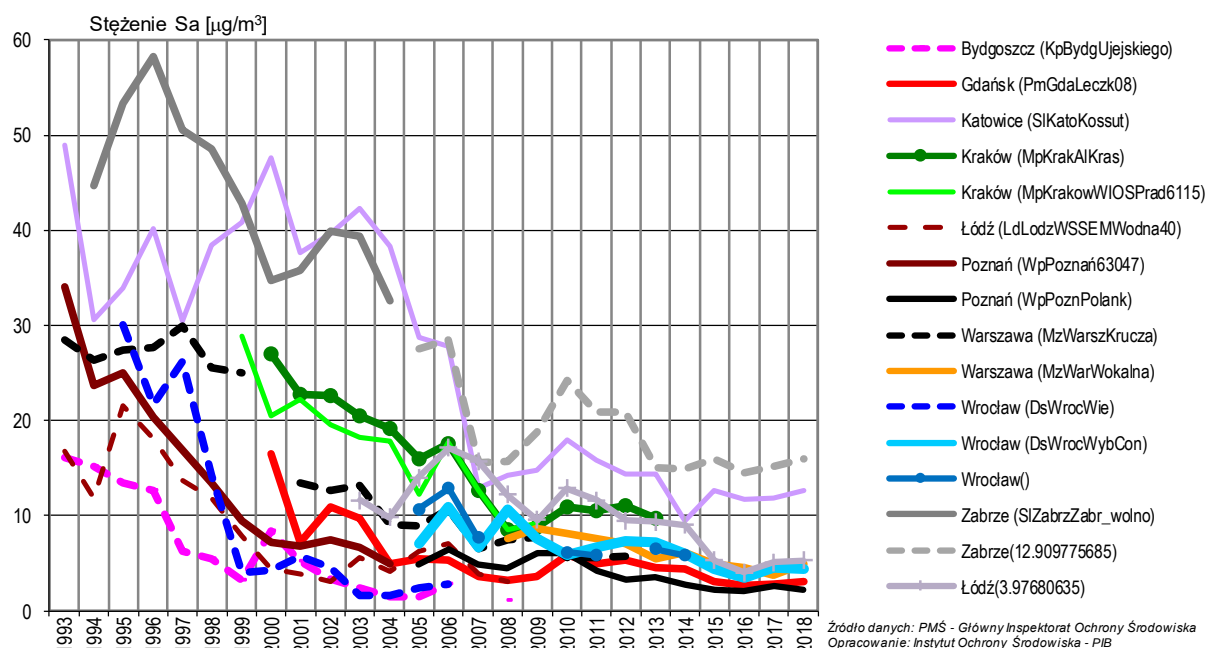
Po spadku stężeń w następnych latach jednoczesny wzrost stężeń na większości stacji zanotowano w 2010 roku. W kolejnych latach na większości stacji stężenia średnie roczne SO_2 na większości stacji stopniowo zmniejszały się.

W 2018 r. na większości stanowisk uwzględnionych na wykresie (5 z 7) miał miejsce niewielki wzrost stężeń w stosunku do roku poprzedniego.

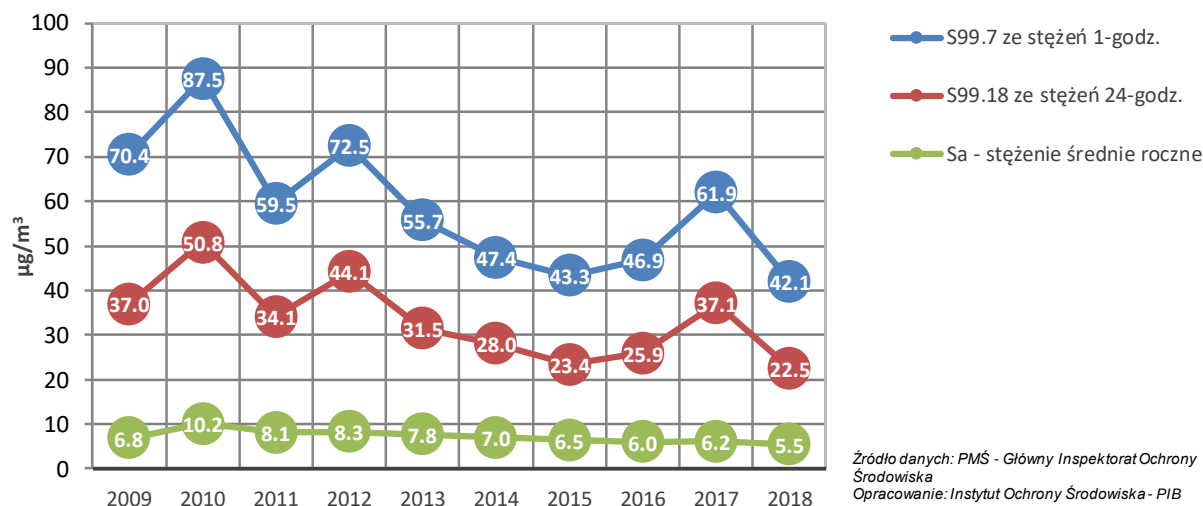
Stężenia notowane w ciągu ostatnich dziesięciu lat były znacznie niższe niż stężenia występujące w latach wcześniejszych.

Uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach, wartości odpowiednich parametrów dla lat 2009-2018 pokazują, że w okresie tym wartości tych parametrów zmieniały się w zakresie od -33% do +52% w stosunku do wartości średniej dla wielolecia 2009-2018 (Rys. 3-4). 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 rezultacie wskaźniki dla 2018 r. były najniższe spośród prezentowanych na wykresie dla okresu 2009-2018.

Obserwowane w ostatnich latach zmiany stężeń SO_2 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 w celu ogrzewania budynków.



Rys. 3-3. Stężenie średnie roczne dwutlenku siarki w latach 1993-2018 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce



Rys. 3-4. 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 (SO₂) w latach 2009-2018

3.2. Dwutlenek azotu

Kryteria oceny

Wartościami kryterialnymi w ocenie zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem azotu są dopuszczalne poziomy (stężenia) dwutlenku azotu w powietrzu wraz z dozwolonymi częstotliwościami ich przekraczania, ustanowione w celu ochrony zdrowia. Wartości obowiązujące w Polsce, określone w rozporządzeniu MŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, przedstawiono w tabeli 3.2-1.

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

Okres uśredniania stężenia	Dopuszczalny poziom NO ₂ w powietrzu [µg/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

Zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem azotu w aglomeracjach i w dużych miastach

Ocena zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem azotu została przeprowadzona z uwzględnieniem stężeń średnich rocznych oraz 1-godzinnych, dla których ustanowiono poziomy dopuszczalny.

W ocenie stężeń średnich rocznych i 1-godz. NO₂ w 2018 r. wykorzystano wyniki pomiarów prowadzonych na 58 stanowiskach, zlokalizowanych w 12 aglomeracjach i 16 dużych miastach (o liczbie mieszkańców przekraczającej 100 tys.).

Wartości stężeń średnich rocznych NO₂ uzyskane z pomiarów w rozważanych aglomeracjach i miastach mieściły się w granicach od 13 µg/m³ do 61 µg/m³ (Tab. 3.2-2, Rys. 3-5). Stężenia uśrednione w skali aglomeracji lub miasta, w których w ocenie wykorzystano pomiary prowadzone na więcej niż jednym stanowisku, wynosiły od 16 µg/m³ (Toruń) do 40 µg/m³ (Aglomeracja Krakowska). W aglomeracjach lub miastach, w których uwzględniono pojedyncze stanowiska, średnie roczne stężenia NO₂ na tych stanowiskach wynosiły od 13 µg/m³ (Elbląg) do 32 µg/m³ (Bielsko-Biała).

Tabela 3.2-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii 24-godz. i 1-godz. pomiarów stężeń NO₂ prowadzonych w 2018 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

Lp.	Agglomeracja /miasto	Liczba stanowisk ¹⁾	Stężenie średnie roczne 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	Agglomeracja Białostocka	1		14	14	14	80	80	80
2	Agglomeracja Bydgoska	2		25	26.4	28	90	94.6	99
3	Agglomeracja Górnośląska	7	1	22	29.1	55	82	99.8	153
4	Agglomeracja Krakowska	4	2	27	40.2	61	93	123.1	151
5	Agglomeracja Lubelska	1		22	22	22	101	101	101
6	Agglomeracja Łódzka	5		18	22.6	33	73	88.4	120
7	Agglomeracja Poznańska	2		21	22.5	24	99	109.0	119
8	Agglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		22	22	22	82	82	82
9	Agglomeracja Szczecińska	2		17	20.9	25	75	94.9	114
10	Agglomeracja Trójmiejska	6		15	17.9	22	71	83.0	94
11	Agglomeracja Warszawska	3	1	26	34.4	50	103	131.2	170
12	Agglomeracja Wrocławska	3	1	16	27.8	46	63	96.2	137
13	Bielsko-Biała	1		32	32	32	116	116	116
14	Częstochowa	2		19	28.2	37	82	99.1	117
15	Elbląg	1		13	13	13	70	70	70
16	Gorzów Wielkopolski	1		22	22	22	102	102	102
17	Koszalin	1		26	26	26	109	109	109
18	Legnica	1		21	21	21	94	94	94
19	Olsztyn	1		15	15	15	82	82	82
20	Opole	1		16	16	16	68	68	68
21	Płock	2		16	17.3	19	83	87.2	92
22	Radom	1		23	23	23	90	90	90
23	Rzeszów	1		18	18	18	89	89	89
24	Tarnów	2		20	24.9	30	88	99.9	112
25	Toruń	3		14	16.4	20	69	80.9	88
26	Wałbrzych	1		15	15	15	72	72	72
27	Włocławek	1		28	28	28	97	97	97
28	Zielona Góra	1		15	15	15	91	91	91
	Razem	58	5	13	24.2	61	63	96.0	170

Objaśnienia do tabeli 3.2-2:

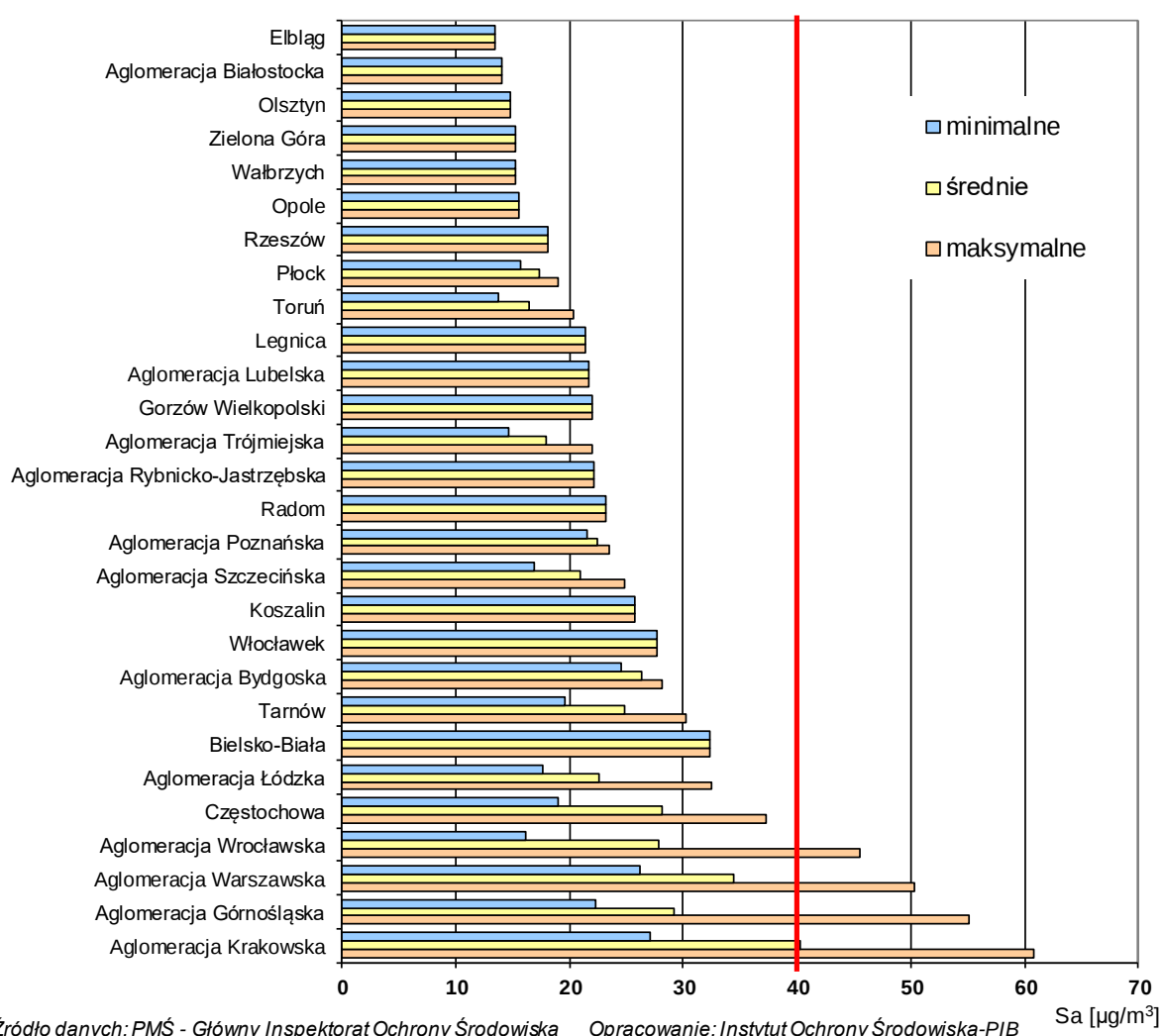
¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

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 2018 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 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe stężenia S_a uzyskano na stanowisku komunikacyjnym w Aglomeracji Krakowskiej (61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 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 53 stanowiskach w aglomeracjach i w dużych miastach stężenia średnie roczne były niższe od poziomu dopuszczalnego. Na 47% stanowisk uwzględnionych w ocenie stężenia średnie roczne NO_2 nie przekraczały połowy poziomu dopuszczalnego.

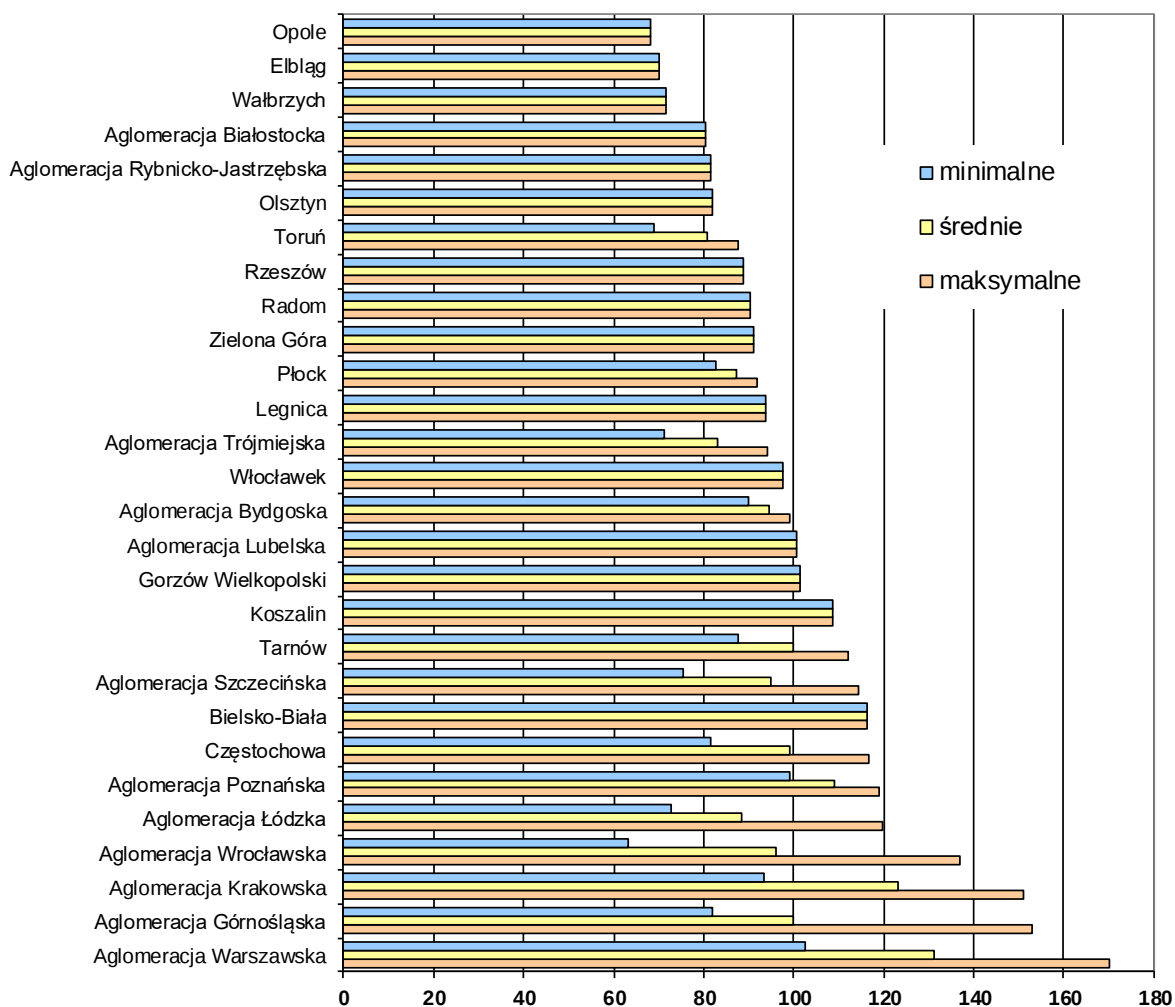


Źródło danych: PMŚ - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska-PIB
Rys. 3-5. Średnie roczne stężenia NO_2 uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2018 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Wartości percentyla $\text{S}_{99.8}^3$ uzyskane z pomiarów na terenie aglomeracji i miast uwzględnionych w ocenie, wynosiły w 2018 roku od 63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 170 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tab. 3.2-2, Rys. 3-6) – stężenia 1-godz. NO_2 nie przekraczały poziomu dopuszczalnego na żadnym stanowisku.

³ w przypadku pełnej serii pomiarowej stężeń 1-godz. NO_2 , wartość percentyla $\text{S}_{99.8}$ 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

W aglomeracjach lub miastach, w których znajdowało się kilka stanowisk pomiarowych, uśrednione wartości percentyla wynosiły od 81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Toruń) do 131 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Aglomeracja Warszawska). W aglomeracjach i miastach, dla których w ocenie uwzględniono jedno stanowisko pomiarowe stężen NO_2 , wartości rozważanego percentyla wynosiły od 68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Opole) do 116 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Bielsko-Biała).



Źródło danych: PMS - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska-PIB S99.8 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Rys. 3-6. Wartości percentyla S99.8 ze stężeń 1-godzinnych NO_2 uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2018 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Najwyższe wartości percentyla S99.8 ze stężeń 1-godz. NO_2 uzyskane w 2018 roku na stanowiskach uwzględnionych w ocenie tego parametru na terenie rozważanych aglomeracji i miast zawierały się w granicach od 68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Opole) do 170 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Aglomeracja Warszawska – stanowisko komunikacyjne).

W sumie na trzech stanowiskach (wszystkie z nich to stanowiska komunikacyjne) wartość percentyla przekroczyła 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na pozostałych stanowiskach stężenia NO_2 były niższe.

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, na żadnym spośród 58 stanowisk uwzględnionych w ocenie, w 2018 roku wartość percentyla S99.8 dla stężeń 1-godzinnych dwutlenku azotu nie przekroczyła poziomu dopuszczalnego ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Na 69% stanowisk wartość S99.8 nie przekraczała połowy poziomu dopuszczalnego. Stężenia 1-godz. przekraczały poziom $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tylko na jednym spośród 58 stanowisk – na stanowisku komunikacyjnym w Warszawie, gdzie zanotowano 5 przypadków przekroczeń poziomu $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a maksymalne stężenie 1-godz. wynosiło $258 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Krotność przekroczeń była zatem znacznie niższa od dozwolonych 18 przypadków w roku kalendarzowym.

Trendy zmian stężeń dwutlenku azotu na wybranych stacjach w aglomeracjach

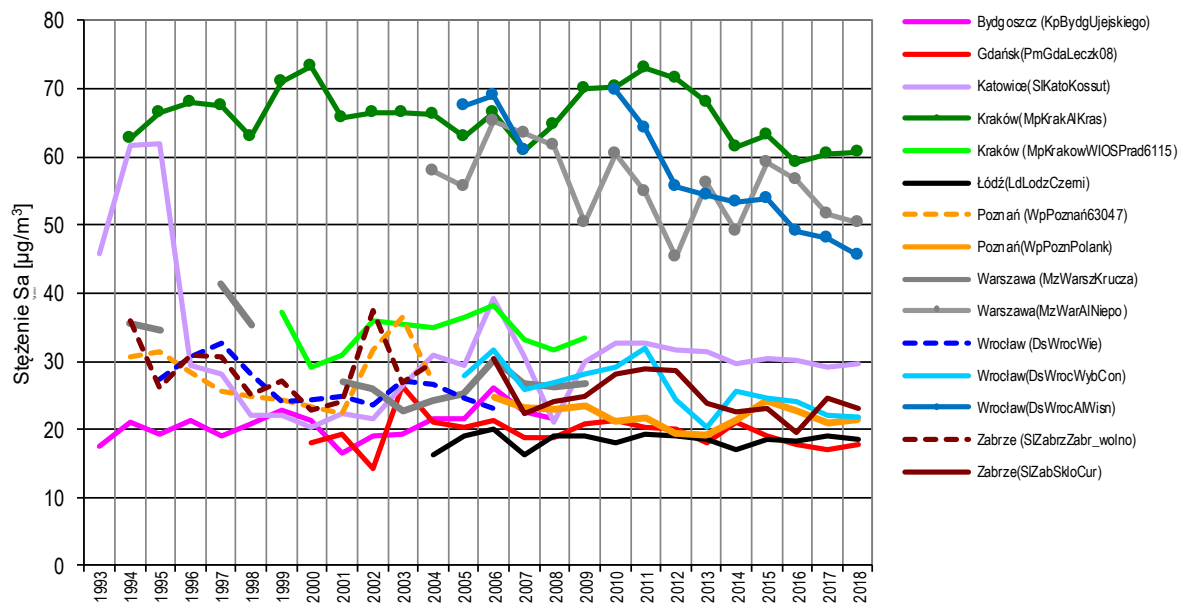
W latach 1993-2018 stężenia średnie roczne NO_2 na większości stanowisk tła miejskiego uwzględnionych w analizie trendów (Rys. 3-7) zawierały się w granicach $18\text{-}40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ich wartości ulegały zmianom w poszczególnych latach, jednak bez określonych tendencji (rosnącej lub malejącej) w dłuższym okresie, wspólnych dla większości stacji. W 2018 r. stężenia średnie roczne NO_2 na 3 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 45 do $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Są 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).

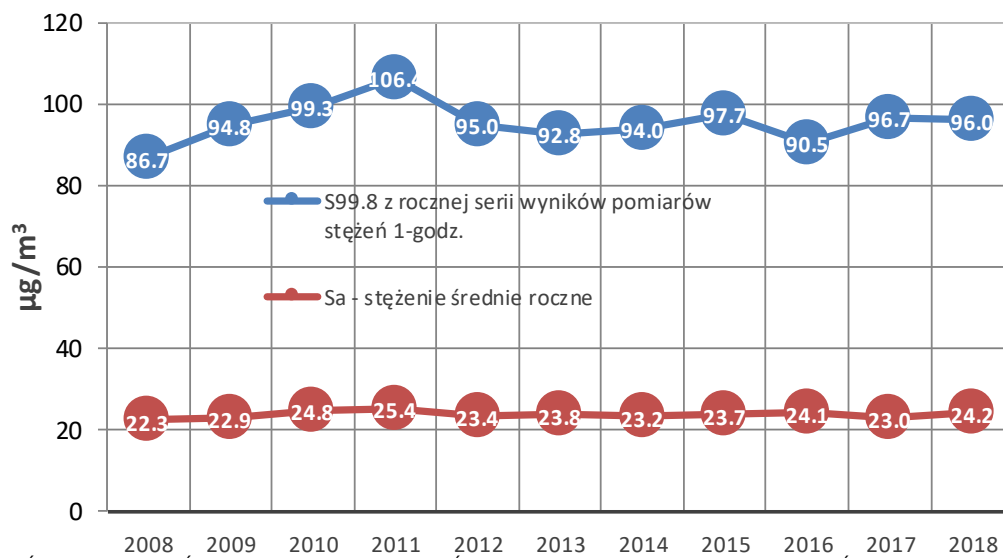
W latach 2011 - 2014 wystąpił znaczący spadek stężeń Sa NO_2 na stanowisku w Krakowie, później stężenia utrzymywały się na zbliżonym poziomie. W przypadku stanowiska w Warszawie wyraźna tendencja spadkowa stężeń wystąpiła w latach 2015-2018, a na stanowisku we Wrocławiu w latach 2010-2018.

Uśrednione dla wszystkich stanowisk, uwzględnionych w analizach, wartości odpowiednich parametrów dla lat 2008-2018 pokazują, że w okresie tym wartości tych parametrów zmieniały się w zakresie od -9% do $+11\%$ w stosunku do wartości średniej dla wielolecia (Rys. 3-8). W latach 2008-2011 stężenia rosły. W latach 2012-2018 stężenia były niższe od stężeń z 2011 r. i zbliżone do wartości średnich dla dziesięciolecia 2008-2018. W 2018 r. uśrednione stężenie średnie roczne NO_2 było o 5% wyższe niż rok wcześniej, uśredniony percentyl S99.8 był niższy o 1% niż rok wcześniej.



Źródło danych: PMŚ - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska-PIB

Rys. 3-7. Stężenie średnie roczne dwutlenku azotu w latach 1993-2018 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce (linie z kropkami oznaczają stanowiska „komunikacyjne”)



Źródło danych: PMŚ - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 3-8. Uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach (zlokalizowanych na terenie aglomeracji i dużych miast) stężenie średnie roczne i percentyl 99.8 ze stężeń 1-godz. dla dwutlenku azotu (NO_2) w latach 2008-2018

3.3. Tlenek węgla

Kryteria oceny

Wartością kryterialną w ocenie zanieczyszczenia powietrza tlenkiem węgla jest dopuszczalny poziom (stężenie) tlenku węgla w powietrzu, ustanowiony w celu ochrony zdrowia, określony 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 2018 rok uwzględniono wyniki pomiarów prowadzonych na 45 stanowiskach w 12 aglomeracjach i w 15 miastach o liczbie mieszkańców przekraczającej 100 tys.

Wartości normowanego stężenia maksymalnego 8-godz. CO na terenie rozważanych aglomeracji i miast zawierały się w granicach od 1.29 mg/m³ (Olsztyn) do 4.34 mg/m³ (Radom) -Tab. 3.3-2, Rys. 3-9.

Na żadnym stanowisku w rozważanych aglomeracjach i miastach stężenia tlenku węgla w 2018 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 2018 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

Lp.	Aglomeracja/miasto Województwo	Liczba stanowisk ²⁾	Maksimum roczne ze stężeń 8-godz. kroczących			Percentyl S98 ¹⁾ z dobowych maksimów 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]
1	Aglomeracja Białostocka	1	2.44	2.44	2.44	1.36	1.36	1.36
2	Aglomeracja Bydgoska	2	2.42	2.92	3.42	1.55	1.84	2.13
3	Aglomeracja Górnośląska	3	2.01	2.76	3.61	1.43	1.78	2.29
4	Aglomeracja Krakowska	2	3.20	3.22	3.25	1.90	2.15	2.40
5	Aglomeracja Lubelska	1	4.11	4.11	4.11	2.25	2.25	2.25
6	Aglomeracja Łódzka	4	1.30	2.25	3.08	0.99	1.51	2.21
7	Aglomeracja Poznańska	2	1.97	2.37	2.77	1.34	1.46	1.59
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2	2.62	3.25	3.89	2.09	2.44	2.79
9	Aglomeracja Szczecińska	1	1.88	1.88	1.88	1.16	1.16	1.16
10	Aglomeracja Trójmiejska	6	1.58	1.89	2.42	1.13	1.36	1.81
11	Aglomeracja Warszawska	1	2.20	2.20	2.20	1.75	1.75	1.75
12	Aglomeracja Wrocławska	2	1.46	1.82	2.19	1.10	1.27	1.45
13	Bielsko-Biała	1	4.30	4.30	4.30	2.33	2.33	2.33
14	Częstochowa	2	2.83	3.57	4.31	1.42	1.84	2.25
15	Elbląg	1	2.40	2.40	2.40	1.09	1.09	1.09
16	Gorzów Wielkopolski	1	1.43	1.43	1.43	1.23	1.23	1.23
17	Kalisz	1	1.73	1.73	1.73	1.09	1.09	1.09
18	Legnica	1	2.31	2.31	2.31	1.70	1.70	1.70
19	Olsztyn	1	1.29	1.29	1.29	0.96	0.96	0.96
20	Płock	2	1.45	1.57	1.70	1.03	1.09	1.15
21	Radom	1	4.34	4.34	4.34	1.85	1.85	1.85
22	Rzeszów	1	2.13	2.13	2.13	1.69	1.69	1.69
23	Tarnów	1	3.76	3.76	3.76	2.19	2.19	2.19
24	Toruń	2	2.08	2.74	3.40	1.26	1.50	1.74
25	Wałbrzych	1	2.45	2.45	2.45	1.62	1.62	1.62
26	Włocławek	1	3.48	3.48	3.48	2.08	2.08	2.08
27	Zielona Góra	1	1.32	1.32	1.32	1.07	1.07	1.07
Razem		45	1.29	2.52	4.34	0.96	1.60	2.79

Objaśnienia do tabeli 3.3-2:

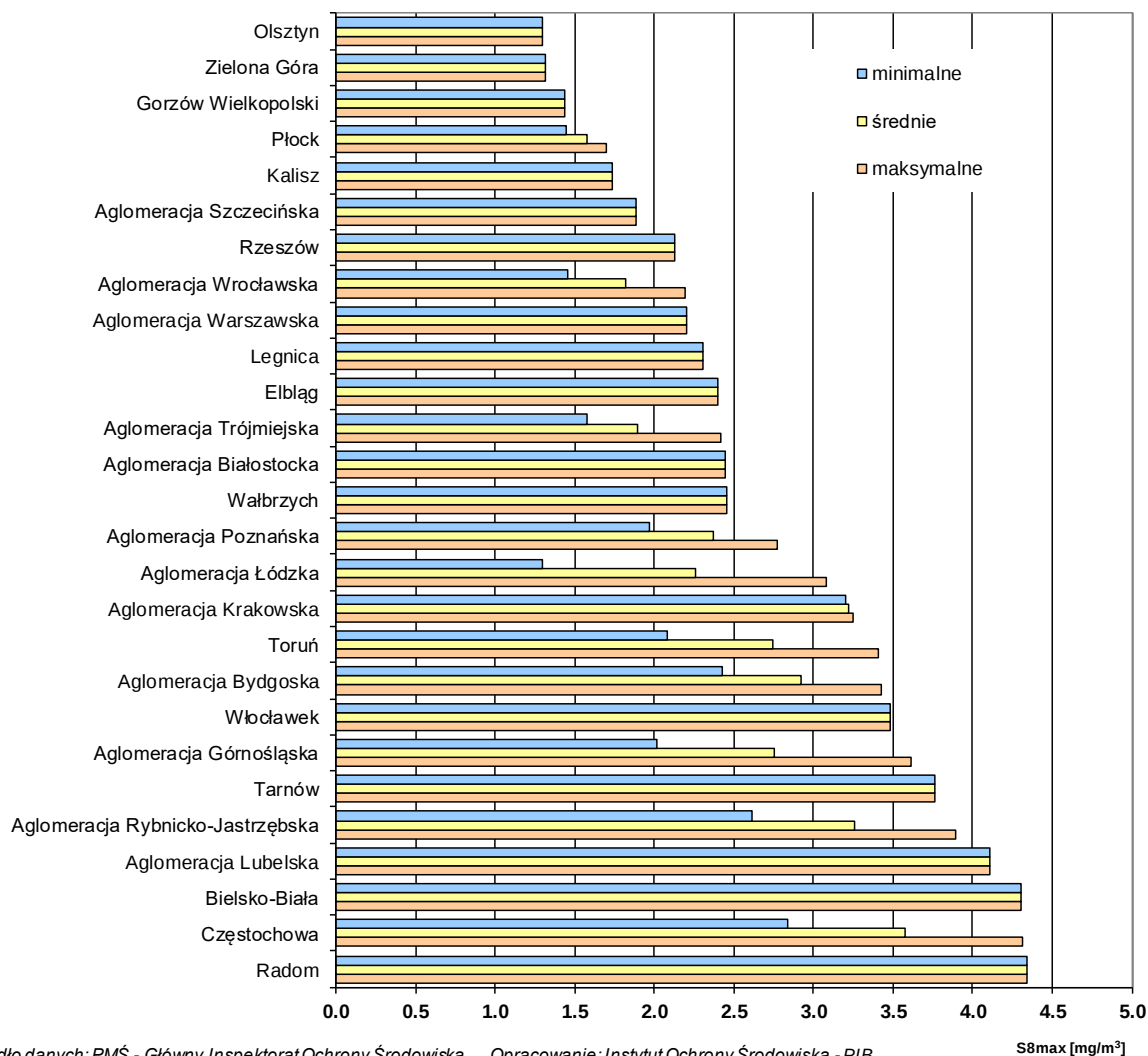
¹⁾ parametr nienormowany

²⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2018 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 maksimów 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: PMŚ - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 3-9. Stężenia maksymalne 8-godz. tlenku węgla uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2018 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (poziom dopuszczalny – 10 mg/m³)

Najwyższe wartości percentyla S98 w aglomeracjach oraz w dużych miastach, uzyskane z pomiarów w 2018 roku, wynosiły od 0.96 mg/m³ w Olsztynie do 2.79 mg/m³ w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej.

Trendy zmian stężeń tlenu węgla na wybranych stacjach w aglomeracjach

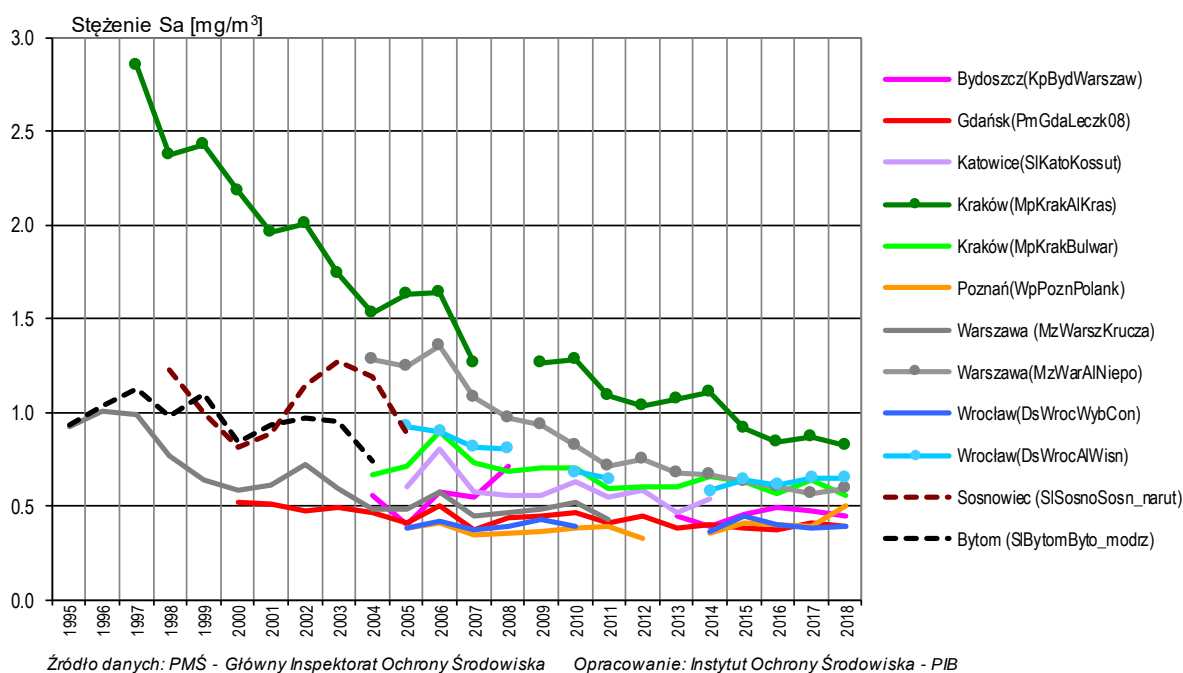
Średnie roczne stężenia tlenu węgla uzyskane z pomiarów na wybranych stacjach tła miejskiego zlokalizowanych na terenie aglomeracji utrzymują się od kilkunastu lat na zbliżonym poziomie, przy zauważalnej niewielkiej tendencji spadkowej (Rys. 3-10). Wyraźny trend spadkowy stężeń średnich rocznych CO daje 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.

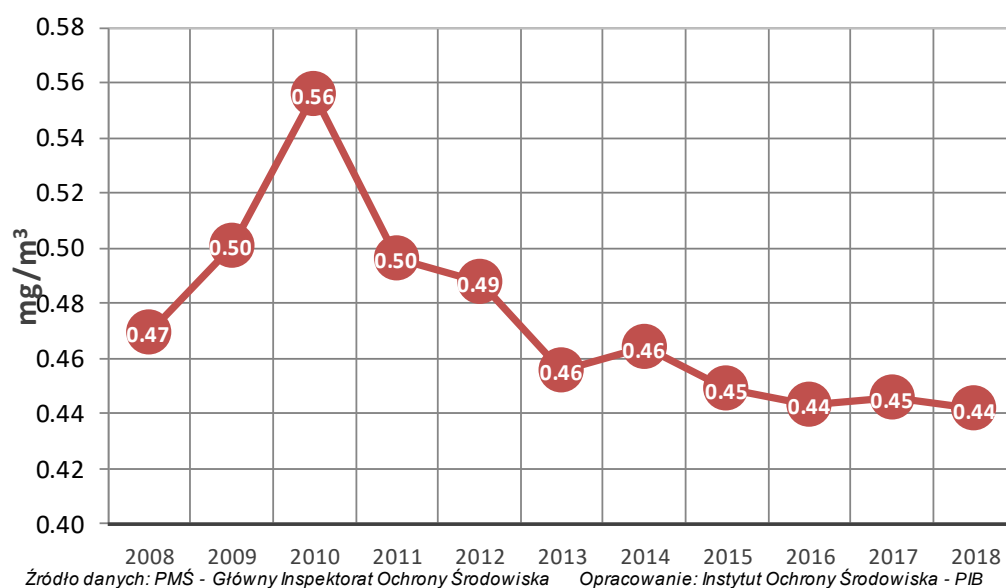
W 2007 roku na większości rozważanych stanowisk tła miejskiego stężenie średnie roczne CO obniżyło się do poziomów obserwowanych przed 2006 rokiem. Na stanowiskach komunikacyjnych w Krakowie i Warszawie spadek stężeń był większy niż na stanowiskach tła miejskiego, a tendencja spadkowa utrzymała się i 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 2018 r. na 2 z 3 stanowisk komunikacyjnych wystąpił niewielki wzrost 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 2018 r. na 3 z 5 stanowisk 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 2008-2018 pokazują, że w okresie tym wartości zmieniały się w zakresie od -7% do +17% w stosunku do wartości średniej dla wielolecia (Rys. 3-11). W latach 2008-2010 stężenia rosły. W latach 2008 i 2009 oraz 2011-2018 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 .



Rys. 3-10. Stężenie średnie roczne tlenku węgla w latach 1995-2018 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce (linie z kropkami oznaczają stanowiska „komunikacyjne”)



Rys. 3-11. Uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach (zlokalizowanych na terenie aglomeracji i dużych miast) stężenie średnie roczne tlenku węgla (CO) w latach 2008-2018

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 - 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 2018 roku przeprowadzono na podstawie wyników pomiarów, manualnych i automatycznych, z 28 stanowisk, zlokalizowanych w 12 aglomeracjach i 12 dużych miastach (o liczbie ludności większej od 100 tys.). W 21 z 24 rozważanych aglomeracji i miast do oceny wykorzystano tylko jedno stanowisko pomiarów stężeń benzenu.

Średnie roczne wartości stężeń benzenu na uwzględnionych w ocenie stanowiskach pomiarowych w poszczególnych aglomeracjach i miastach wynosiły od 0.4 µg/m³ w Kaliszu do 2.8 µg/m³ w Krakowie (Tab. 3.4-2, Rys. 3-12).

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 26 spośród 28 stanowisk (93%) stężenie Sa nie przekroczyło połowy poziomu dopuszczalnego.

Tabela 3.4-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie manualnych i automatycznych pomiarów stężeń benzenu, prowadzonych w 2018 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

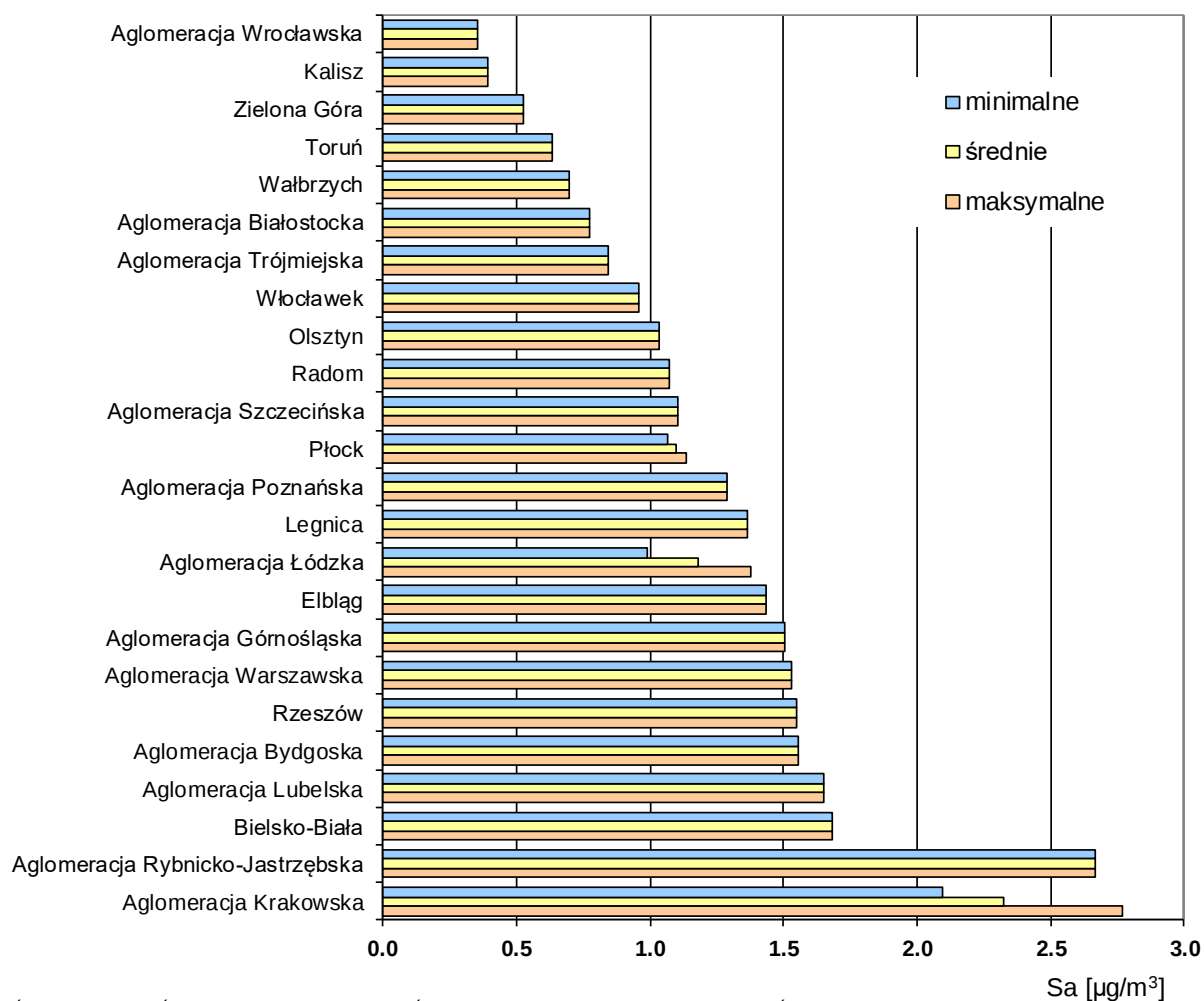
Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

Lp.	Aglomeracja /miasto	Stężenie średnie roczne C ₆ H ₆			
		Liczba stanowisk ¹⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	1	0.8	0.8	0.8
2	Aglomeracja Bydgoska	1	1.6	1.6	1.6
3	Aglomeracja Górnośląska	1	1.5	1.5	1.5
4	Aglomeracja Krakowska	3	2.1	2.32	2.8
5	Aglomeracja Lubelska	1	1.7	1.7	1.7
6	Aglomeracja Łódzka	2	1.0	1.18	1.4
7	Aglomeracja Poznańska	1	1.3	1.3	1.3
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	2.7	2.7	2.7
9	Aglomeracja Szczecińska	1	1.1	1.1	1.1
10	Aglomeracja Trójmiejska	1	0.8	0.8	0.8
11	Aglomeracja Warszawska	1	1.5	1.5	1.5
12	Aglomeracja Wrocławska	1	0.4	0.4	0.4
13	Bielsko-Biała	1	1.7	1.7	1.7
14	Elbląg	1	1.4	1.4	1.4
15	Kalisz	1	0.4	0.4	0.4
16	Legnica	1	1.4	1.4	1.4
17	Olsztyn	1	1.0	1.0	1.0
18	Płock	2	1.1	1.10	1.1
19	Radom	1	1.1	1.1	1.1
20	Rzeszów	1	1.5	1.5	1.5
21	Toruń	1	0.6	0.6	0.6
22	Wałbrzych	1	0.7	0.7	0.7
23	Włocławek	1	1.0	1.0	1.0
24	Zielona Góra	1	0.5	0.5	0.5
Razem		28	0.4	1.29	2.8

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 2018 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście

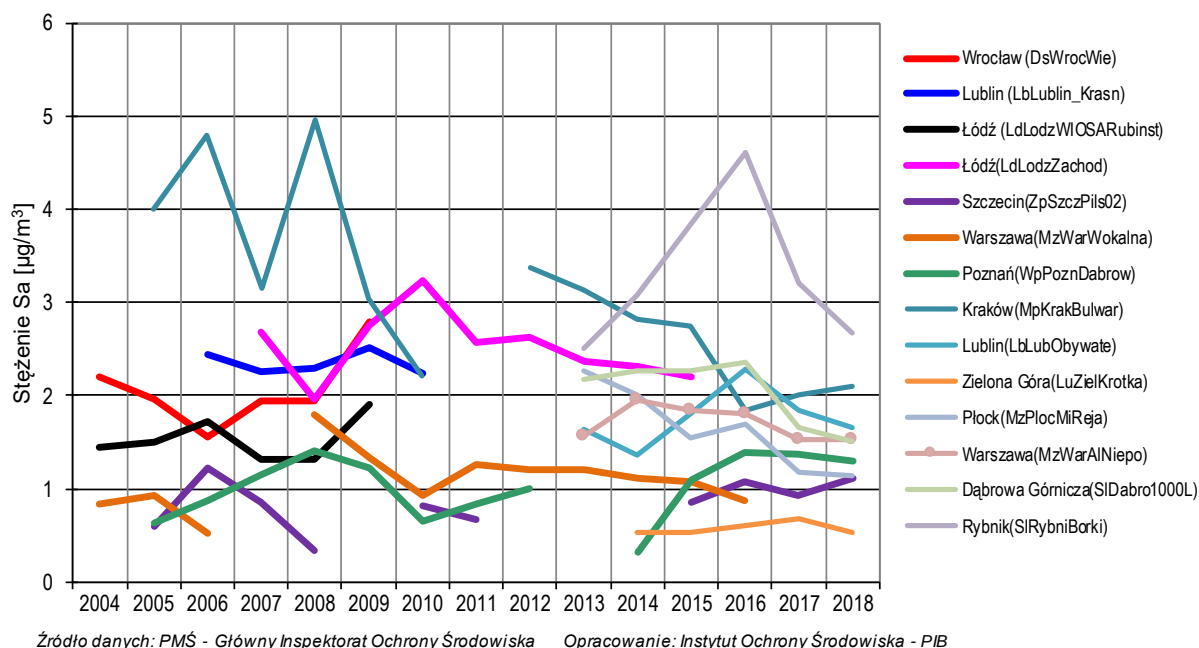


Źródło danych: PMS - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 3-12. Średnie roczne stężenia benzenu uzyskane z pomiarów (automatycznych i manualnych) prowadzonych w 2018 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (poziom dopuszczalny – 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

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. 3-13). Analizując zmiany stężeń Sa na poszczególnych stanowiskach, można zauważyć występowanie spadków stężeń w danym roku na określonych stanowiskach i wzrostów na innych. W 2018 r. stężenie średnie roczne na 6 z 9 stanowisk było niższe niż rok wcześniej.



Rys. 3-13. Stężenie średnie roczne benzenu w latach 2004-2018 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 stężenia 8-godz. spośród średnich 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 2018 r. pochodzących z 33 stanowisk, na których uzyskano serie pomiarowe spełniające wymagania w zakresie kompletności wyników. Stanowiska te zlokalizowane były w 10 aglomeracjach i 13 dużych miastach (o liczbie ludności większej od 100 tys.). W przypadku 16 z 23 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 2016-2017 z dodatkowych 5 stanowisk.

W 2018 r. w pięciu miastach i aglomeracjach 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. 3-14). Przekroczenia takie wystąpiły tam w ciągu od 26 do 55 dni.

Spośród rozważanych miast i aglomeracji, normowana, uśredniona dla 1-3 lat (z okresu 2016-2018), liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. (Tab. 3.5-3, Rys. 3-15), była wyższa od dopuszczalnych 25 dni wyłącznie w Kaliszu (29 dni). W pozostałych miastach i aglomeracjach dotrzymany był poziom docelowy określony dla ozonu.

Druga z wartości kryterialnych dla ozonu – poziom celu długoterminowego przekroczony był w 2018 roku we wszystkich z 23 rozważanych miast i aglomeracji.

Tabela 3.5-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń ozonu prowadzonych w 2018 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców, z uwzględnieniem wyłącznie serii spełniających warunek kompletności pomiaru

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

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 2018 r. ³⁾		Najwyższa wartość percentyla S93.2 z maksimum dziennego stężeń 8-godz. kroczących ozonu w 2018 r. na terenie miasta lub aglomeracji [-]
				Wartość minimalna ³⁾ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Wartość maksymal- na ³⁾ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
1	Aglomeracja Górnośląska	2	1	25	28	121
2	Aglomeracja Krakowska	1		25	25	122
3	Aglomeracja Lubelska	1		7	7	110
4	Aglomeracja Łódzka	3	1	14	26	121
5	Aglomeracja Poznańska	1		19	19	115
6	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		19	19	116
7	Aglomeracja Szczecińska	1		15	15	110
8	Aglomeracja Trójmiejska	4		1	5	108
9	Aglomeracja Warszawska	2		5	11	108
10	Aglomeracja Wrocławska	2	2	33	55	135

Lp.	Aglomeracja/ miasto	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Liczba dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od 120 µg/m ³ w 2018 r. ³⁾		Najwyższa wartość percentyla S93.2 z maksimum dziennego stężenia 8-godz. kroczących ozonu w 2018 r. na terenie miasta lub aglomeracji
		[-]	[-]	Wartość minimalna ³⁾ [µg/m ³]	Wartość maksymalna ³⁾ [µg/m ³]	
11	Bielsko-Biała	1		19	19	119
12	Częstochowa	1		18	18	116
13	Elbląg	1		8	8	109
14	Kalisz	1	1	43	43	129
15	Legnica	1	1	29	29	123
16	Olsztyn	1		6	6	109
17	Płock	2		3	8	108
18	Radom	1		6	6	103
19	Rzeszów	1		14	14	115
20	Tarnów	1		20	20	119
21	Toruń	2		19	22	118
22	Wałbrzych	1	1	36	36	127
23	Zielona Góra	1	1	34	34	124
	Suma końcowa	33	8	1	55	135

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 2018 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 2016-2018 w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców, z uwzględnieniem wyłącznie serii spełniających kryteria kompletności pomiarów

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

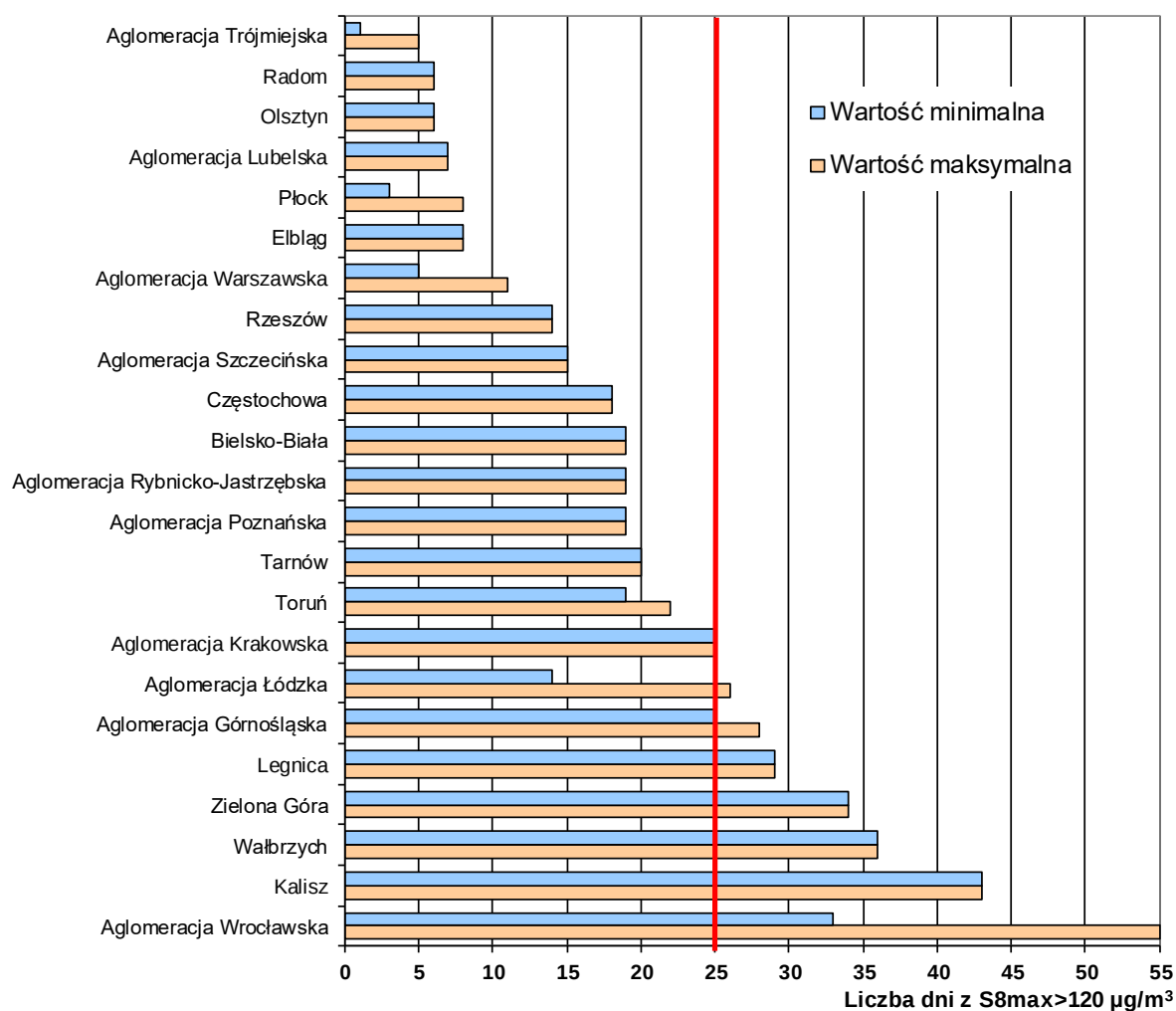
Lp.	Aglomeracja/ miasto	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami poziomu docelowego	Liczba dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od 120 µg/m ³ w roku średnio dla lat 2016-2018 ²⁾	
				Wartość minimalna ²⁾ [µg/m ³]	Wartość maksymalna ²⁾ [µg/m ³]
1	Aglomeracja Bydgoska	1		4	4
2	Aglomeracja Górnośląska	3		22	24
3	Aglomeracja Krakowska	1		12	12
4	Aglomeracja Lubelska	1		5	5
5	Aglomeracja Łódzka	3		11	19
6	Aglomeracja Poznańska	1		12	12
7	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		17	17
8	Aglomeracja Szczecińska	1		6	6
9	Aglomeracja Trójmiejska	4		1	2
10	Aglomeracja Warszawska	3		3	6
11	Aglomeracja Wrocławska	2		20	25
12	Bielsko-Biała	1		14	14

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 2016-2018 ²⁾	
				Wartość minimalna ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
13	Częstochowa	1		12	12
14	Elbląg	1		4	4
15	Kalisz	1	1	29	29
16	Kielce	1		7	7
17	Legnica	1		18	18
18	Olsztyn	1		2	2
19	Opole	1		4	4
20	Płock	2		2	6
21	Radom	1		5	5
22	Rzeszów	1		8	8
23	Tarnów	1		13	13
24	Toruń	2		10	22
25	Wałbrzych	1		19	19
26	Zielona Góra	1		24	24
	Razem	38	1	1	29

Objaśnienia do tabeli 3.5-2:

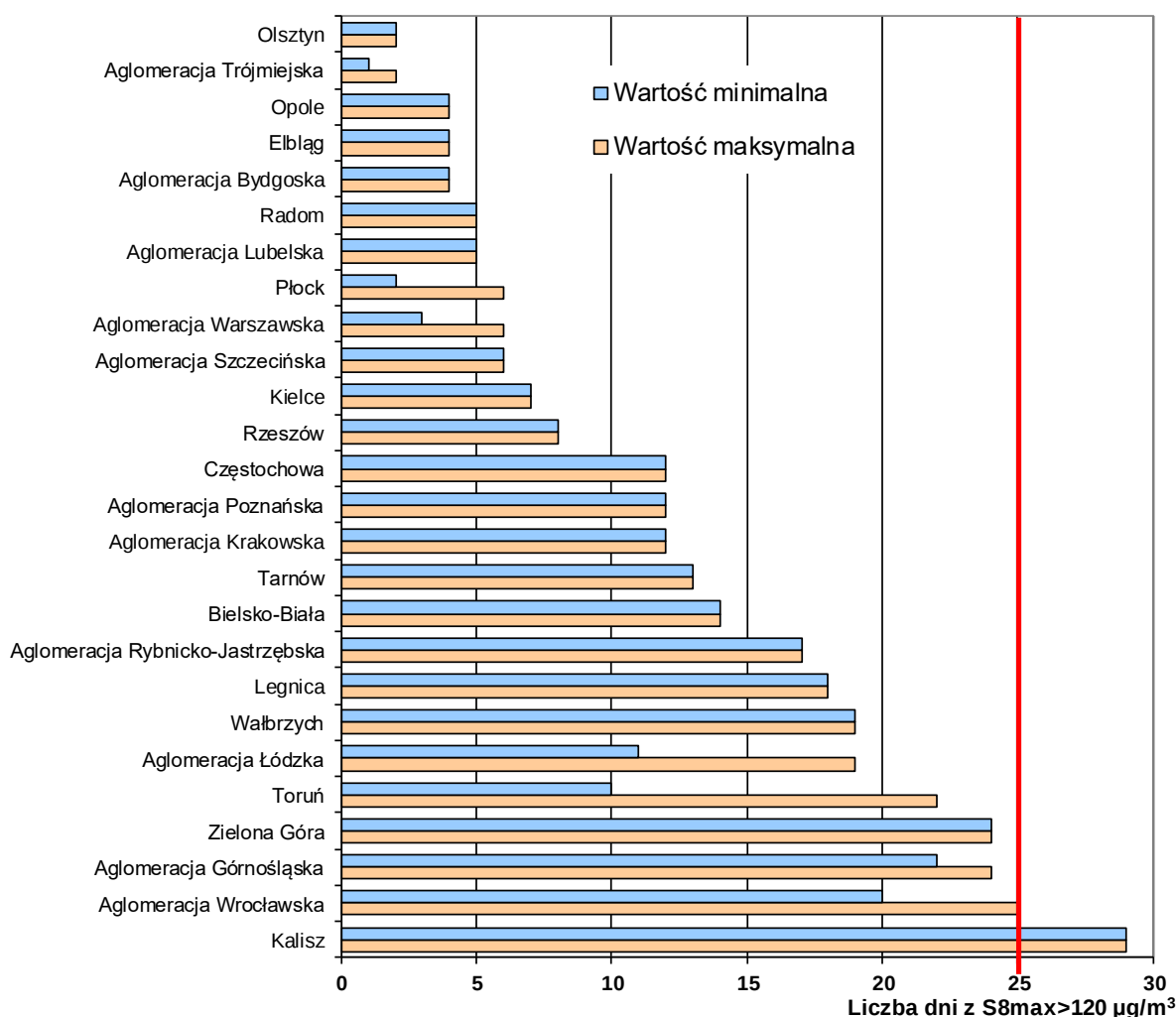
¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ wartości: minimalna i maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w latach 2016-2018 na wszystkich stanowiskach w danym mieście/aglomeracji uwzględnionych w opracowaniu.



Źródło danych: PMS - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska-PIB

Rys. 3-14. Liczba dni z przekroczeniami poziomu docelowego $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. kroczące ozonu w 2018 roku, określona na podstawie pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców



Źródło danych: PMŚ - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska-PIB

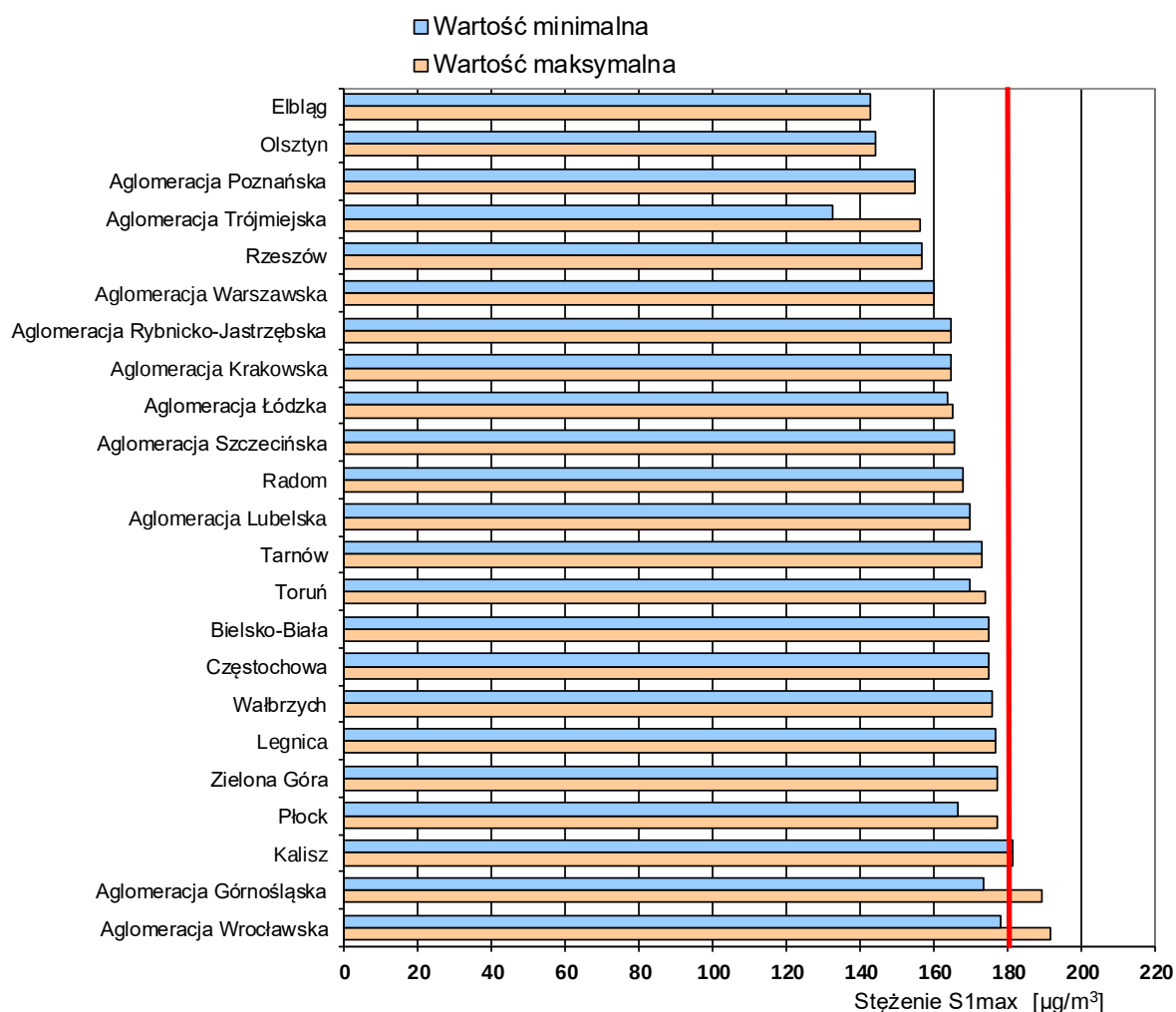
Rys. 3-15. Liczba dni w roku z przekroczeniami poziomu docelowego $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. kroczące ozonu uśredniona dla 1-3 lat (z okresu 2016-2018), określona na podstawie pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

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 2018 r. przyjmował w rozważanych miastach i aglomeracjach wartości od $96 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Aglomeracji Trójmiejskiej do $135 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Aglomeracji Wrocławskiej. Wartość $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ została przekroczona przez percentyl S93.2 na 9 w miastach i aglomeracjach 6 województw.

Na wszystkich stanowiskach pomiarowych w rozważanych miastach i aglomeracjach w 2018 r. notowano stężenia 1-godz. ozonu przekraczające $132 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Rys. 3-16). Wartość poziomu informowania – $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 1-godz. – była przekroczona na trzech stanowiskach – we Wrocławiu, Dąbrowie Górniczej i Kaliszu. Na żadnym stanowisku

pomiarowym w kraju w 2018 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 we Wrocławiu ($192 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



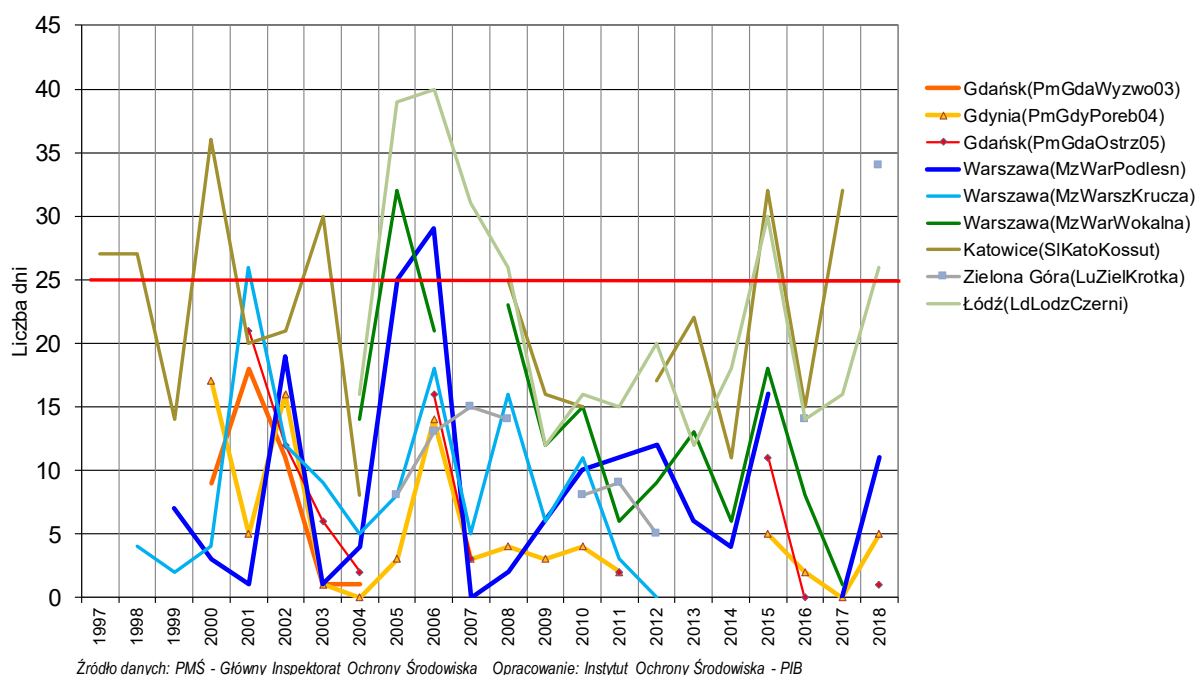
Źródło danych: PMŚ - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska-PIB

Rys. 3-16. Stężenia maksymalne 1-godz. ozonu uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2018 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

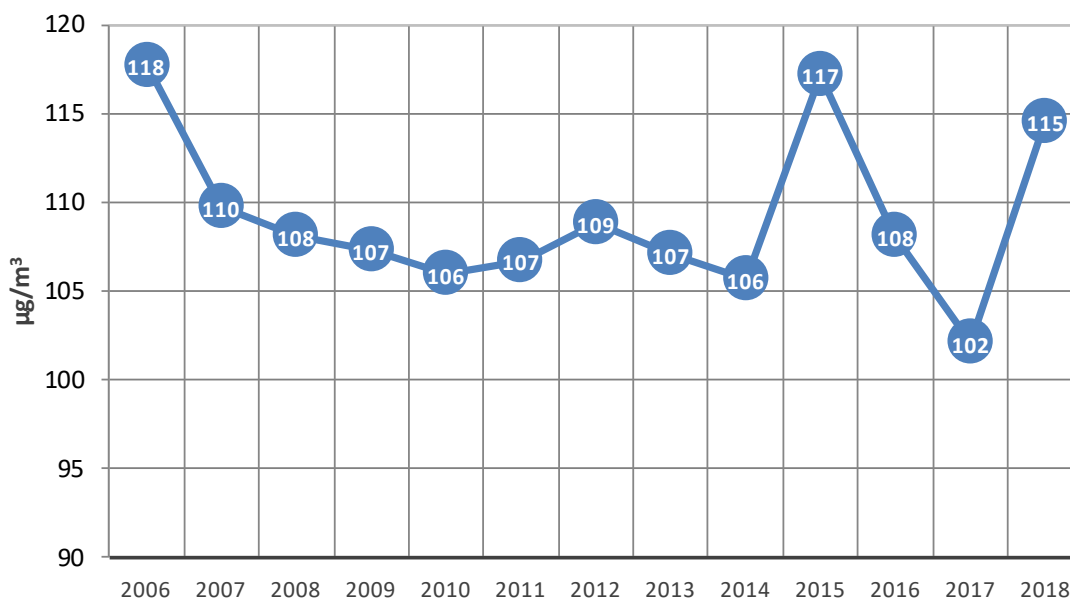
Trendy zmian stężeń ozonu na wybranych stacjach w aglomeracjach

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. 3-17 przedstawiono wartość tego parametru w latach 1997-2018 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 i 2017 r. 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. Duża zmienność stężeń ozonu, który jest zanieczyszczeniem wtórnym, 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. 3-17. Liczba dni ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w latach 1997-2018 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce



Źródło danych: PMS - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 3-18. 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 2006-2018

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 od 5% do 8% wartość wskaźnika uśrednioną dla wielolecia 2006-2018. Obliczony dla 2017 r. wskaźnik przyjął najniższą wartość (Rys. 3-18).

3.6. Pył PM10

Kryteria oceny

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

Stężenia pyłu PM10 w aglomeracjach i w dużych miastach

Przetawioną poniżej ocenę stężeń pyłu PM10 w 2018 roku, na terenie aglomeracji i miast o liczbie mieszkańców przekraczającej 100 tys. nie wchodzących w skład aglomeracji, opracowano na podstawie wyników pomiarów z 79 stanowisk (w tym 64 stanowisk tła, 12 komunikacyjnych i 3 przemysłowych), znajdujących się na terenie 12 aglomeracji i 18 miast.

W 2018 r. przekroczenie poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń średnich rocznych PM10 wystąpiło na 11 z 79 stanowisk. W 5 z 30 rozważanych aglomeracji i miast przekroczenie takie miało miejsce przynajmniej na jednym stanowisku. Wśród 22 miast i aglomeracji, dla których w ocenie wykorzystano wyniki pomiarów z więcej niż jednego stanowiska, w jednej aglomeracji - Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej - przekroczenia wystąpiły jednocześnie na wszystkich (2) stanowiskach pomiarowych (Tab. 3.6-2, Rys. 3-19).

Na uwzględnionych w ocenie stanowiskach znajdujących się w 30 miastach i aglomeracjach stężenia średnie roczne w 2018 roku wynosiły od $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Aglomeracji Trójmiejskiej do $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Aglomeracji Krakowskiej.

Tabela 3.6-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń pyłu PM10 prowadzonych w 2018 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

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		24	25.2	26		17	21.5	26		41	43.8	47
2	Agglomeracja Bydgoska	2		35	37.7	40	2	81	83.0	85	2	69	72.4	76
3	Agglomeracja Górnośląska	7	3	37	41.3	47	7	72	88.0	109	7	67	76.2	86
4	Agglomeracja Krakowska	7	4	33	42.4	57	7	60	96.4	166	7	65	80.1	95
5	Agglomeracja Lubelska	2		28	30.6	34	1	29	37.5	46	1	47	51.0	55
6	Agglomeracja Łódzka	7	1	30	37.3	41	7	38	72.1	92	7	51	67.0	75
7	Agglomeracja Poznańska	3		28	30.4	32	2	31	44.0	54	2	49	54.6	58
8	Agglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2	2	45	47.7	51	2	94	102.0	110	2	87	97.2	107
9	Agglomeracja Szczecińska	3		24	24.5	26		13	18.3	22		40	40.4	41
10	Agglomeracja Trójmiejska	9		18	24.6	30	3	6	24.1	48	3	33	44.5	58
11	Agglomeracja Warszawska	5	1	30	34.5	44	5	43	64.0	112	5	55	60.4	73
12	Agglomeracja Wrocławska	2		29	30.5	32	2	37	42.5	48	2	51	52.9	55
13	Bielsko-Biała	1		37	37	37	1	67	67	67	1	72	72	72
14	Częstochowa	2		33	36.0	39	2	50	66.0	82	2	59	66.8	75
15	Elbląg	1		25	25	25	1	36	36	36	1	51	51	51
16	Gorzów Wielkopolski	2		24	25.4	27		19	22.5	26		40	43.7	47
17	Kalisz	1		30	30	30	1	40	40	40	1	51	51	51
18	Kielce	1		30	30	30	1	41	41	41	1	53	53	53
19	Koszalin	2		22	24.3	26		12	20.5	29		37	40.9	45
20	Legnica	1		35	35	35	1	65	65	65	1	61	61	61
21	Olsztyn	1		25	25	25		29	29	29		49	49	49

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		31	32.7	35	2	49	54.5	60	2	54	56.1	58
23	Płock	2		30	30.4	31	2	42	46.5	51	2	54	55.0	56
24	Radom	2		35	36.4	38	2	60	69.0	78	2	67	69.2	72
25	Rzeszów	1		31	31	31	1	47	47	47	1	55	55	55
26	Tarnów	2		32	33.9	36	2	39	47.0	55	2	53	55.9	59
27	Toruń	3		28	29.4	31	2	34	42.3	52	3	50	53.2	56
28	Wałbrzych	1		30	30	30	1	38	38	38	1	54	54	54
29	Włocławek	2		32	33.2	34	2	64	68.0	72	2	62	65.6	69
30	Zielona Góra	1		25	25	25		19	19	19		42	42	42
Razem		79	11	18	33.1	57	59	6	55.6	166	60	33	60.0	107

Objaśnienia do tabeli 3.6-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

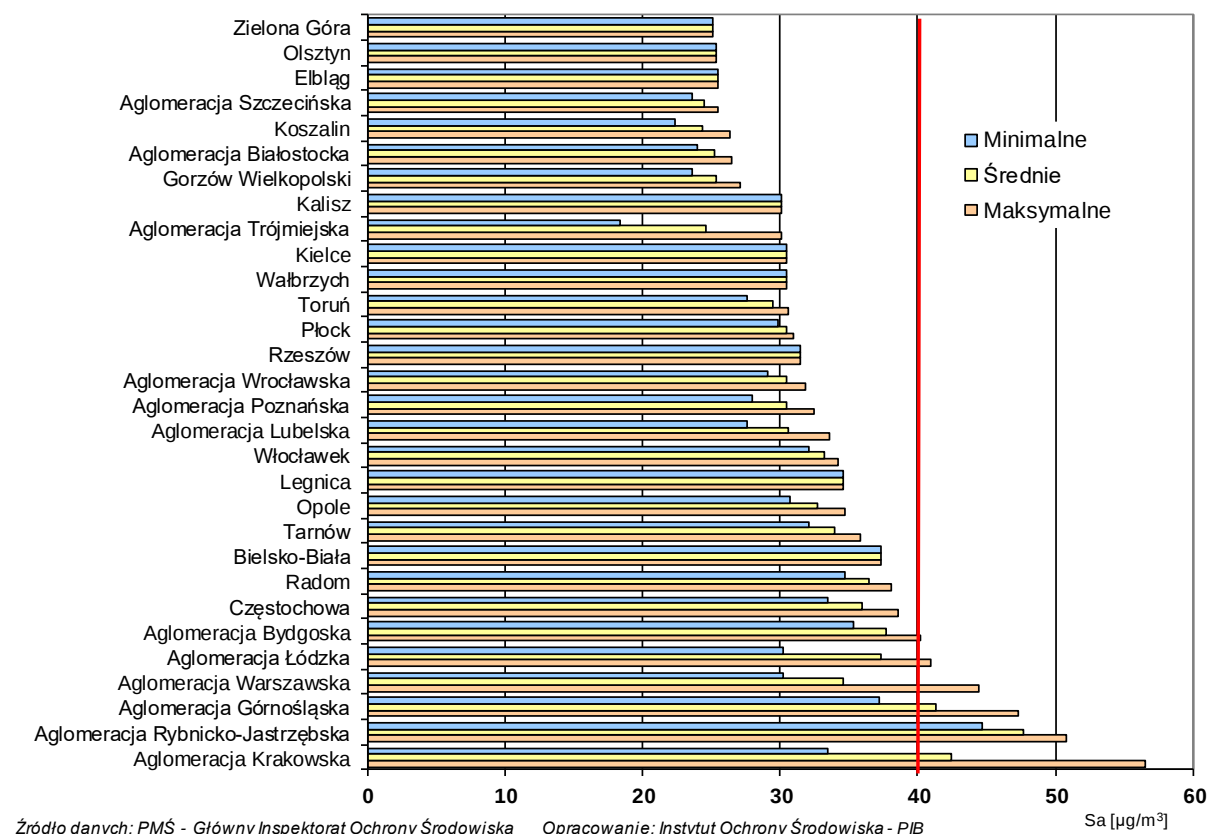
²⁾ liczba stanowisk, na których wartość określonego parametru była wyższa od odpowiedniego poziomu dopuszczalnego

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2018 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju

Na stanowiskach o najwyższych stężeniach w poszczególnych aglomeracjach i miastach, wartości S_a zawierały się w granicach od $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Olsztynie, Elblągu i Zielonej Górze do wspomnianych wyżej $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na stacji komunikacyjnej w Krakowie (Rys. 3-19).

W miastach i aglomeracjach, w których do oceny wykorzystano wyniki pomiarów z więcej niż jednego stanowiska, średnie roczne stężenia pyłu PM_{10} , uśrednione dla wszystkich wykorzystanych w ocenie stanowisk zlokalizowanych w rozważanych miastach (z uwzględnieniem wyników pomiarów prowadzonych na stanowiskach komunikacyjnych) wynosiły od $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Koszalinie do $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej. Średnie roczne stężenie PM_{10} uśrednione dla wszystkich stanowisk pomiarowych zlokalizowanych w dużych miastach i aglomeracjach wynosiło $33.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

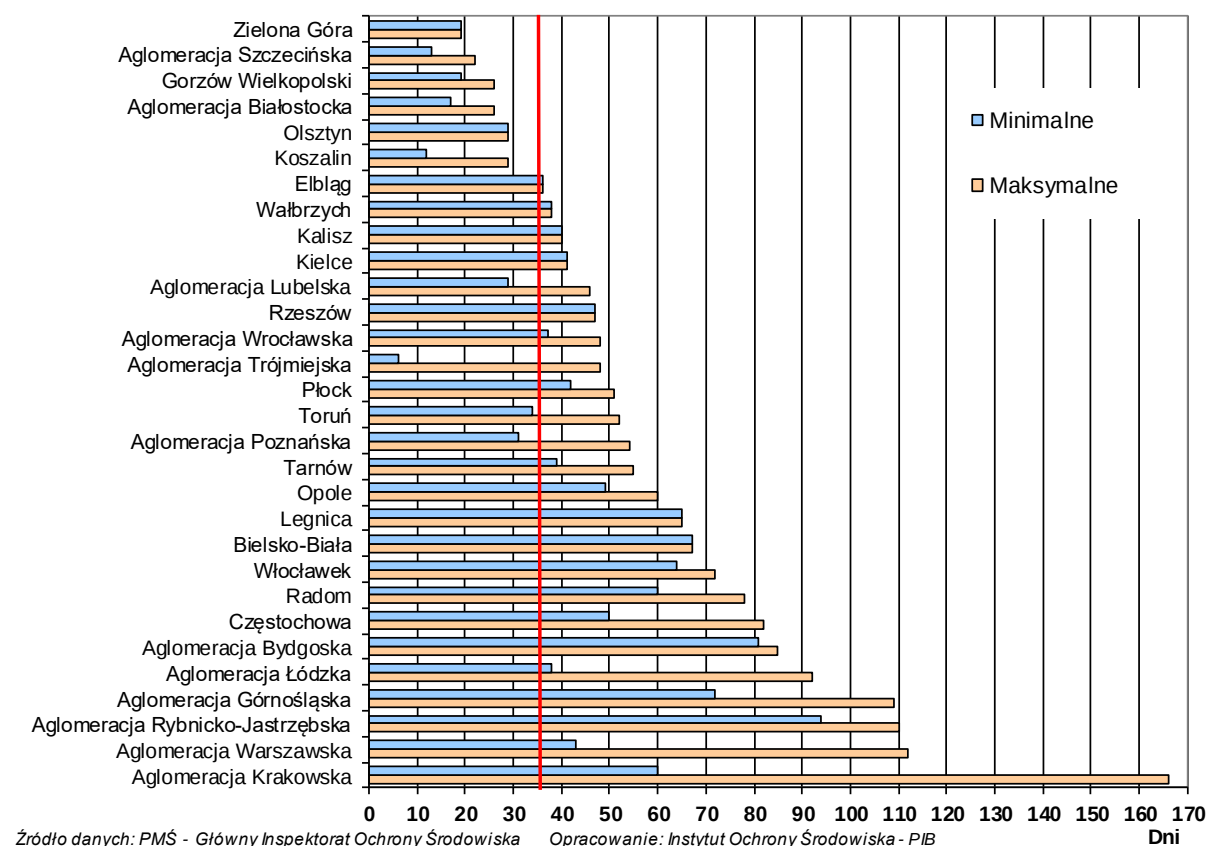
Stężenie średnie roczne (S_a) na stacjach tła miejskiego w 2018 r. wynosiło od $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Gdyni do $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Rybniku. Na stacjach komunikacyjnych S_a wynosiło od $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Szczecinie do $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Krakowie. Uśredniona wartość tego parametru dla stacji tła miejskiego i stanowisk zlokalizowanych na obszarach znajdujących się pod wpływem emisji z zakładów przemysłowych to $32.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dla stanowisk komunikacyjnych – $38.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Rys. 3-19. Średnie roczne stężenia pyłu PM_{10} uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2018 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

W 2018 roku w 24 aglomeracjach i miastach, spośród 30 uwzględnionych w ocenie, przynajmniej na jednym stanowisku miały miejsce przekroczenia wartości normatywnej dla stężeń 24-godz. pyłu PM_{10} (liczba dni z przekroczeniem poziomu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenie 24-godz. PM_{10} była wyższa od dozwolonych 35). W przypadku 20 aglomeracji/miast,

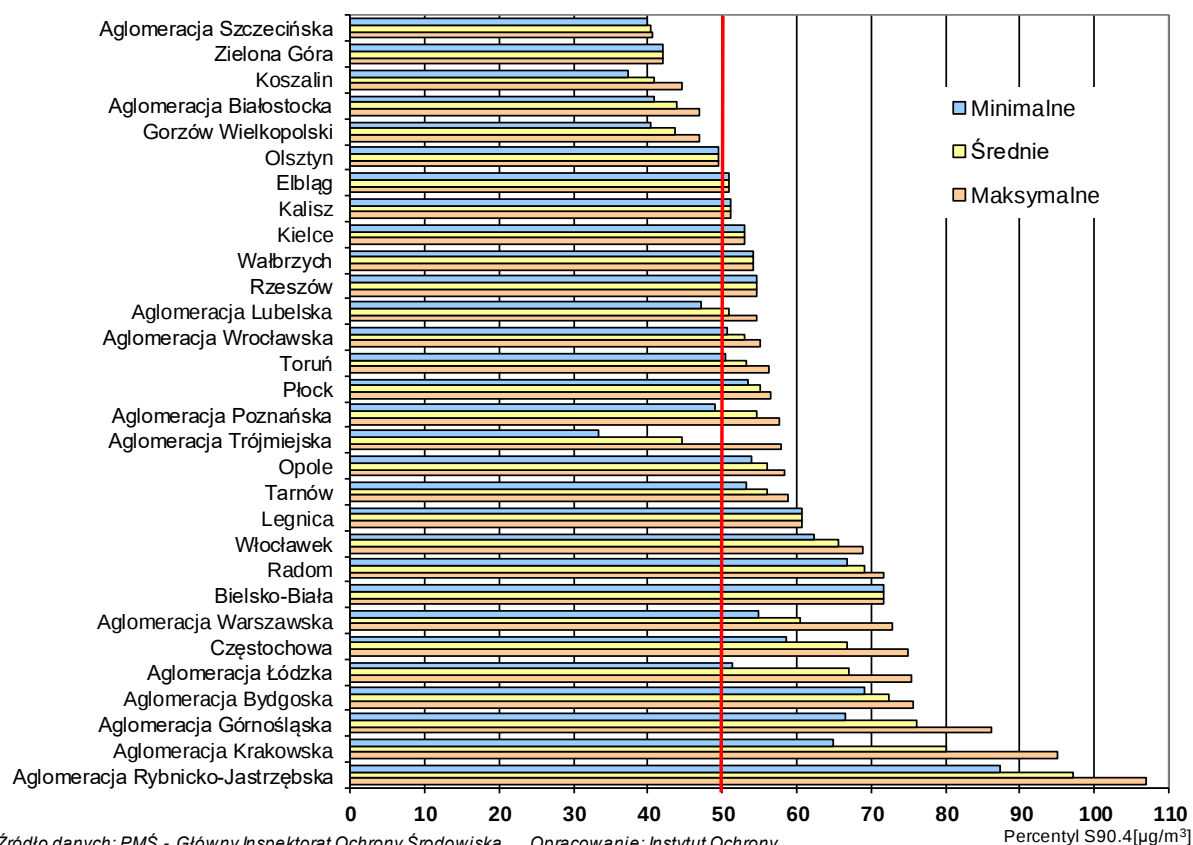
przekroczenia odnotowano na wszystkich stanowiskach uwzględnionych w ocenie (Rys. 3-20). Spośród łącznej liczby 79 stanowisk, przekroczenia stwierdzono na 59, co stanowi 75% rozważanych stanowisk.



Rys. 3-20. Liczba dni z przekroczeniem poziomu $D_{24}=50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 24-godzinne pyłu PM_{10} uzyskana z pomiarów prowadzonych w 2018 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Poziom $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przekroczony był przez percentyl $S_{90.4}^4$ na 60 stanowiskach (76%). Przekroczenia takie wystąpiły przynajmniej na jednym stanowisku w 24 miastach i aglomeracjach. W przypadku 21 aglomeracji/miast, przekroczenia odnotowano na wszystkich stanowiskach uwzględnionych w ocenie.

⁴ przekroczenie $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez percentyl $S_{90.4}$ z pełnej rocznej serii pomiarowej stężeń 24-godz. PM_{10} oznacza, że w ciągu roku wystąpiło więcej niż dopuszczalne 35 dni z przekroczeniami stężenia $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Przekraczanie wartości normatywnej określonej dla stężeń dobowych PM10, obowiązującej w Polsce (zgodnej z normą UE), stanowi istotny problem zarówno w Polsce, jak i w wielu innych krajach europejskich.

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 2018 roku wynosił od 33 µg/m³ w Aglomeracji Trójmiejskiej do 107 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 $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanowisku w Szczecinie do wspomnianych wyżej $107 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanowisku tła miejskiego w Rybniku oraz $95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanowisku komunikacyjnym w Krakowie (Rys. 3-21).

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 2018 roku od $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Szczecinie do $97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Rybniku (Tab. 3.6-2, Rys. 3-21).

Percentyl S90.4 na stacjach tła miejskiego zawierał się w granicach od $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Gdyni do $107 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Rybniku. Na stacjach komunikacyjnych percentyl S90.4 wynosił od $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Szczecinie do $95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Krakowie. Uśredniona wartość tego parametru dla stacji tła miejskiego i stanowisk zlokalizowanych na obszarach znajdujących się pod wpływem emisji z zakładów przemysłowych to $58.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dla stanowisk komunikacyjnych – $68.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Na każdym z uwzględnionych w ocenie stanowisk występowały stężenia 24-godz. wyższe od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Liczba dni z przekroczeniami tego poziomu wynosiła od 6 (na jednej ze stacji w Aglomeracji Trójmiejskiej) do 166 dni na stacji komunikacyjnej w Krakowie. Na stacjach tła miejskiego liczba dni z przekroczeniami $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wynosiła od 6 (Gdynia) do 110 w Rybniku. Na stacjach komunikacyjnych częstość przekroczeń poziomu dopuszczalnego wynosiła od 20 dni w Szczecinie do wspomnianych wcześniej 166 dni w Krakowie.

Najwyższe stężenia 24-godz., spośród zarejestrowanych w 2018 roku na poszczególnych stanowiskach w aglomeracjach i rozważanych miastach, wynosiły od $67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Gdyni do $311 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Rybniku, przy czym stężenia maksymalne przekraczające $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (poziom informowania) wystąpiły na 6 stanowiskach w 4 miastach i aglomeracjach, w tym na 2 stacjach komunikacyjnych i 4 stanowiskach tła miejskiego – Tab. 3.6-3. Poziom alarmowy ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$) był przekroczony na jednym stanowisku – w Rybniku. Okresy występowania najwyższych stężeń dobowych PM10 na poszczególnych stanowiskach pomiarowych, w tym na terenie rozważanych aglomeracji i miast, ilustrują rysunki od Rys. 5-10 do Rys. 5-14, 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 2018 r., przedstawiono w tabeli 3.6-3. Na Rys. 3-22 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 127 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a także na różnice pomiędzy stężeniami S24max na poszczególnych stanowiskach w obrębie jednego miasta lub aglomeracji – dochodzące do 98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. W 2018 roku najwyższe stężenie 24-godz. zanotowano na stacji tła miejskiego w Rybniku (311 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), gdzie uzyskano również największą wartość percentyla S98 (184 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Wartości percentyla S98 z 24-godz. stężeń PM10, uzyskane z pomiarów na poszczególnych stanowiskach w aglomeracjach/miastach w 2018 roku mieściły się w granicach od 49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Gdynia) do wspomnianych 184 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Rybnik).

Tabela 3.6-3. Wartości percentyla S98 oraz stężenia maksymalnego S24max, określone na podstawie serii 24-godzinnych stężeń pyłu PM10 w 2018 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

Lp.	Agglomeracja/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 średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
			[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
1	Agglomeracja Białostocka	2	60	67.5	75	88	95.8	103
2	Agglomeracja Bydgoska	2	98	104.2	110	128	144.5	161
3	Agglomeracja Górnośląska	7	112	118.2	132	170	192.2	222
4	Agglomeracja Krakowska	7	87	109.1	141	127	178.7	224
5	Agglomeracja Lubelska	2	81	91.0	101	141	159.6	178
6	Agglomeracja Łódzka	7	74	96.3	111	96	139.1	193
7	Agglomeracja Poznańska	3	78	84.6	89	99	111.4	126
8	Agglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2	137	160.7	184	251	281.0	311
9	Agglomeracja Szczecińska	3	64	66.2	69	97	100.6	105
10	Agglomeracja Trójmiejska	9	49	67.4	89	67	103.2	145
11	Agglomeracja Warszawska	5	73	82.2	97	92	104.4	123
12	Agglomeracja Wrocławska	2	79	81.3	83	143	143.0	143
13	Bielsko-Biała	1	125	125	125	208	208	208
14	Częstochowa	2	90	95.8	102	163	176.6	190
15	Elbląg	1	68	68	68	157	157	157
16	Gorzów Wielkopolski	2	63	68.5	74	108	111.6	116
17	Kalisz	1	82	82	82	120	120	120
18	Kielce	1	74	74	74	154	154	154
19	Koszalin	2	59	62.9	67	94	101.0	109
20	Legnica	1	92	92	92	148	148	148
21	Olsztyn	1	63	63	63	70	70	70
22	Opole	2	86	89.9	93	139	157.8	177
23	Płock	2	70	74.0	78	86	88.8	91

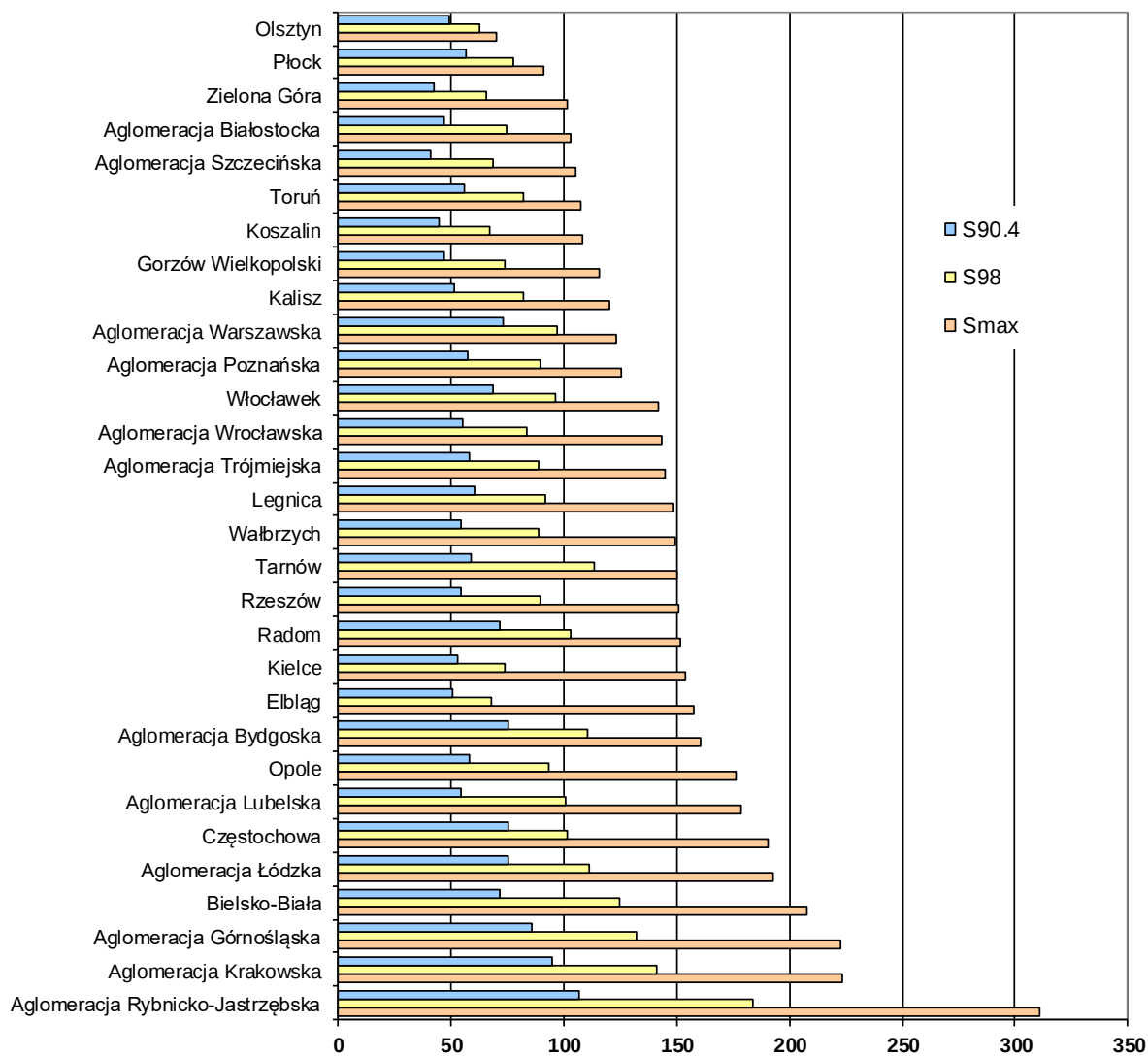
Lp.	Agglomeracja/miasto	Liczba stanowisk ²⁾	Percentyl S98 ¹⁾ ze stężeń 24-godz. PM10			Stężenie maksymalne ¹⁾ 24-godz. pyłu PM10		
			Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
			[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
24	Radom	2	87	94.9	103	123	137.4	151
25	Rzeszów	1	90	90	90	151	151	151
26	Tarnów	2	101	107.4	114	144	147.2	150
27	Toruń	3	69	77.0	82	88	97.3	107
28	Wałbrzych	1	89	89	89	149	149	149
29	Włocławek	2	91	93.5	96	139	140.4	142
30	Zielona Góra	1	66	66	66	101	101	101
	Polska	79	49	89.8	184	67	139.0	311

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 2018 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju



Źródło danych: PMS - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

[µg/m³]

Rys. 3-22. Najwyższe wartości percentyli S90.4 i S98 oraz stężenia maksymalnego S24max dla 24 godzinnych stężeń pyłu PM10, uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2018 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Trendy zmian stężeń pyłu PM10 na wybranych stacjach w aglomeracjach

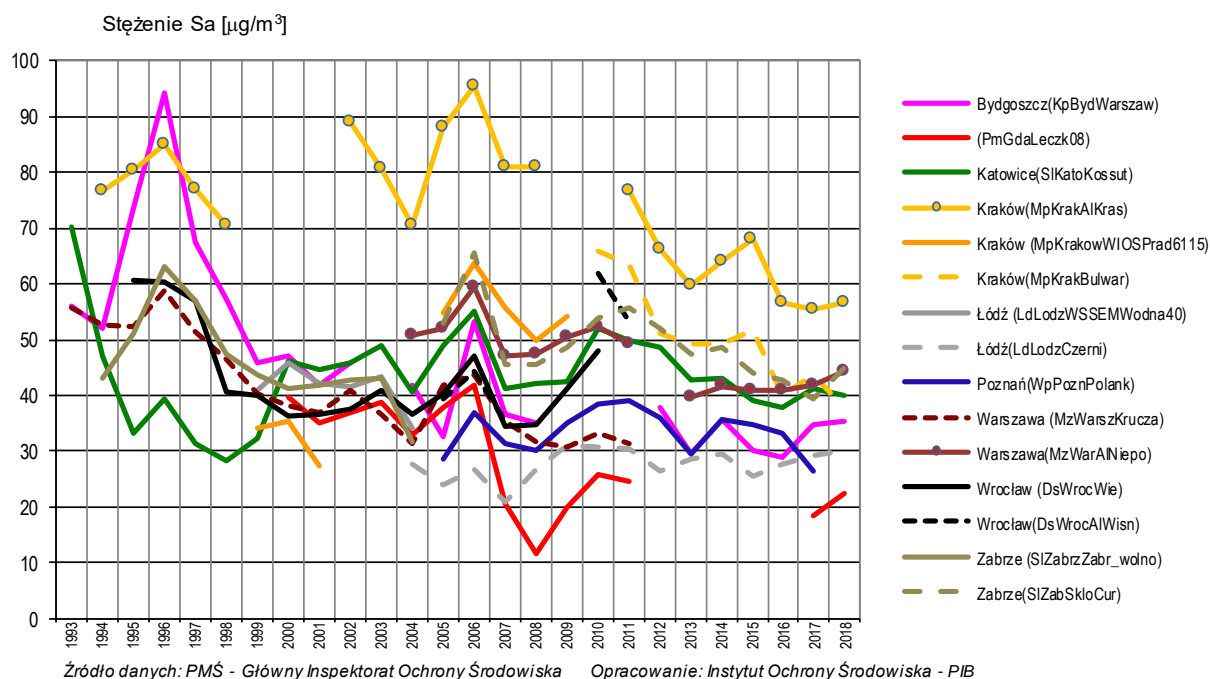
W wieloleciu 1993-2018 najwyższe stężenia średnie roczne PM10 na poszczególnych stanowiskach pomiarowych notowane były w 1996 r. i w 2006 r. (Rys. 3-23). Na większości stanowisk uwzględnionych w analizie, średnie roczne stężenia pyłu w aglomeracjach, w latach 1996-2004 wykazywały ogólną tendencję malejącą. 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.

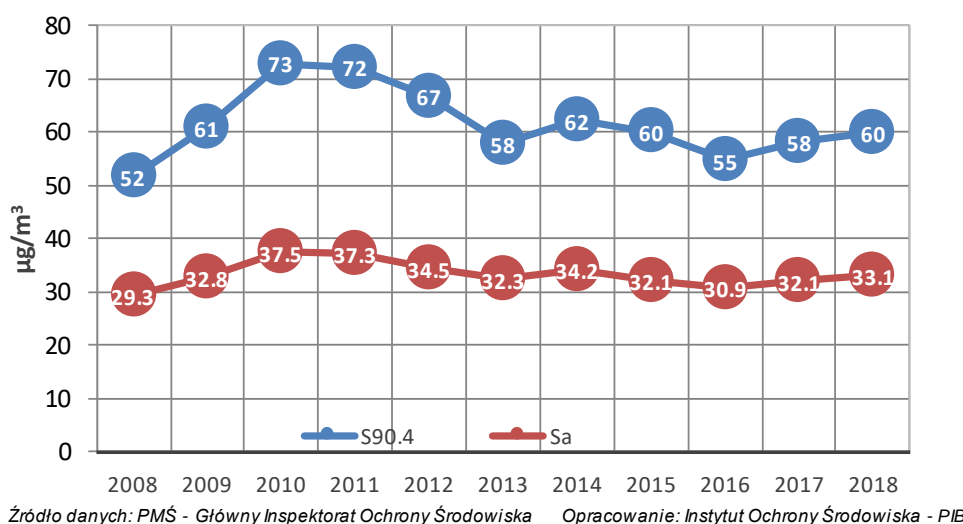
W 2011 r. stężenia były nieznacznie niższe od stężeń z 2010 r. Na 7 z 9 stanowisk zanotowano spadek, a na 2 stanowiskach niewielki wzrost stężeń średnich rocznych, w stosunku do wartości notowanych w roku poprzednim.

Stężenia średnie roczne w 2012 r. na wszystkich stanowiskach zaprezentowanych na Rys. 3-23 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.

Uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach wartości odpowiednich parametrów dla lat 2008-2018 pokazują, że w okresie tym wartości uśrednionego Sa zmieniają się w zakresie od -12% do +13% oraz od -16% do +18% dla S_{90.4} w odniesieniu do wartości średniej dla wielolecia (Rys. 3-24). Latami z podwyższonymi stężeniami pyłu PM₁₀ były 2010 i 2011, najniższe stężenia notowano w 2008 r. W latach 2008-2010 stężenia rosły. W 2010 roku zarówno średnia wartość ze stężeń średnich rocznych PM₁₀, jak i średnia wartość parametru S_{90.4} 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.



Rys. 3-23. Stężenie średnie roczne pyłu PM₁₀ w latach 1993-2018 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce (linie z kropkami oznaczają stanowiska „komunikacyjne”)



Rys. 3-24. Stężenie średnie roczne i percentyl 90.4 ze stężeń 24 godz. pyłu PM10 w latach 2008-2018, 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 2018 roku uwzględniono wyniki pomiarów z 33 stanowisk zlokalizowanych na terenie 11 aglomeracji i 17 miast powyżej 100 tys. mieszkańców. Z wyjątkiem 4 aglomeracji lub miast, w pozostałych w ocenie wykorzystano po jednym stanowisku.

W 2018 roku średnie roczne stężenia ołowiu na stanowiskach uwzględnionych w ocenie wynosiły od $0.005 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $0.041 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tab. 3.7-2, Rys. 3-25).

Tabela 3.7-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń ołowiu prowadzonych w 2018 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

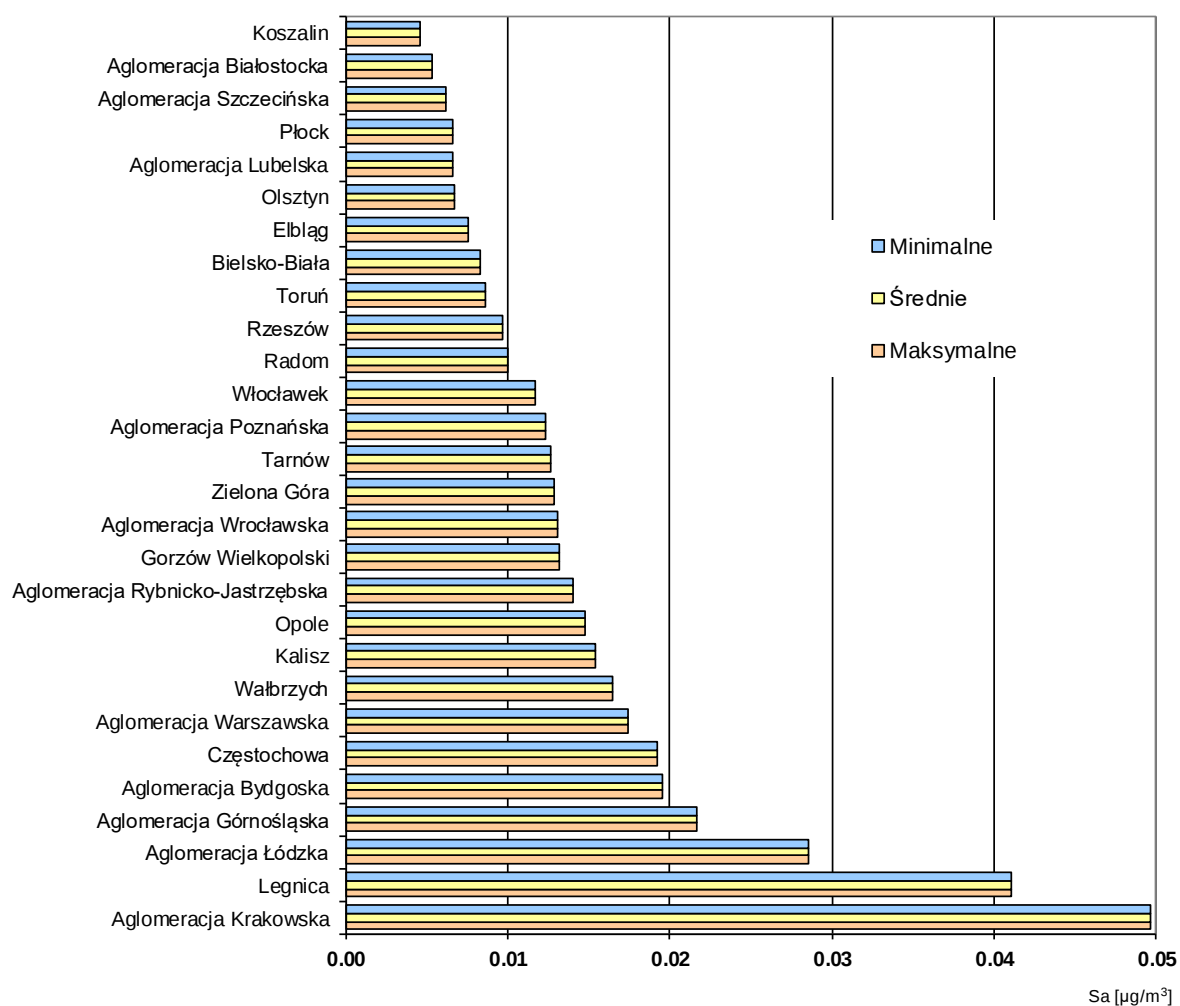
Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

Lp.	Agglomeracja /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]
1	Agglomeracja Białostocka	1	0.005	0.005	0.005
2	Agglomeracja Bydgoska	1	0.020	0.020	0.020
3	Agglomeracja Górnośląska	1	0.022	0.022	0.022
4	Agglomeracja Krakowska	3	0.013	0.017	0.023
5	Agglomeracja Lubelska	1	0.007	0.007	0.007
6	Agglomeracja Łódzka	2	0.014	0.014	0.014
7	Agglomeracja Poznańska	1	0.012	0.012	0.012
8	Agglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	0.014	0.014	0.014
9	Agglomeracja Szczecińska	1	0.006	0.006	0.006
10	Agglomeracja Warszawska	2	0.008	0.009	0.010
11	Agglomeracja Wrocławska	1	0.013	0.013	0.013
12	Bielsko-Biała	1	0.008	0.008	0.008
13	Częstochowa	1	0.019	0.019	0.019
14	Elbląg	1	0.008	0.008	0.008
15	Gorzów Wielkopolski	2	0.006	0.007	0.008
16	Kalisz	1	0.015	0.015	0.015
17	Koszalin	1	0.005	0.005	0.005
18	Legnica	1	0.041	0.041	0.041
19	Olsztyn	1	0.007	0.007	0.007
20	Opole	1	0.015	0.015	0.015
21	Płock	1	0.007	0.007	0.007
22	Radom	1	0.010	0.010	0.010
23	Rzeszów	1	0.010	0.010	0.010
24	Tarnów	1	0.013	0.013	0.013
25	Toruń	1	0.009	0.009	0.009
26	Wałbrzych	1	0.016	0.016	0.016
27	Włocławek	1	0.012	0.012	0.012
28	Zielona Góra	1	0.013	0.013	0.013
	Polska	33	0.005	0.013	0.041

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 2018 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju



Źródło danych: PMS - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 3-25. Wartości średnich rocznych stężeń ołowiu (Pb) uzyskane w 2018 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 2018 roku nie został przekroczony dopuszczalny poziom stężenia ołowiu w powietrzu. Najniższe stężenia Sa ($0.005 \mu\text{g}/\text{m}^3$) uzyskano z pomiarów w Koszalinie. Najwyższe stężenie średnie roczne ($0.041 \mu\text{g}/\text{m}^3$) odnotowano na stanowisku w Aglomeracji Krakowskiej. Jest to wartość znacząco niższa od poziomu dopuszczalnego (stanowi ok. 8% Da).

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 31 stanowisk, znajdujących się na terenie 10 aglomeracji i 16 miast o liczbie mieszkańców większej od 100 tys. W przypadku większości miast i aglomeracji (22 z 26) w opracowaniu wykorzystano wyniki z jednego stanowiska.

Średnie roczne stężenia arsenu na uwzględnionych w ocenie stanowiskach wynosiły w 2018 roku od 0.4 ng/m³ do 8.3 ng/m³ (Tab. 3.8-2).

Najniższe stężenia uzyskano z pomiarów na stanowiskach w Aglomeracji Białostockiej. Najwyższe stężenie uzyskano na stanowisku pomiarowym w Legnicy. Tylko na tym stanowisku stężenie średnie roczne arsenu było wyższe od poziomu docelowego (Tab. 3.8-2, Rys. 3-26). Na stanowiskach położonych w pozostałych rozważanych miastach i aglomeracjach poziom docelowy arsenu był dotrzymany.

Tabela 3.8-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń arsenu prowadzonych w 2018 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

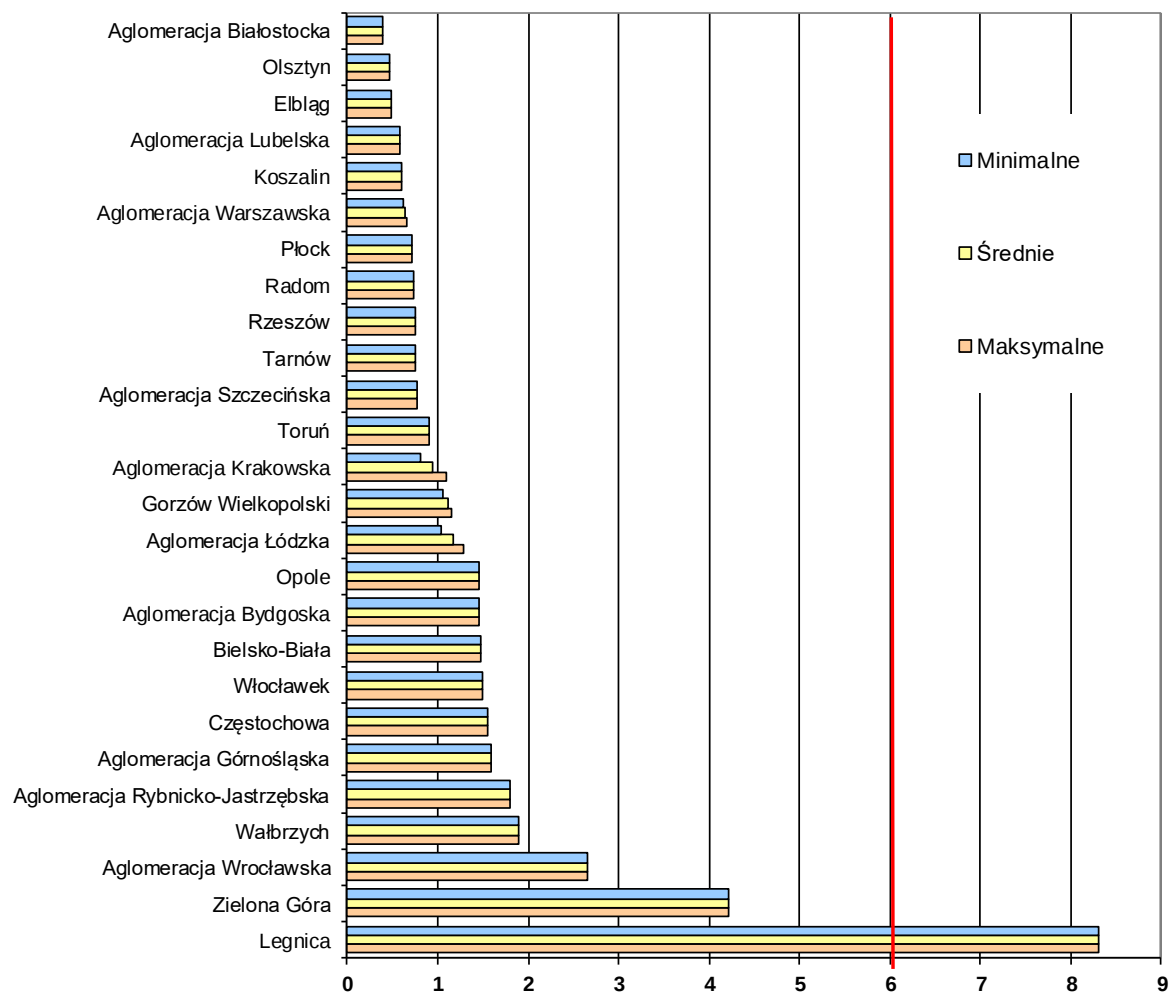
Lp.	Aglomeracja / miasto	Stężenie średnie roczne As				
		Liczba stanowisk uwzględnionych ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	1		0.4	0.4	0.4
2	Aglomeracja Bydgoska	1		1.5	1.5	1.5
3	Aglomeracja Górnośląska	1		1.6	1.6	1.6
4	Aglomeracja Krakowska	3		0.8	0.95	1.1
5	Aglomeracja Lubelska	1		0.6	0.6	0.6
6	Aglomeracja Łódzka	2		1.0	1.16	1.3
7	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		1.8	1.8	1.8
8	Aglomeracja Szczecińska	1		0.8	0.8	0.8
9	Aglomeracja Warszawska	2		0.6	0.64	0.7
10	Aglomeracja Wrocławska	1		2.7	2.7	2.7
11	Bielsko-Biała	1		1.5	1.5	1.5
12	Częstochowa	1		1.5	1.5	1.5
13	Elbląg	1		0.5	0.5	0.5
14	Gorzów Wielkopolski	2		1.1	1.11	1.2
15	Koszalin	1		0.6	0.6	0.6
16	Legnica	1	1	8.3	8.3	8.3
17	Olsztyn	1		0.5	0.5	0.5
18	Opole	1		1.5	1.5	1.5
19	Płock	1		0.7	0.7	0.7
20	Radom	1		0.7	0.7	0.7
21	Rzeszów	1		0.8	0.8	0.8
22	Tarnów	1		0.8	0.8	0.8
23	Toruń	1		0.9	0.9	0.9
24	Wałbrzych	1		1.9	1.9	1.9
25	Włocławek	1		1.5	1.5	1.5
26	Zielona Góra	1		4.2	4.2	4.2
	Razem	31	1	0.4	1.41	8.3

Objaśnienia do tabeli 3.8-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ liczba stanowisk, na których wartość stężenia średniego rocznego Sa była wyższa od poziomu docelowego

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2018 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju



Źródło danych: PMS - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 3-26. Wartości średnich rocznych stężeń arsenu (As) uzyskane w 2018 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 [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 2018 roku uwzględniono wyniki uzyskane z pomiarów na 31 stanowiskach, na terenie 10 aglomeracji i 16 miast powyżej 100 tys. mieszkańców. Najczęściej było to jedno stanowisko w danym mieście lub aglomeracji.

Średnie roczne stężenia kadmu na stanowiskach uwzględnionych w ocenie dotyczącej 2018 roku wynosiły od 0.16 ng/m³ do 0.80 ng/m³. Najniższe wartości odnotowano na stanowisku w Olsztynie i Aglomeracji Szczecińskiej. Najwyższe stężenia uzyskano z pomiarów na stanowisku w Katowicach w Aglomeracji Górnośląskiej (Tab. 3.9-2, Rys. 3-27).

Na wszystkich stanowiskach uwzględnionych w ocenie, średnie roczne stężenia kadmu w powietrzu były niższe od 20% poziomu docelowego. Na 84% stanowisk stężenie Sa nie przekraczało 10 % wartości normatywnej.

Tabela 3.9-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń kadmu prowadzonych w 2018 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

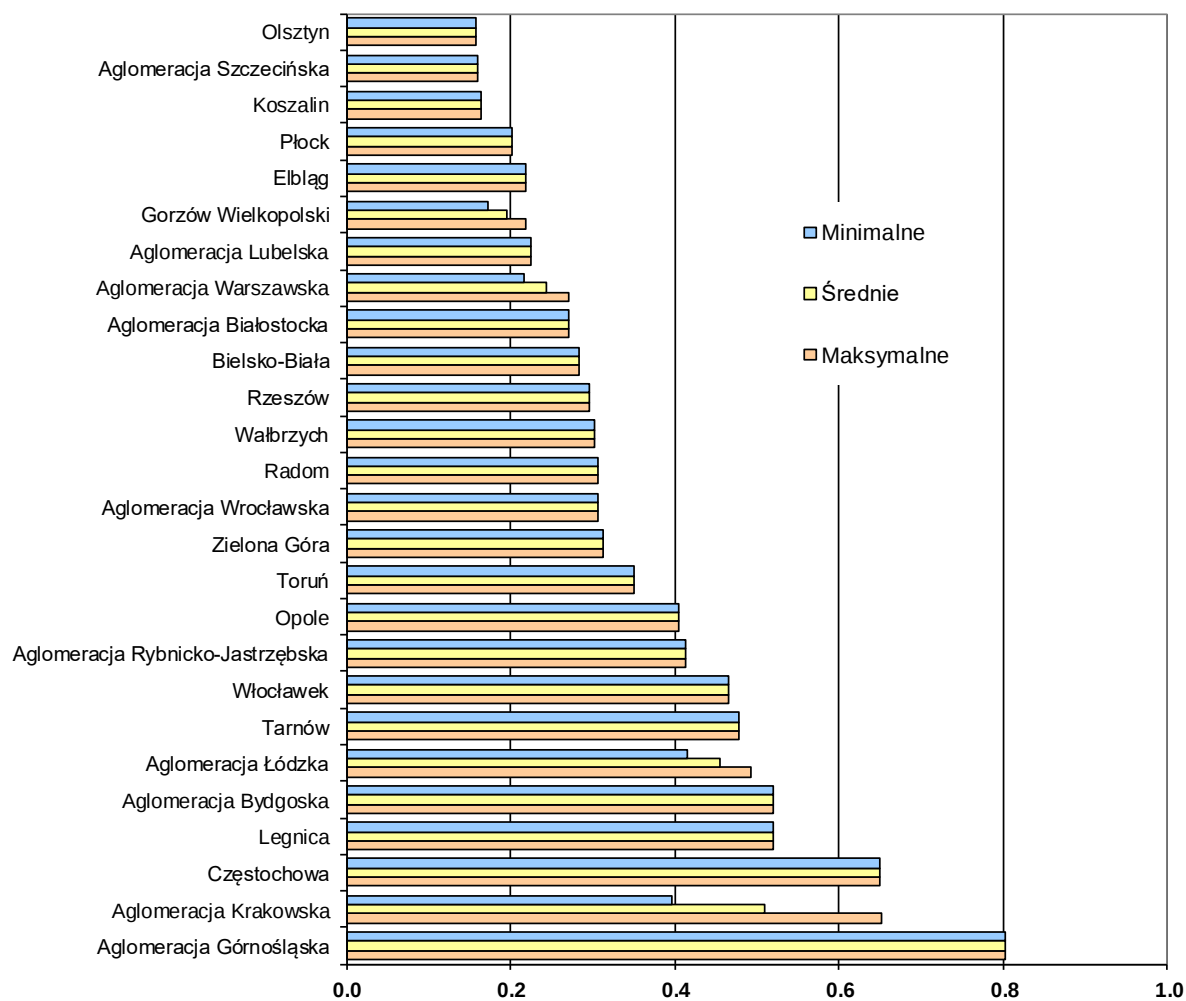
Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

Lp.	Aglomeracja / miasto	Stężenie średnie roczne Cd			
		Liczba stanowisk uwzględnionych ¹⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	1	0.27	0.27	0.27
2	Aglomeracja Bydgoska	1	0.52	0.52	0.52
3	Aglomeracja Górnośląska	1	0.80	0.80	0.80
4	Aglomeracja Krakowska	3	0.40	0.51	0.65
5	Aglomeracja Lubelska	1	0.22	0.22	0.22
6	Aglomeracja Łódzka	2	0.41	0.45	0.49
7	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	0.41	0.41	0.41
8	Aglomeracja Szczecińska	1	0.16	0.16	0.16
9	Aglomeracja Warszawska	2	0.22	0.24	0.27
10	Aglomeracja Wrocławska	1	0.31	0.31	0.31
11	Bielsko-Biała	1	0.28	0.28	0.28
12	Częstochowa	1	0.65	0.65	0.65
13	Elbląg	1	0.22	0.22	0.22
14	Gorzów Wielkopolski	2	0.17	0.20	0.22
15	Koszalin	1	0.17	0.17	0.17
16	Legnica	1	0.52	0.52	0.52
17	Olsztyn	1	0.16	0.16	0.16
18	Opole	1	0.40	0.40	0.40
19	Płock	1	0.20	0.20	0.20
20	Radom	1	0.31	0.31	0.31
21	Rzeszów	1	0.30	0.30	0.30
22	Tarnów	1	0.48	0.48	0.48
23	Toruń	1	0.35	0.35	0.35
24	Wałbrzych	1	0.30	0.30	0.30
25	Włocławek	1	0.47	0.47	0.47
26	Zielona Góra	1	0.31	0.31	0.31
	Polska	31	0.16	0.36	0.80

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 2018 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju



Źródło danych: PMS - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Sa [ng/m³]

Rys. 3-27. Wartości średnich rocznych stężeń kadmu (Cd) uzyskane w 2018 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 2018 roku uwzględniono wyniki pomiarów prowadzonych na 31 stanowiskach, w 10 aglomeracjach oraz w 16 miastach powyżej 100 tys. mieszkańców. 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.

Wartości średnich rocznych stężeń niklu w 2018 roku na stanowiskach uwzględnionych w ocenie były niskie - mieściły się w granicach od 0.6 ng/m³ do 3.0 ng/m³ (Tab. 3.10-2). Najniższe wartości uzyskano z pomiarów w Płocku i w Aglomeracji Warszawskiej. Najwyższe stężenie odnotowano na stanowisku pomiarowym w Aglomeracji Lubelskiej (Tab. 3.10-2, Rys. 3-28). Na żadnym ze stanowisk w rozważanych miastach i aglomeracjach stężenia niklu nie przekroczyły 15% poziomu docelowego.

Tabela 3.10-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń niklu prowadzonych w 2018 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

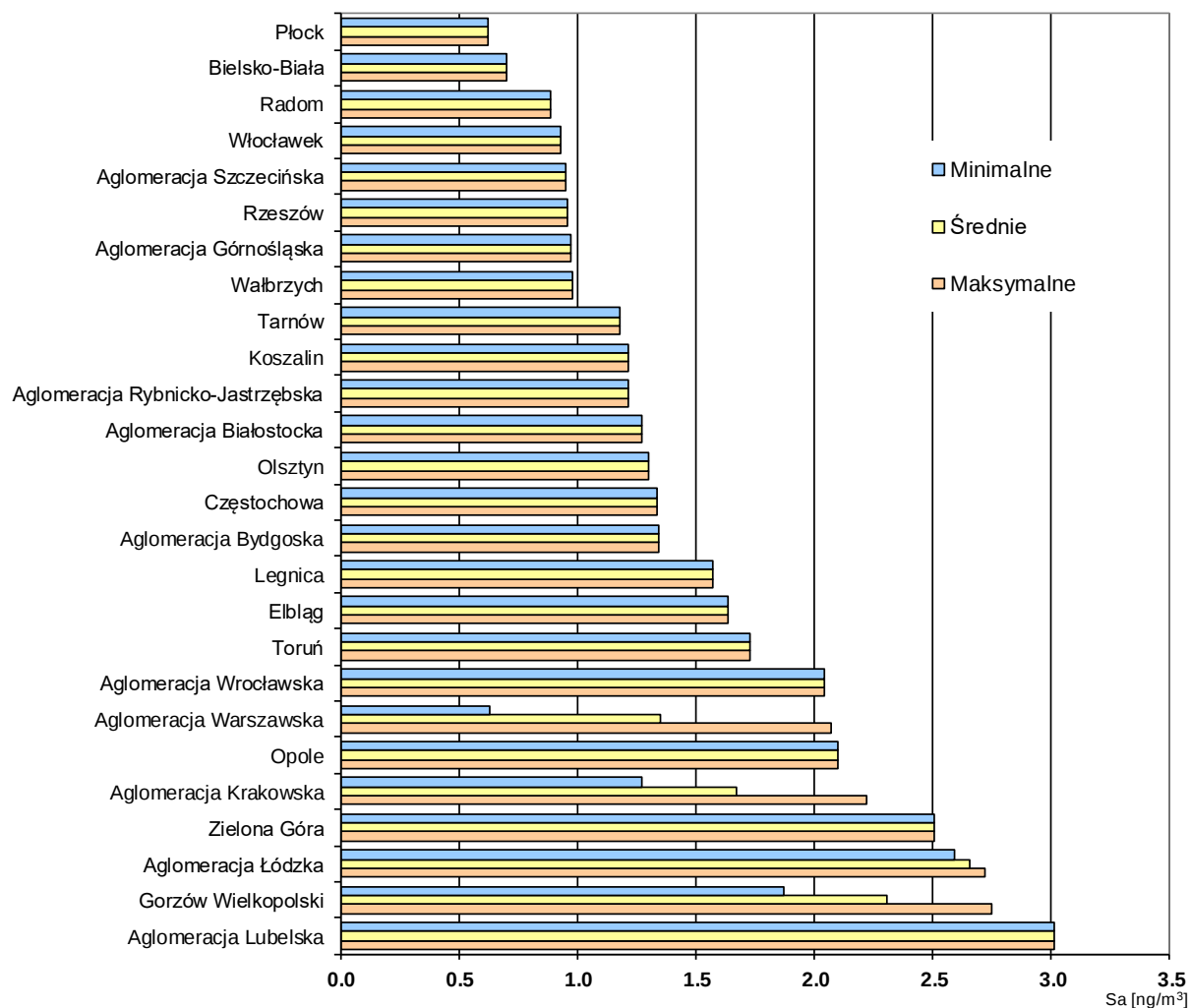
Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

Lp.	Agglomeracja /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	Agglomeracja Białostocka	1	1.3	1.3	1.3
2	Agglomeracja Bydgoska	1	1.3	1.3	1.3
3	Agglomeracja Górnośląska	1	1.0	1.0	1.0
4	Agglomeracja Krakowska	3	1.3	1.67	2.2
5	Agglomeracja Lubelska	1	3.0	3.0	3.0
6	Agglomeracja Łódzka	2	2.6	2.65	2.7
7	Agglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	1.2	1.2	1.2
8	Agglomeracja Szczecińska	1	0.9	0.9	0.9
9	Agglomeracja Warszawska	2	0.6	1.35	2.1
10	Agglomeracja Wrocławska	1	2.0	2.0	2.0
11	Bielsko-Biała	1	0.7	0.7	0.7
12	Częstochowa	1	1.3	1.3	1.3
13	Elbląg	1	1.6	1.6	1.6
14	Gorzów Wielkopolski	2	1.9	2.31	2.7
15	Koszalin	1	1.2	1.2	1.2
16	Legnica	1	1.6	1.6	1.6
17	Olsztyn	1	1.3	1.3	1.3
18	Opole	1	2.1	2.1	2.1
19	Płock	1	0.6	0.6	0.6
20	Radom	1	0.9	0.9	0.9
21	Rzeszów	1	1.0	1.0	1.0
22	Tarnów	1	1.2	1.2	1.2
23	Toruń	1	1.7	1.7	1.7
24	Wałbrzych	1	1.0	1.0	1.0
25	Włocławek	1	0.9	0.9	0.9
26	Zielona Góra	1	2.5	2.5	2.5
	Polska	31	0.6	1.55	3.0

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 2018 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju



Rys. 3-28. Wartości średnich rocznych stężeń niklu (Ni) uzyskane w 2018 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 2018 rok została przeprowadzona na podstawie wyników pomiarów uzyskanych na 39 stanowiskach, znajdujących się w 11 aglomeracjach i w 18 dużych miastach (o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys.).

W 6 aglomeracjach/miastach podstawę oceny stanowiły stężenia z dwóch stanowisk w mieście. W Krakowie uzyskano wyniki pomiarów z 5 stanowisk. W pozostałych 22 miastach i aglomeracjach, dostępne były wyniki pomiarów stężeń tylko z jednego stanowiska.

Średnie roczne stężenia benzo(a)pirenu uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2018 roku na stanowiskach uwzględnionych w ocenie były wysokie - wynosiły od 1.4 ng/m³ do 13 ng/m³ (Tab. 3.11-2). W aglomeracjach i miastach, dla których w ocenie wzięto pod uwagę więcej niż jedno stanowisko, uśrednione wartości stężeń wynosiły od 1.4 ng/m³ w Aglomeracji Warszawskiej do 5.2 ng/m³ w Aglomeracji Krakowskiej.

Wartości nie przekraczające poziomu docelowego B(a)P w powietrzu⁵, uzyskano jedynie na 3 stanowiskach (w Olsztynie, Warszawie i Białymstoku). Na pozostałych 36 stanowiskach (z 39) wartości stężenia średniego rocznego B(a)P były wyższe od poziomu docelowego.

⁵ 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.

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. Bardzo wysokie stężenia B(a)P, przekraczające więcej niż pięciokrotnie poziom docelowy, zanotowano także w Gorzowie, Aglomeracji Krakowskiej i Górnośląskiej oraz w Wałbrzychu (Tab. 3.11-2, Rys. 3-29).

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 jest ogrzewana 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 2017 roku emisja z procesów spalania poza przemysłem stanowiła ok. 84% całkowitej emisji krajowej B(a)P (KOBIZE 2019). 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 2018 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

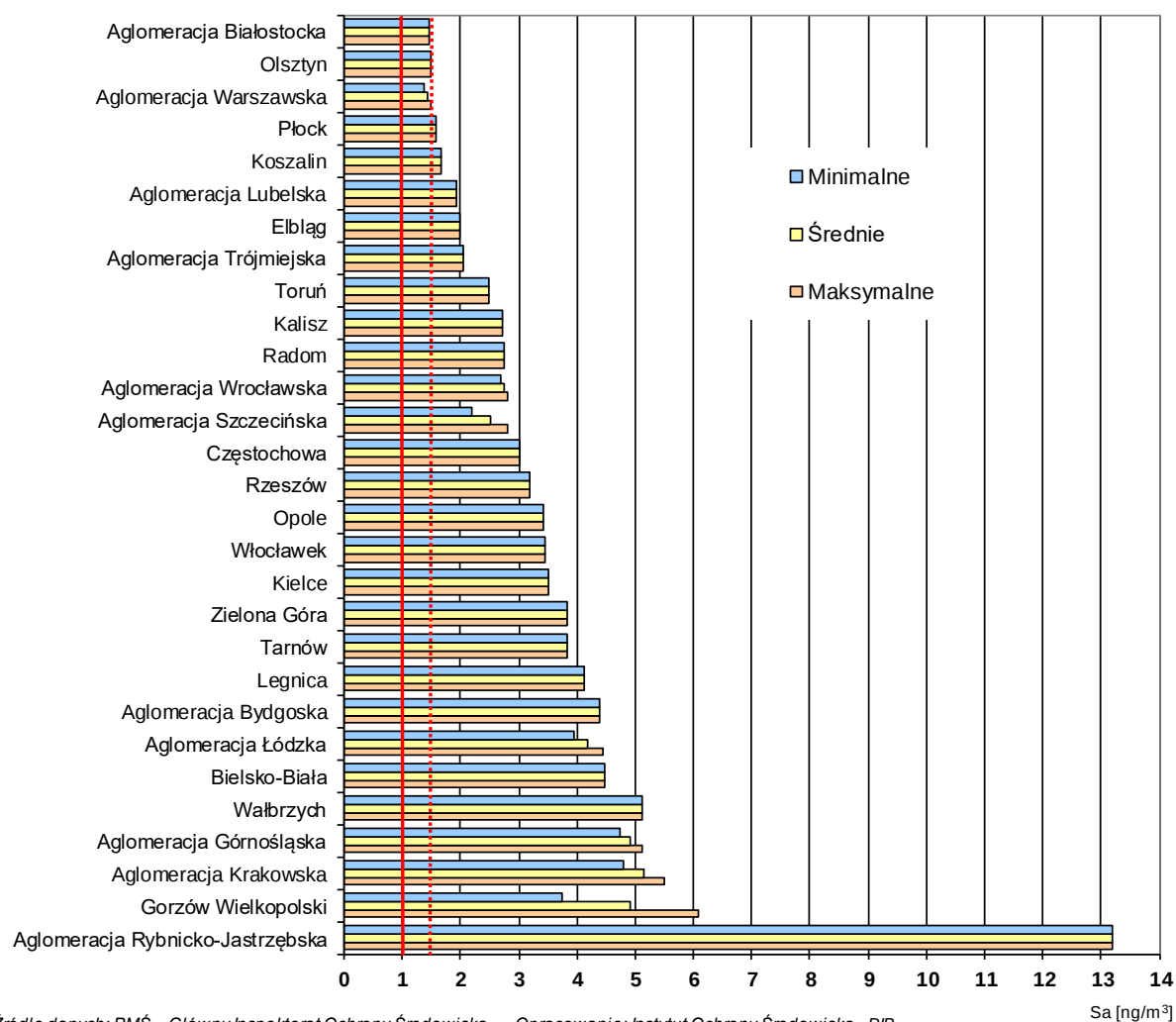
Lp.	Agglomeracja / miasto	Liczba stanowisk uwzględnionych ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Stężenie średnie roczne B(a)P		
				Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
1	Agglomeracja Białostocka	1		1.5	1.5	1.5
2	Agglomeracja Bydgoska	1	1	4.4	4.4	4.4
3	Agglomeracja Górnośląska	2	2	4.7	4.9	5.1
4	Agglomeracja Krakowska	5	5	4.8	5.2	5.5
5	Agglomeracja Lubelska	1	1	1.9	1.9	1.9
6	Agglomeracja Łódzka	2	2	3.9	4.2	4.5
7	Agglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	1	13.2	13.2	13.2
8	Agglomeracja Szczecińska	2	2	2.2	2.5	2.8
9	Agglomeracja Trójmiejska	1	1	2.0	2.0	2.0
10	Agglomeracja Warszawska	2	1	1.4	1.4	1.5
11	Agglomeracja Wrocławska	2	2	2.7	2.8	2.8
12	Bielsko-Biała	1	1	4.5	4.5	4.5
13	Częstochowa	1	1	3.0	3.0	3.0
14	Elbląg	1	1	2.0	2.0	2.0
15	Gorzów Wielkopolski	2	2	3.7	4.9	6.1
16	Kalisz	1	1	2.7	2.7	2.7
17	Kielce	1	1	3.5	3.5	3.5
18	Koszalin	1	1	1.7	1.7	1.7
19	Legnica	1	1	4.1	4.1	4.1
20	Olsztyn	1		1.5	1.5	1.5
21	Opole	1	1	3.4	3.4	3.4
22	Płock	1	1	1.6	1.6	1.6
23	Radom	1	1	2.8	2.8	2.8
24	Rzeszów	1	1	3.2	3.2	3.2
25	Tarnów	1	1	3.8	3.8	3.8
26	Toruń	1	1	2.5	2.5	2.5
27	Wałbrzych	1	1	5.1	5.1	5.1
28	Włocławek	1	1	3.4	3.4	3.4
29	Zielona Góra	1	1	3.8	3.8	3.8
	Polska	39	36	1.4	3.7	13.2

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.

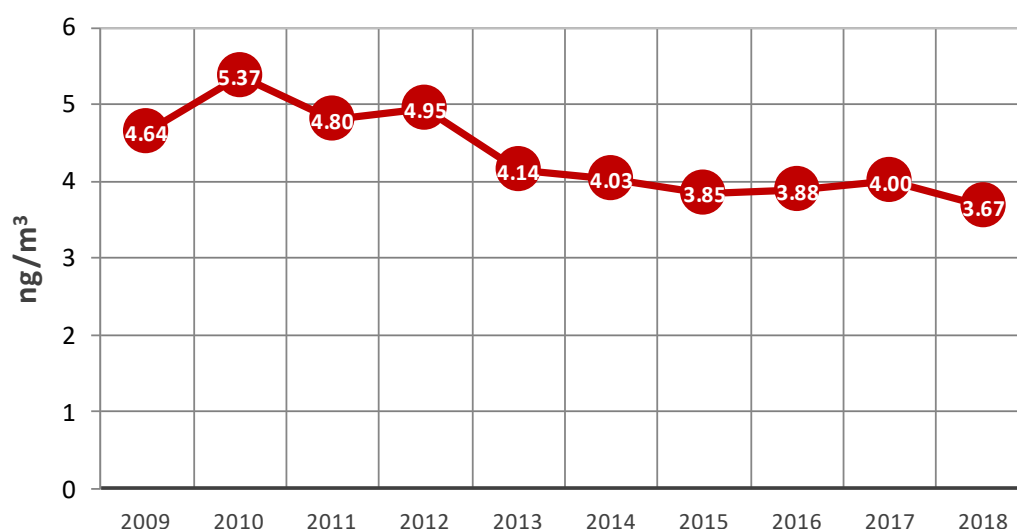
³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2018 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju



Rys. 3-29. Wartości średnich rocznych stężeń benzo(a)pirenu (B(a)P) uzyskane w 2018 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. 3-30). Wartości wskaźnika dla lat 2009-2018 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% do najniższej wartości w wieloleciu 2009-2018. Stężenia w latach 2013 -2018 były niższe niż stężenia B(a)P w poprzednich 4 latach. W okresie 2010-2018 wartość wskaźnika spadła z 5.37 ng/m³ do 3.67 ng/m³, czyli o ok. 32% w stosunku do wartości z 2010 r.



Źródło danych: PMŚ - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 3-30. Stężenie średnie roczne B(a)P w latach 2009-2018, uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach (zlokalizowanych na terenie aglomeracji i dużych miast)

3.12. Pył PM2.5

Kryteria oceny

Stężeniem kryterialnym w ocenie zanieczyszczenia powietrza pyłem PM2.5 jest poziom dopuszczalny, ustanowiony w celu ochrony zdrowia, wprowadzony do prawa polskiego rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu.

Tabela 3.12-1. Kryterium oceny zanieczyszczenia powietrza pyłem PM2.5 - ochrona zdrowia

Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom PM2.5 w powietrzu ¹⁾ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	25	Sa

¹⁾ poziom dopuszczalny dla pyłu zawieszonego PM2.5 do osiągnięcia do dnia 1 stycznia 2015 r.

Dodatkowo, dla stężeń pyłu PM2.5 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 ($\text{PSE}=20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), a od 2020 r. krajowego celu redukcji narażenia ($\text{KCRN}=18 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

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).

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 PM2.5 w aglomeracjach i w dużych miastach

Oceny zanieczyszczenia powietrza pyłem PM2.5 w 2018 roku dokonano na podstawie wyników pomiarów z 51 stanowisk, znajdujących się na terenie 12 aglomeracji i 18 miast o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys.

Wartości stężeń średnich rocznych pyłu PM2.5 uzyskane z pomiarów w rozważanych aglomeracjach i miastach wynosiły w 2018 roku od $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tab. 3.12-2). 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 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. W aglomeracjach lub miastach, w których uwzględniono pojedyncze stanowiska, średnie roczne stężenia PM2.5 na tych stanowiskach wynosiły od 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Najniższe wartości stężeń średnich rocznych pyłu PM2.5, uśrednionych w skali miasta, uzyskano w Aglomeracji Trójmiejskiej. Spośród miast i aglomeracji, gdzie w ocenie wykorzystano wyniki pomiarów z jednego stanowiska, najniższe wartości uzyskano w Koszalinie (Rys. 3-31).

Najwyższe wartości stężeń średnich rocznych pyłu PM2.5, uśrednionych w skali miasta, uzyskano w Aglomeracji Górnośląskiej. Spośród miast i aglomeracji, gdzie w ocenie wykorzystano wyniki pomiarów z jednego stanowiska, najwyższe wartości uzyskano w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (Rys. 3-31).

Stężenia średnie roczne na stanowiskach z najwyższymi stężeniami w danej aglomeracji lub mieście, mieściły się w granicach od 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Aglomeracja Trójmiejska i Koszalin) do 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Aglomeracja Krakowska). Najwyższe stężenia SA uzyskano na stanowisku „komunikacyjnym” znajdującym się na terenie Aglomeracji Krakowskiej. Spośród stanowisk tła miejskiego, najwyższe stężenie średnie roczne PM2.5 zanotowano w Gliwicach w Aglomeracji Górnośląskiej (33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

W 2018 r. przekroczenia poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń średnich rocznych PM2.5 wystąpiły na 14 z 51 stanowisk. W 7 z 30 rozważanych aglomeracji i miast przekroczenia dopuszczalnych stężeń PM2.5 miały miejsce przynajmniej na jednym stanowisku. Spośród 14 miast i aglomeracji, dla których w ocenie wykorzystano wyniki pomiarów z więcej niż jednego stanowiska, w 2 aglomeracjach (Aglomeracja Krakowska, Aglomeracja Górnośląska) i jednym mieście (Bielsko-Biała) przekroczenia wystąpiły jednocześnie na wszystkich stanowiskach pomiarowych uwzględnionych w ocenie. Przekroczenia wystąpiły też w 2 z 16 miast i aglomeracji, w których oceny dokonano na podstawie wyników z jednego stanowiska (Tab. 3.12-2, Rys. 3-31).

Tabela 3.12-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie pomiarów stężeń PM2.5, prowadzonych w 2018 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

Lp.	Aglomeracja/miasto	Stężenie średnie roczne PM2.5				
		Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ^{1) 2)}	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
1	Aglomeracja Białostocka	2		16	17.7	19
2	Aglomeracja Bydgoska	2	1	19	23.2	28
3	Aglomeracja Górnośląska	3	3	30	32.7	35

Lp.	Aglomeracja/miasto	Stężenie średnie roczne PM2.5				
		Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniem ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
4	Aglomeracja Krakowska	3	3	27	32.3	39
5	Aglomeracja Lubelska	2		19	21.7	24
6	Aglomeracja Łódzka	4	3	22	26.2	30
7	Aglomeracja Poznańska	1		22	22	22
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	1	31	31	31
9	Aglomeracja Szczecińska	2		19	19.3	20
10	Aglomeracja Trójmiejska	2		15	15.7	16
11	Aglomeracja Warszawska	4		20	22.4	25
12	Aglomeracja Wrocławska	3		22	22.3	23
13	Bielsko-Biała	2	2	29	32.4	36
14	Częstochowa	1	1	26	26	26
15	Elbląg	1		19	19	19
16	Gorzów Wielkopolski	1		17	17	17
17	Kalisz	1		24	24	24
18	Kielce	1		19	19	19
19	Koszalin	1		16	16	16
20	Legnica	1		25	25	25
21	Olsztyn	1		18	18	18
22	Opole	1		20	20	20
23	Płock	2		20	22.1	24
24	Radom	2		25	24.7	25
25	Rzeszów	1		23	23	23
26	Tarnów	2		25	25.0	25
27	Toruń	1		20	20	20
28	Wałbrzych	1		22	22	22
29	Włocławek	1		23	23	23
30	Zielona Góra	1		17	17	17
	Polska	51	14	15	23.6	39

Objaśnienia do tabeli 3.12-2:

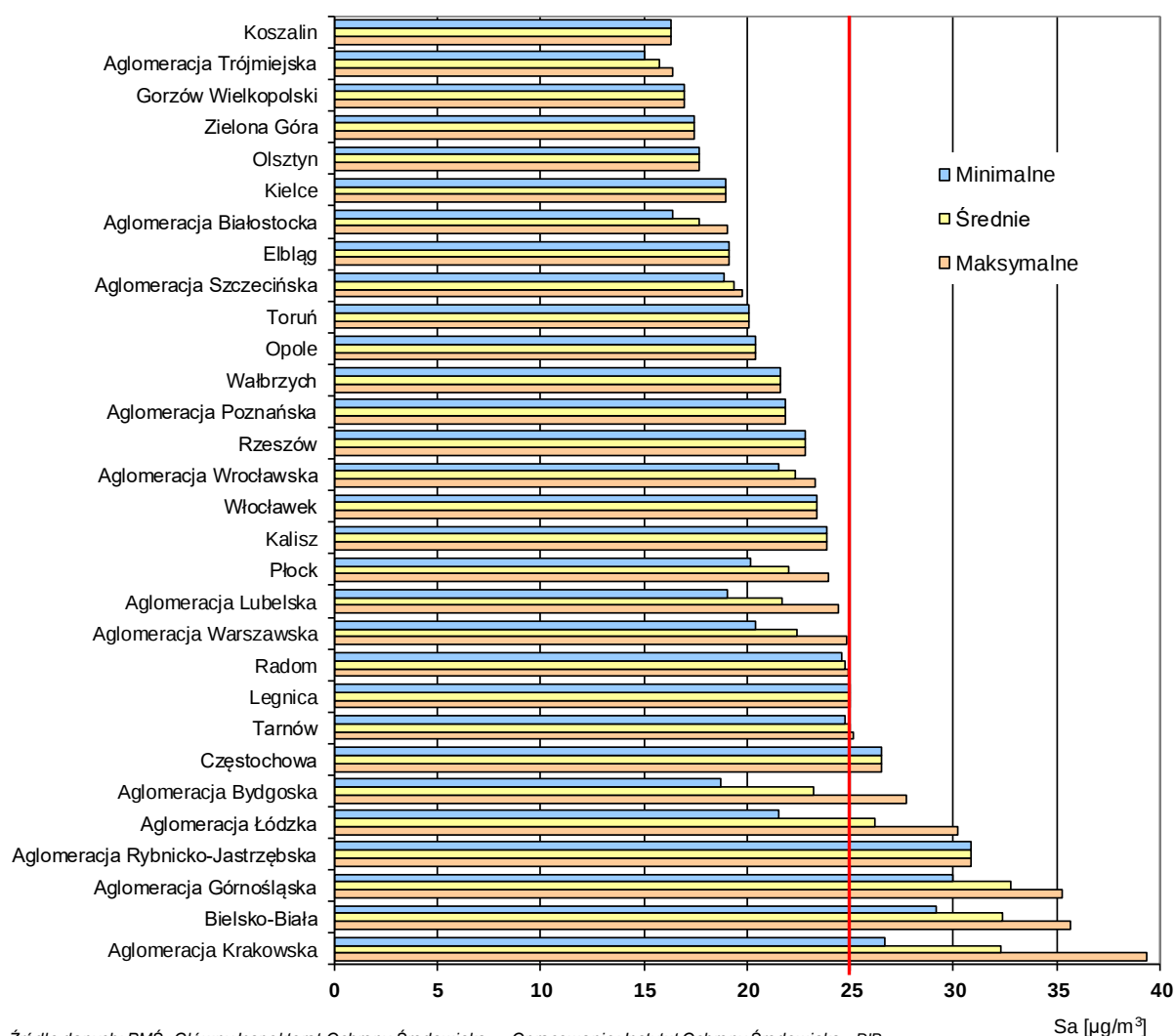
¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

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 2018 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju

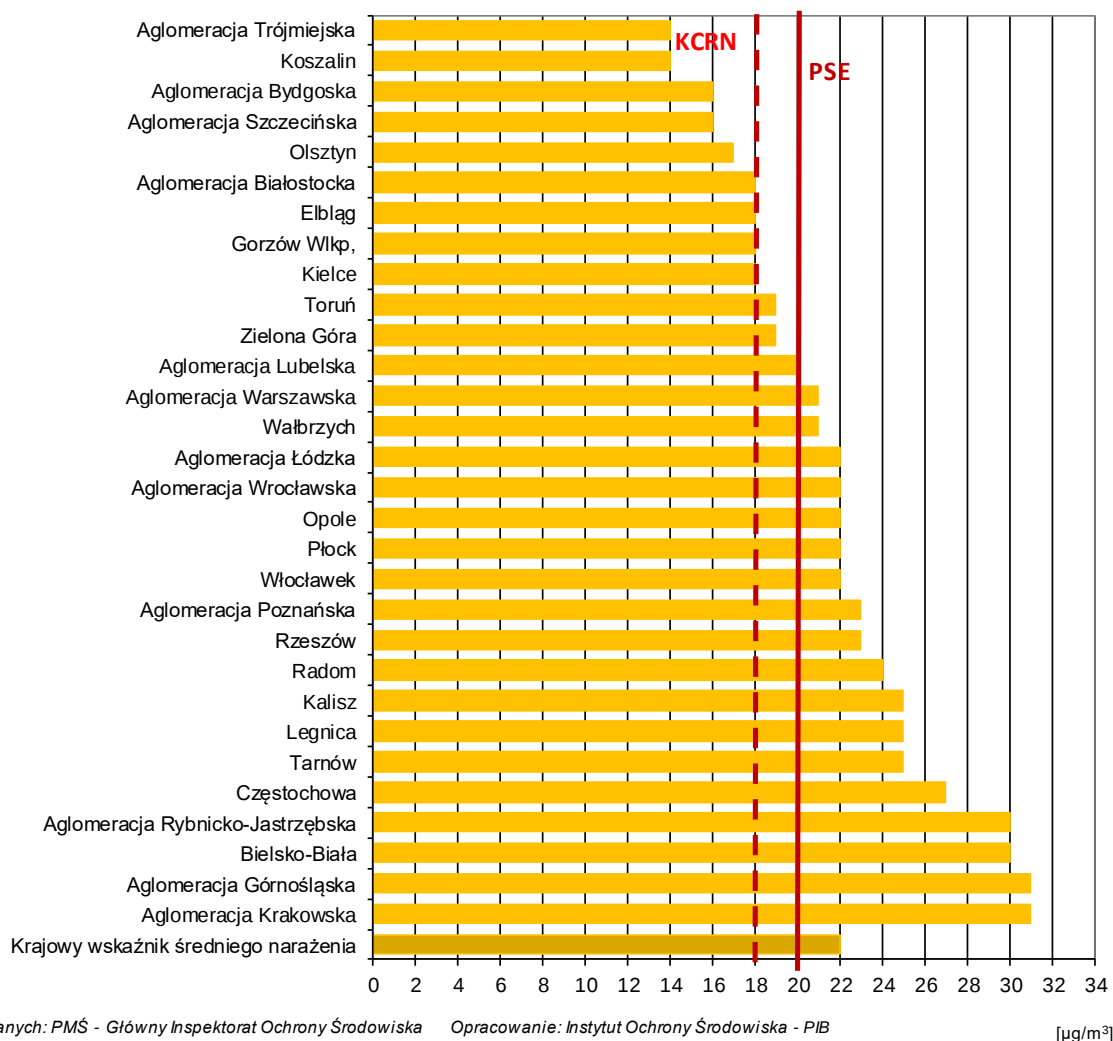
Głównym źródłem emisji pyłu PM_{2.5} w Polsce jest sektor bytowo-komunalny, a także, w mniejszym stopniu, procesy spalania w przemyśle oraz transport drogowy. W skład pyłu PM_{2.5} wchodzi także cząstki wtórnego aerozolu, powstającego w atmosferze w procesach zachodzących z udziałem zanieczyszczeń gazowych. 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.



Rys. 3-31. Średnie roczne stężenia pyłu PM_{2.5} uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2018 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

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 rozdz. 3 niniejszego opracowania) 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 2018 oblicza się na podstawie wyników pomiarów stężeń PM_{2.5} z lat 2016, 2017 i 2018. Wartości wskaźników dla roku 2018 przedstawiono na Rys. 3-32.



Rys. 3-32. Wskaźniki średniego narażenia WM i krajowy wskaźnik średniego narażenia WK dla 2018 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 $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Koszalin i Aglomeracja Trójmiejska) do $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Aglomeracja Krakowska i Górnośląska).

W większości rozważanych miast i aglomeracji wartości wskaźników przekraczały pułap stężenia ekspozycji (PSE) oraz poziom Krajowego Celu Redukcji Narażenia (KCRN). W 18 miastach i aglomeracjach wskaźnik średniego narażenia był w 2018 r. wyższy od pułapu stężenia ekspozycji ($\text{PSE}=20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), w 12 niższy od lub równy tej wartości.

W 21 miastach i aglomeracjach wskaźnik średniego narażenia był wyższy od wartości krajowego celu redukcji narażenia ($\text{KCRN}=18 \mu\text{g}/\text{m}^3$), w pozostałych 9 był równy lub niższy od KCRN.

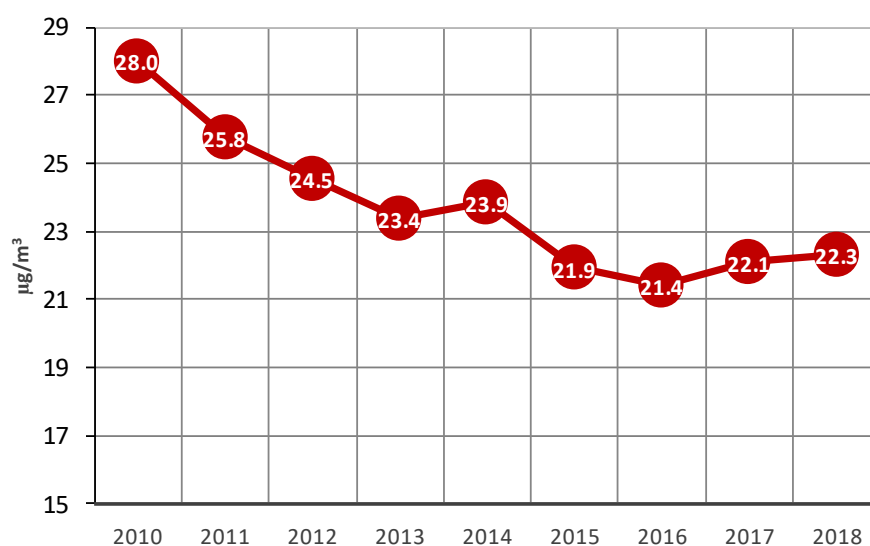
Najwyższe wartości wskaźnika WM występują w miastach i aglomeracjach województwa małopolskiego i śląskiego.

W miastach i aglomeracjach pasa województw północnych, od woj. zachodniopomorskiego do podlaskiego oraz w woj. świętokrzyskim, wartości wskaźników nie przekraczają $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Krajowy wskaźnik średniego narażenia WK dla 2018 roku wynosił $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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.



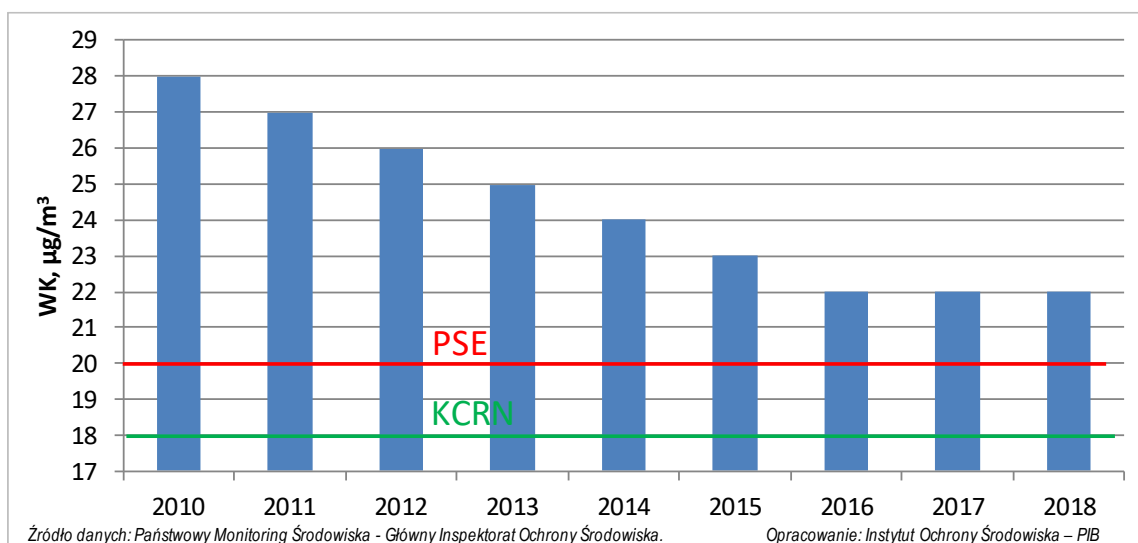
Źródło danych: PMS - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska -PIB

Rys. 3-33. Stężenie średnie roczne PM_{2.5} w latach 2010-2018, uśrednione dla zbioru 32 stanowisk znajdujących się na terenie aglomeracji i dużych miast, uwzględnianych przy obliczaniu wskaźnika średniego narażenia

Wartości wskaźnika dla lat 2010-2018 (Rys. 3-33) 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 2016 r. uśrednione stężenia były najniższe dla wielolecia objętego analizą, i niższe o 26% niż w 2010 r. W 2017 r. nastąpił 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. $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Spadkowy trend stężeń pyłu PM_{2.5} w latach 2010-2016 potwierdza też stały 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 wytypowanych stanowiskach tła miejskiego, zlokalizowanych w 30 miastach i aglomeracjach (Rys. 3-34). Wskaźnik dla każdego roku oblicza się jako średnią kroczącą z ostatnich 3 lat z wartości średnich ze stężeń średnich rocznych z 32 wspomnianych stanowisk.

W latach 2010-2018 wartości krajowego wskaźnika średniego narażenia (WK) obniżyły się z 28 µg/m³ w 2010 r. do 22 µg/m³ w 2016 i 2018 r. W całym rozważanym okresie wartości wskaźnika WK przewyższały poziom pułapu stężenia ekspozycji (PSE=20 µg/m³).

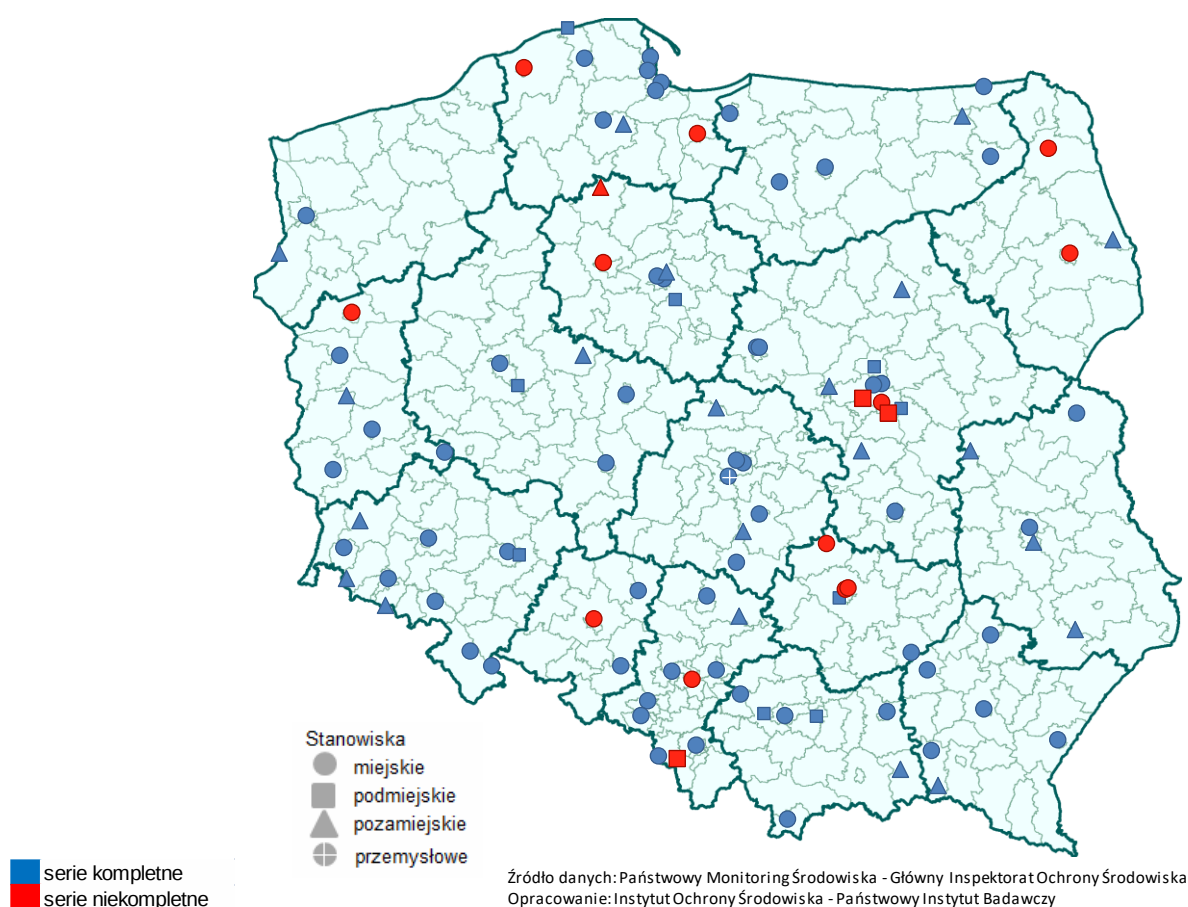


Rys. 3-34. Zmiany krajowego wskaźnika średniego narażenia PM_{2.5} w latach 2010-2018 w odniesieniu do wartości pułapu stężenia ekspozycji (PSE=20 µg/m³) oraz krajowego celu redukcji narażenia (KCRN=18 µg/m³)

4. Ocena zanieczyszczenia powietrza ozonem w skali kraju

4.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń ozonu

Informacje o stężeniach ozonu w Polsce w 2018 r. uzyskano ze 105 stanowisk pomiarowych: 71 miejskich (w tym 21 zlokalizowanych na terenie aglomeracji), 12 podmiejskich oraz 22 pozamiejskich. Spośród serii wyników uwzględnionych w opracowaniu, większość z nich (89) 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 2018 r. przedstawiono na Rys. 4-1. Pomiary stężeń ozonu na wszystkich stanowiskach prowadzone były zgodnie z metodyką referencyjną (fotometria UV).



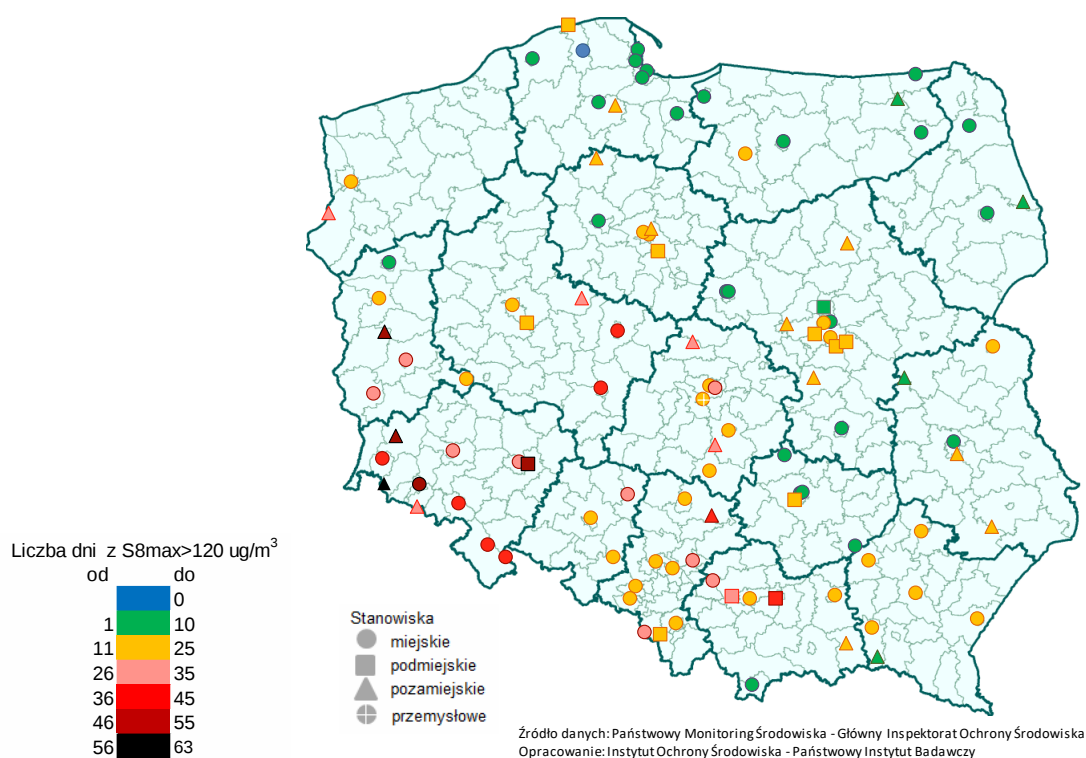
Rys. 4-1. Stanowiska pomiarowe stężeń ozonu, z których wyniki z 2018 r. wykorzystano w opracowaniu

4.2. Informacje o stężeniach ozonu w 2018 roku

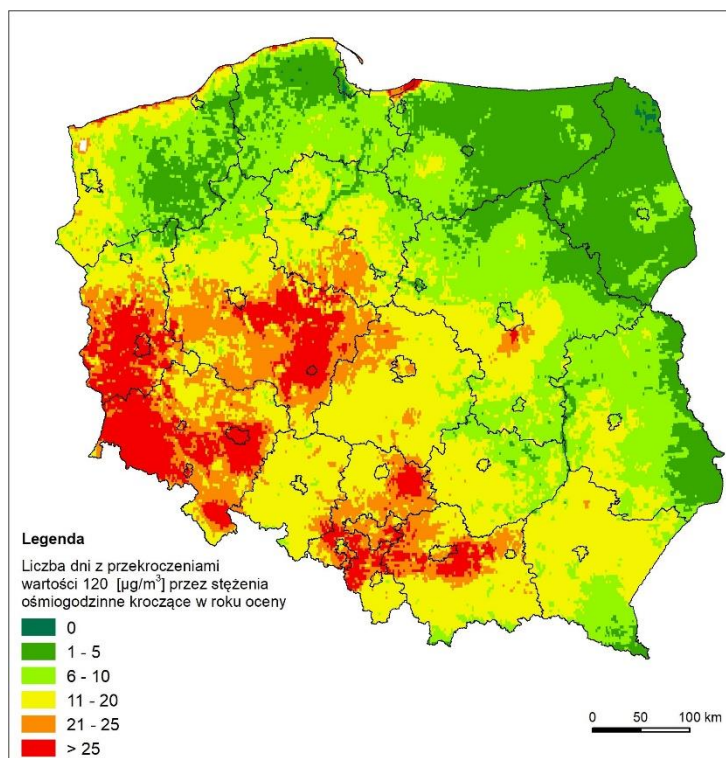
W 2018 r. stężenia 8-godz. ozonu wyższe od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (wartość poziomu docelowego dla ozonu, zob. tabela 3.5-1) wystąpiły na 88 z 89 stanowisk pomiarowych z kompletnymi seriami wyników oraz na wszystkich 16 stanowiskach niespełniających kryteriów kompletności

(Rys. 4-2). Najwięcej dni z przekroczeniem stężenia $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zanotowano na stacji w pozamiejskiej w Czerniawie (63 dni), podmiejskiej we Wrocławiu (55) i miejskiej w Jeleniej Górze (52). Na 28 stanowiskach stężenia 8-godz. wyższe od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły w ciągu więcej niż 25 dni w 2018 r. Najwięcej przypadków przekroczeń wystąpiło w woj. dolnośląskim. Tylko na jednej stacji – w Lęborku - nie zanotowano przekroczeń poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz.

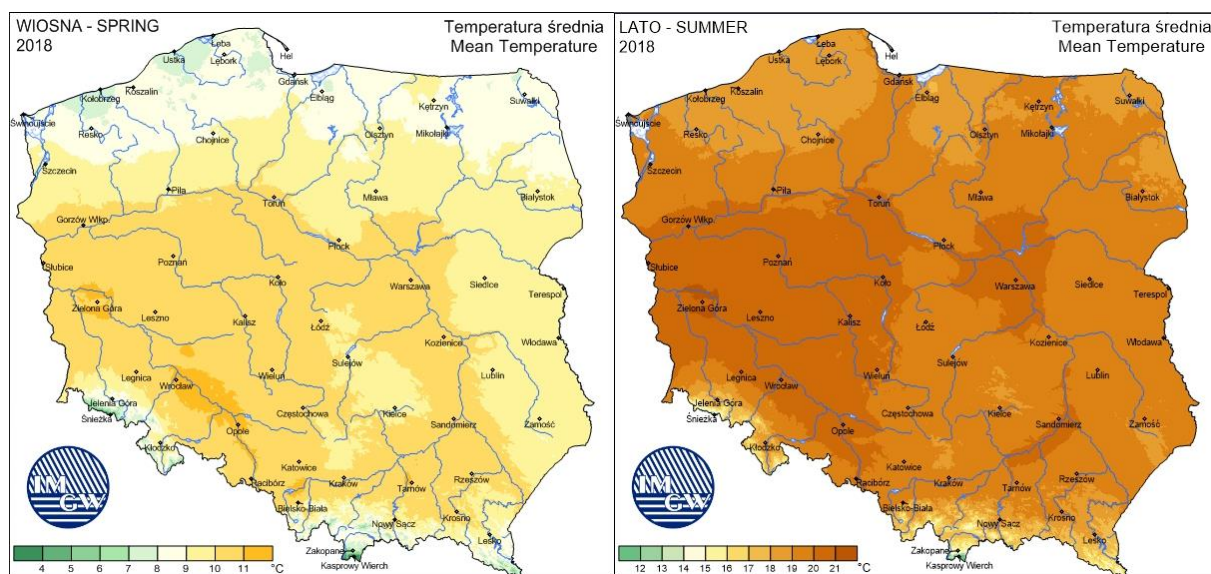
Na Rys. 4-3 przedstawiono liczbę dni z rozważanymi przekroczeniami uzyskaną na podstawie połączenia wyników modelowania matematycznego z wynikami pomiarów stężeń ozonu. Szacowane w ten sposób wartości tego parametru są najwyższe w woj. dolnośląskim, lubuskim, śląskim i małopolskim, najniższe na północy z wyłączeniem wąskiego pasa terenu położonego wzdłuż wybrzeża Bałtyku.



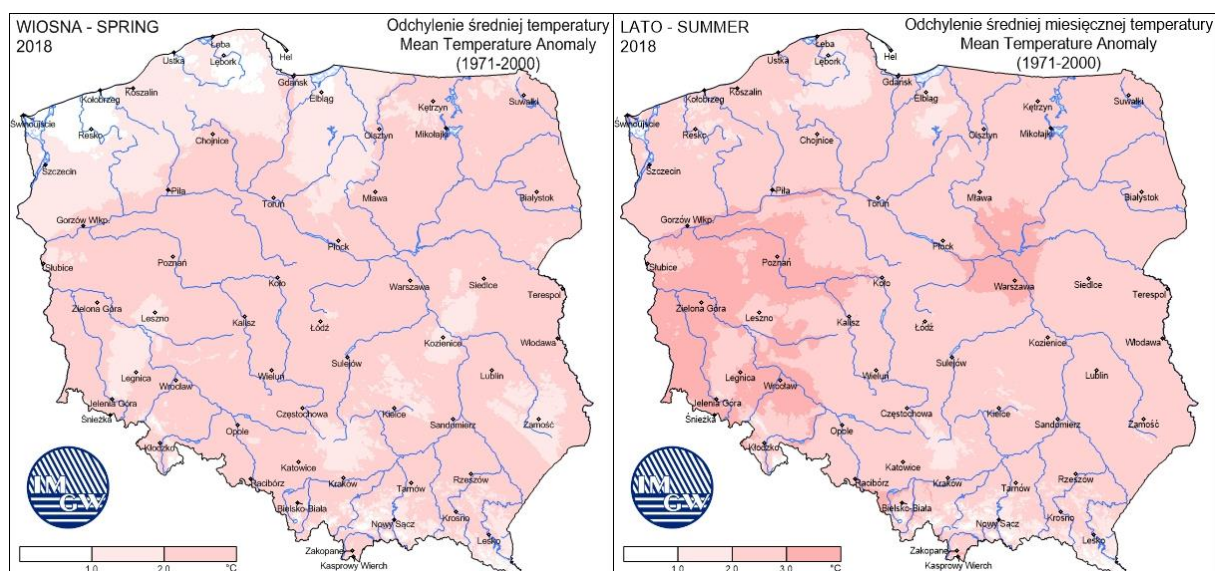
Rys. 4-2. Liczba dni z przekroczeniami poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu w 2018 r.



Rys. 4-3. Liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu w 2018 r. oszacowana na podstawie wyników modelowania i pomiarów. Źródło: IOŚ-PIB 2019



Rys. 4-4. Średnie temperatury powietrza wiosną i latem 2018 r. Źródło: IMGW-PIB

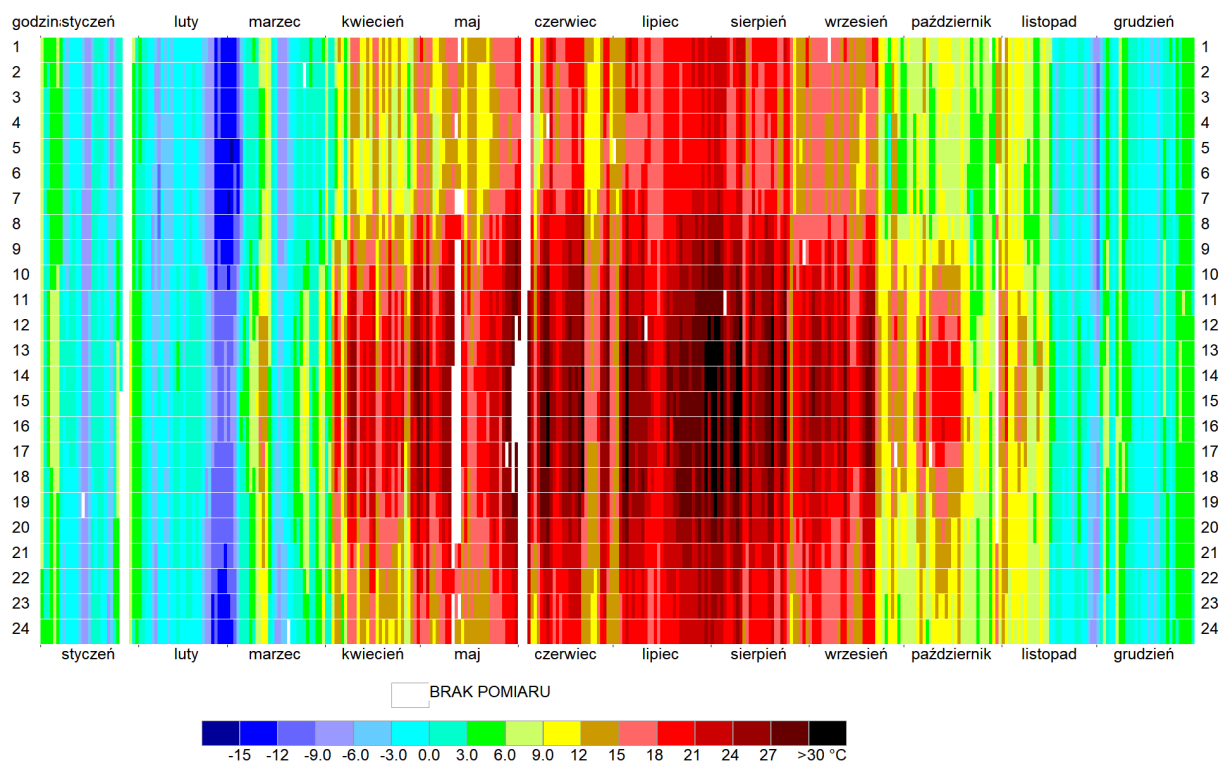


Rys. 4-5. Odchylenie średniej temperatury powietrza wiosną i latem 2018 r. od średnich dla wielolecia 1971-2000. Źródło: IMGW-PIB

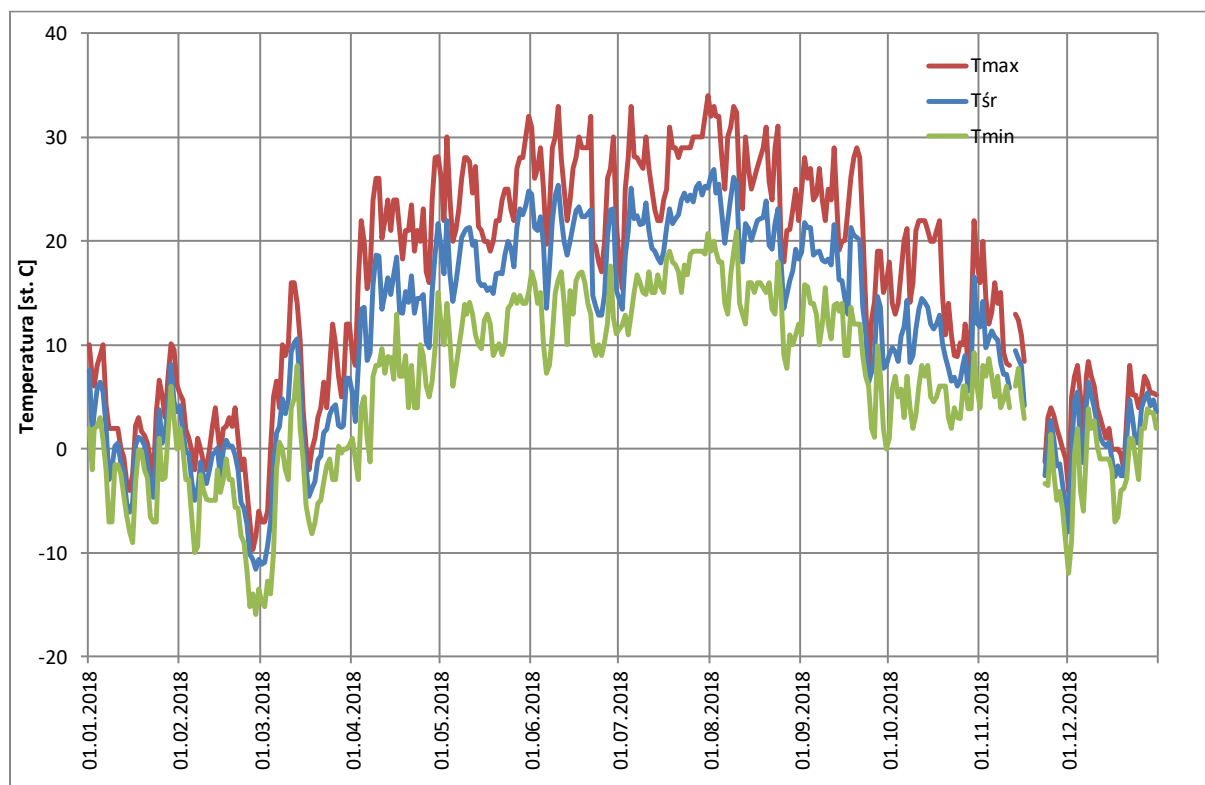
Latem 2018 r. na znacznym obszarze w południowo-zachodniej części Polski temperatura średnia przekroczyła 20°C (źródło: IMGW-PIB, Rys. 4-4). Wiosną średnia temperatura powietrza na przeważającym obszarze Polski była wyższa o od 2°C do 3°C od średniej dla wielolecia 1971-2000 (Rys. 4-5) (źródło: IMGW-PIB). Temperatura średnia latem na większości terytorium kraju była wyższa od średniej dla wielolecia o 2°C do 3°C , przy czym na Mazowszu, Ziemi Lubuskiej i Dolnym Śląsku miejscami temperatura przewyższała średnią dla wielolecia o przeszło 3°C . Warunki takie sprzyjały formowaniu się ozonu w powietrzu atmosferycznym, co potwierdzają wyniki pomiarów stężeń ozonu, w tym najwyższe wartości notowane na terenie woj. dolnośląskiego i lubuskiego.

W 2018 r. warunki meteorologiczne w Polsce były bardziej sprzyjające powstawaniu wysokich stężeń ozonu niż w 2017 r.

Średnie 1-godz. temperatury powietrza ze stacji PMŚ w Warszawie (MzWarWokalna) przedstawiono na Rys. 4-6. Każdy wynik pomiaru reprezentowany jest kolorową kreską, której kolor zależy od temperatury (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunku). Miejsce puste – bez kolorowego paska - oznacza, że dla tego terminu pomiarowego nie ma wyniku. W kolejnych wierszach oznaczonych od 1 do 24 prezentowane są stężenia z odpowiadającej numerowi wiersza godziny pomiarowej w ciągu doby. W kolejnych kolumnach (od 1 do 365) prezentowane są pomiary średniej 1-godz. temperatury z kolejnych dni roku.



Rys. 4-6. Temperatura powietrza w 2018 r. (średnie 1-godz.) na stacji pomiarowej w Warszawie (MzWarWokalna). Źródło danych: PMS- Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska -PIB



Rys. 4-7. Temperatura średnia dobowa, maksymalna i minimalna na stacji IMGW Warszawa Okęcie. Źródło: <http://www7.ncdc.noaa.gov/CDO/cdoselect.cmd?datasetabbv=GSOD&countryabbv=>

Na Rys. 4-7 przedstawiono przebieg temperatury powietrza na stacji IMGW Warszawa Okęcie. W 2018 r. temperatura maksymalna wynosiła nie mniej niż 30°C w ciągu 29 dni, to jest ok. 3 razy częściej niż w 2017 r. Temperatura maksymalna przekraczała 20°C przez większość dni okresu kwiecień-wrzesień.

Wysoka temperatura powietrza i duże nasłonecznienie sprzyjają powstawaniu i utrzymywaniu się w atmosferze wysokich stężeń ozonu. Podwyższone i wysokie stężenia ozonu występowały okresowo właśnie w tym okresie, to jest od kwietnia do września 2018 r.

Przebieg maksimów dziennych ze stężeń 8-godz. ozonu na poszczególnych stanowiskach uwzględnionych w analizach przedstawiono na Rys. 4-8 (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 2018 r. oraz liczbę dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od 120 µg/m³.

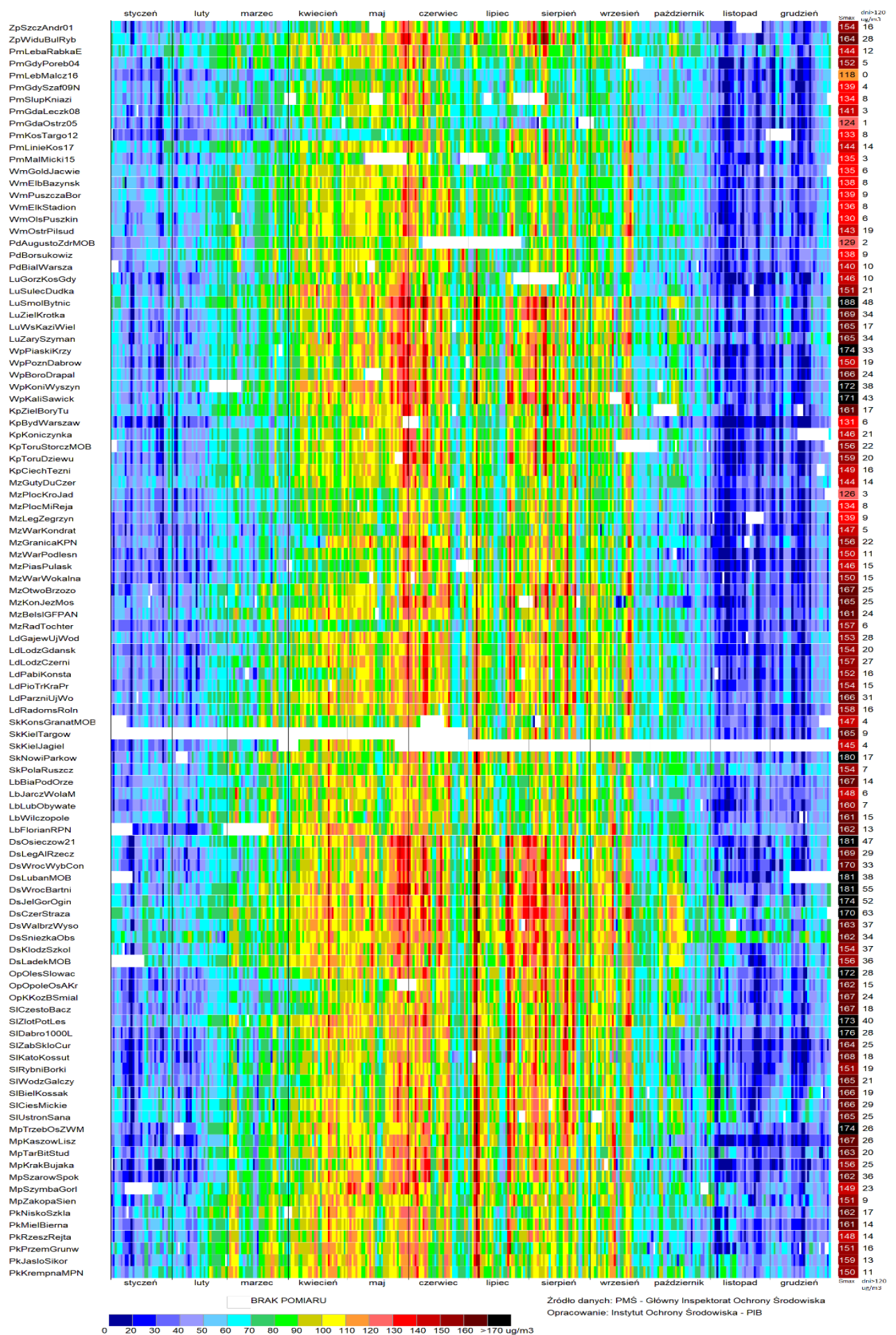
Ozon jest zanieczyszczeniem wtórnym, powstającym w większych stężeniach przy sprzyjających warunkach meteorologicznych, w atmosferze zawierającej tzw. prekursorzy ozonu (tlenki azotu, węglowodory i inne substancje uczestniczące w procesie powstawania ozonu w troposferze). Poziom stężenia ozonu w danym 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 2018 r. wysokie stężenia ozonu na większości stanowisk notowane były okresowo od kwietnia do drugiej dekady września. W sezonie ciepłym 2018 r., podobnie jak w latach poprzednich, występowały kilkudniowe okresy z wysokimi stężeniami ozonu, rozdzielone okresami z niższymi stężeniami (Rys. 4-8, Rys. 4-9, Rys. 4-10). Najczęściej podwyższone stężenia ozonu notowano jednocześnie na znacznej części obszaru Polski, a w wielu przypadkach, jednocześnie na znacznym obszarze Europy.

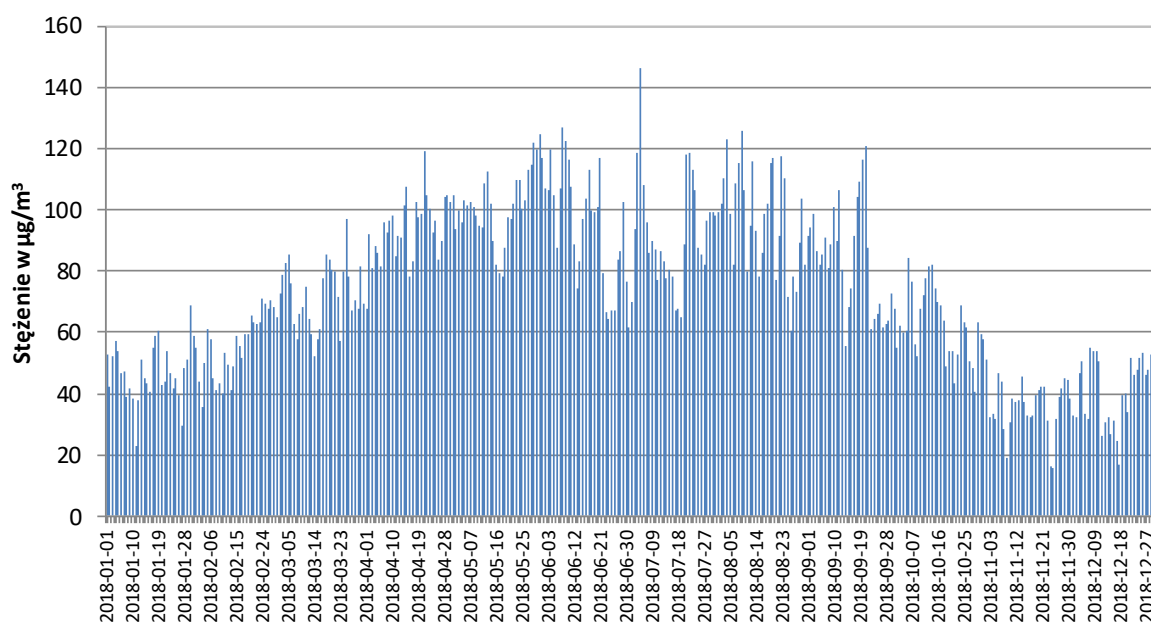
W 2018 r. stężenia wyraźnie wyższe niż w pozostałe dni wystąpiły na znacznej powierzchni kraju w okresach:

- 29-31.05.2018,
- 8-9.06.2018,
- 5.07.2018,
- 4.08.2018,
- 9.08.2018.

Stężenia ozonu w 2018 r. były wyższe niż w 2016 i 2017 r.

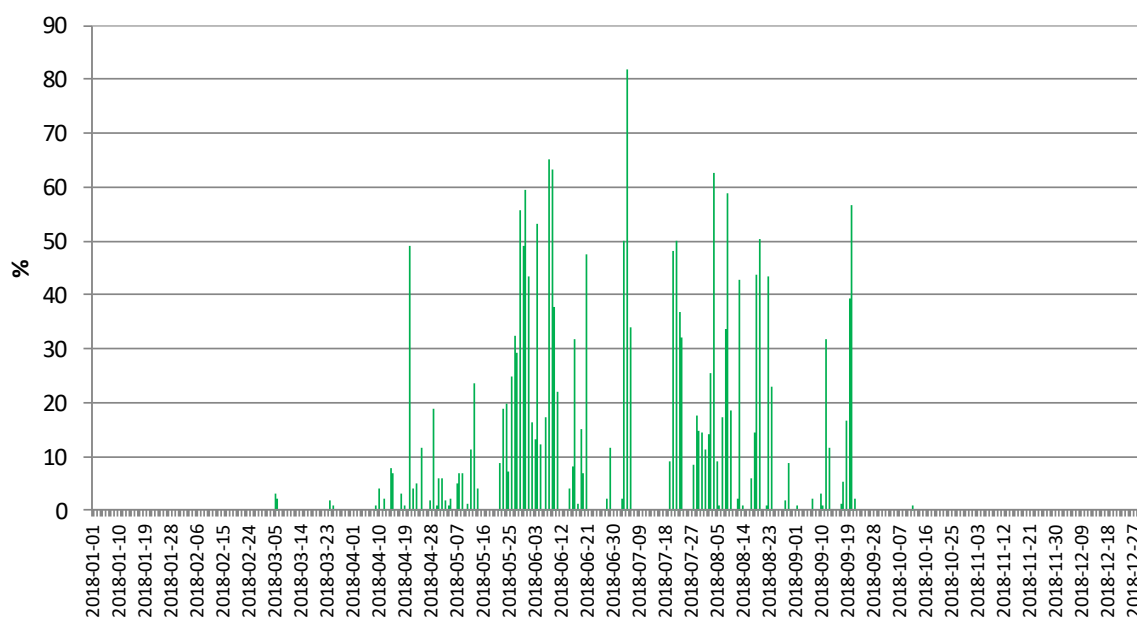


Rys. 4-8. Przebieg maksimów dziennych ze stężeń 8-godz. ozonu w 2018 na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, np. Mz -mazowieckie, Mp - małopolskie itd.)



Źródło danych: PMŚ - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska PIB

Rys. 4-9. Uśrednione dla wszystkich stanowisk w kraju maksima dobowe ze stężeń 8-godz. ozonu w 2018 r.

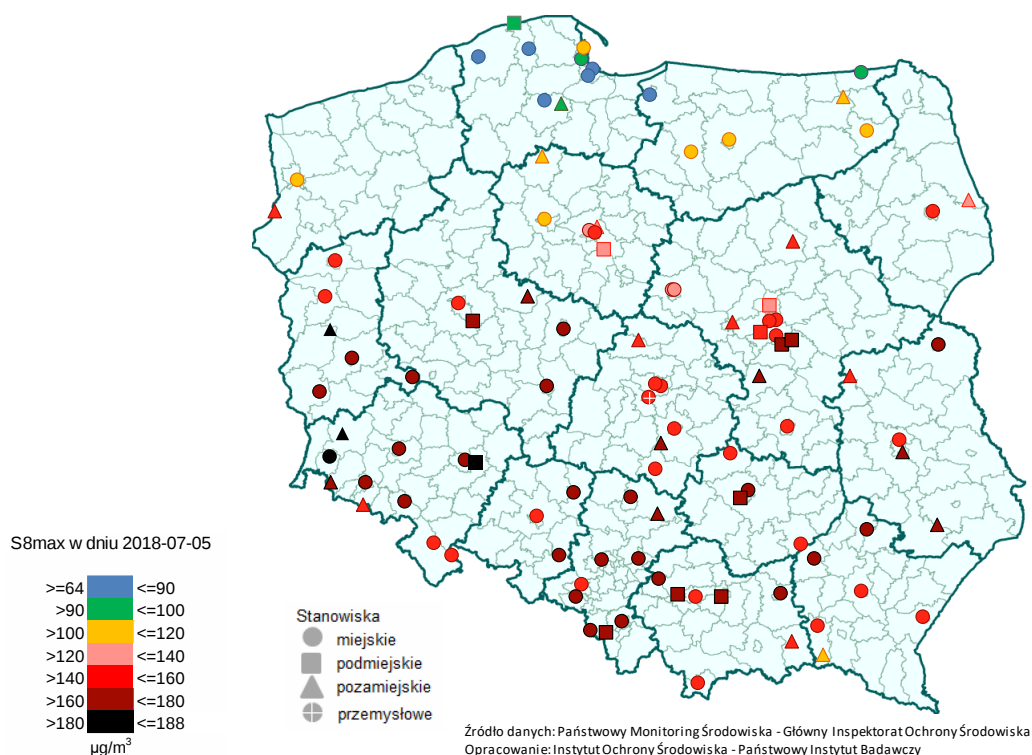


Źródło danych: PMŚ - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

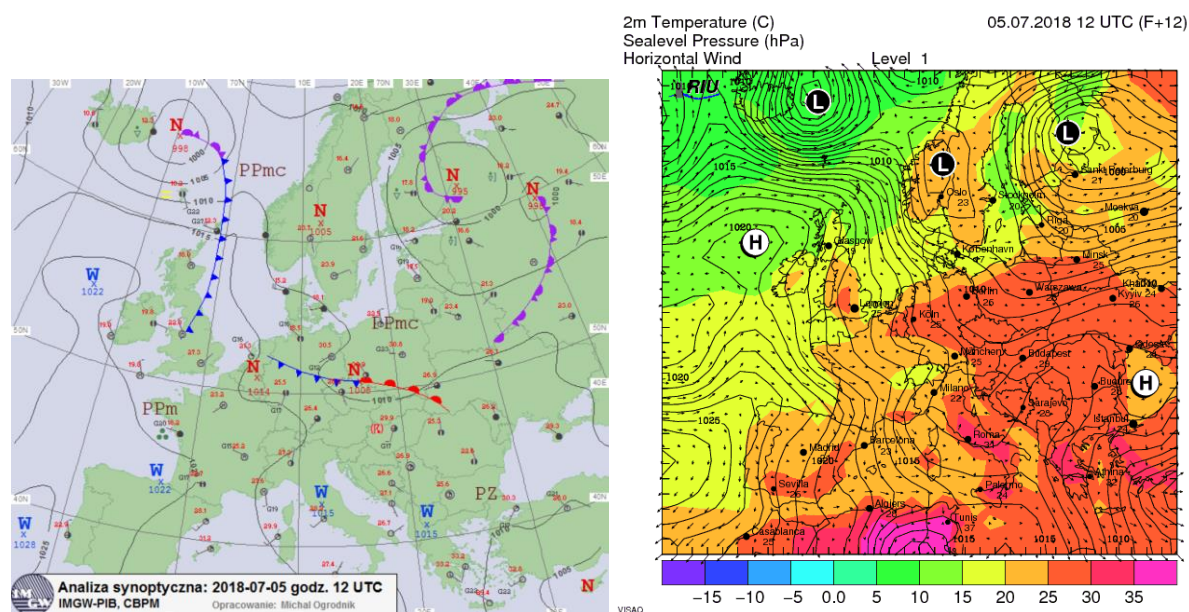
Rys. 4-10. Procent stanowisk, na których w danym dniu 2018 r. wystąpiło stężenie 8 godz. ozonu wyższe od 120 µg/m³

Najwyższe uśrednione w skali kraju stężenie 8-godz. ozonu wystąpiło w dniu 5.07.2018. W tym dniu stężenia 8-godz. przekraczające 120 µg/m³ wystąpiły na 82% stanowisk w Polsce (Rys. 4-11). Przekroczenia wystąpiły w 14 województwach - we wszystkich z wyjątkiem woj. pomorskiego i warmińsko-mazurskiego. Polska znajdowała się wówczas na skraju płytkiego

niżu z centrum nad Sudetami, w masie ciepłego powietrza polarno-morskiego (Rys. 4-12). Było ciepło, jak na maj, temperatura przekraczała 30 stopni C, było pogodnie. Warunki meteorologiczne sprzyjające powstawaniu i utrzymywaniu się w powietrzu podwyższonych stężeń ozonu występowały nie tylko na terenie Polski, ale również na znacznym obszarze Europy: od Włoch i krajów bałkańskich, poprzez Austrię, Czechy po Niemcy, Polskę i południową Szwecję (Rys. 4-13).

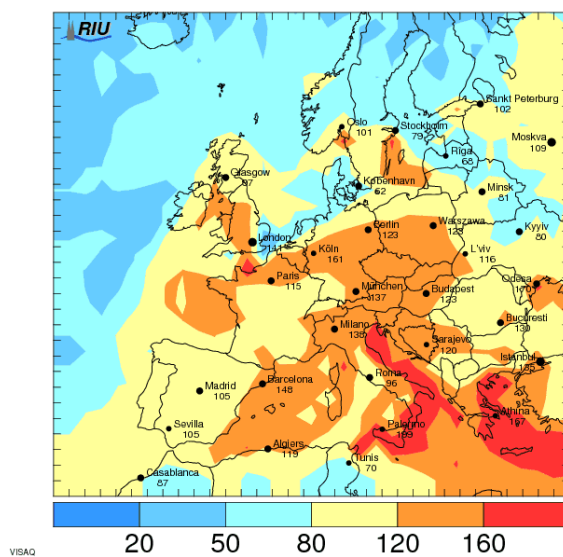


Rys. 4-11. Maksyma dobowe ze stężeń 8-godź. kroczących ozonu w dniu 5.07.2018 r.



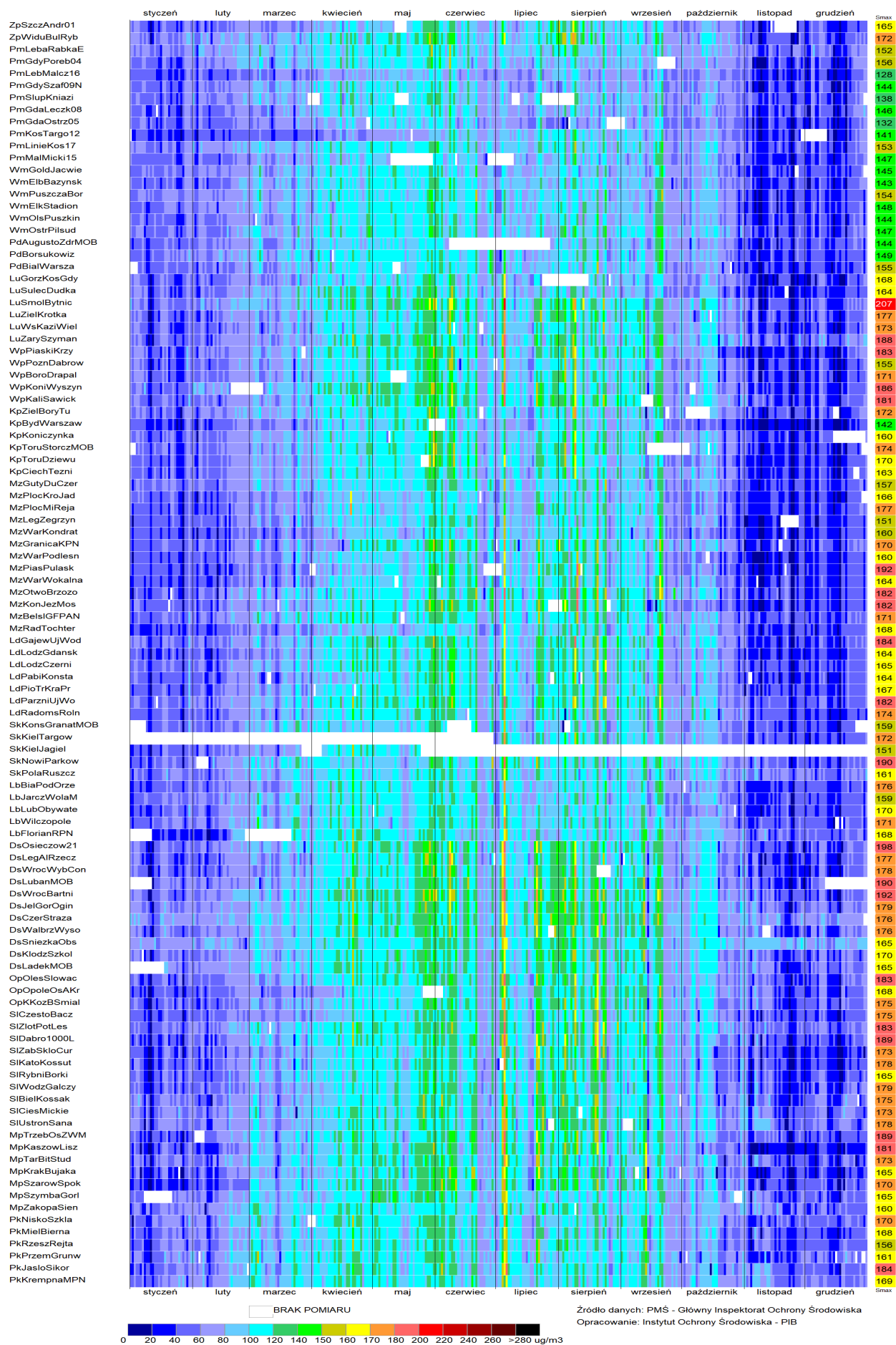
Rys. 4-12. Mapa synoptyczna na dzień 19.05.2018 r. g. 12 UTC (Źródło: IMGW) oraz prognoza sytuacji meteorologicznej w Europie na dzień 19.05.2018 r. Źródło: http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/geomet/eurad/index_e.html

Ozone $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Level 1 05.07.2018 Max 8h Mean



Rys. 4-13. Prognoza dobowych stężeń maksymalnych 8-godz. ozonu w Europie na dzień 5.07.2018 r.
Źródło: http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/geomet/eurad/index_e.html

W 2018 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 20 stanowiskach w 9 województwach. Przekroczenia te wystąpiły w dniach 5 lipca oraz 9-10 sierpnia. Na Rys. 4-14 przedstawiono przebieg maksimów dziennych ze stężeń 1-godz. ozonu w 2018 r. dla każdego dnia i stanowiska uwzględnionego w ocenie oraz maksimum roczne ze stężeń 1-godz. ozonu na każdym stanowisku.



Rys. 4-14. Przebieg maksimów dziennych ze stężeń 1-godz. ozonu w 2018 na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, np. Mz - mazowieckie, Mp - małopolskie itd.)

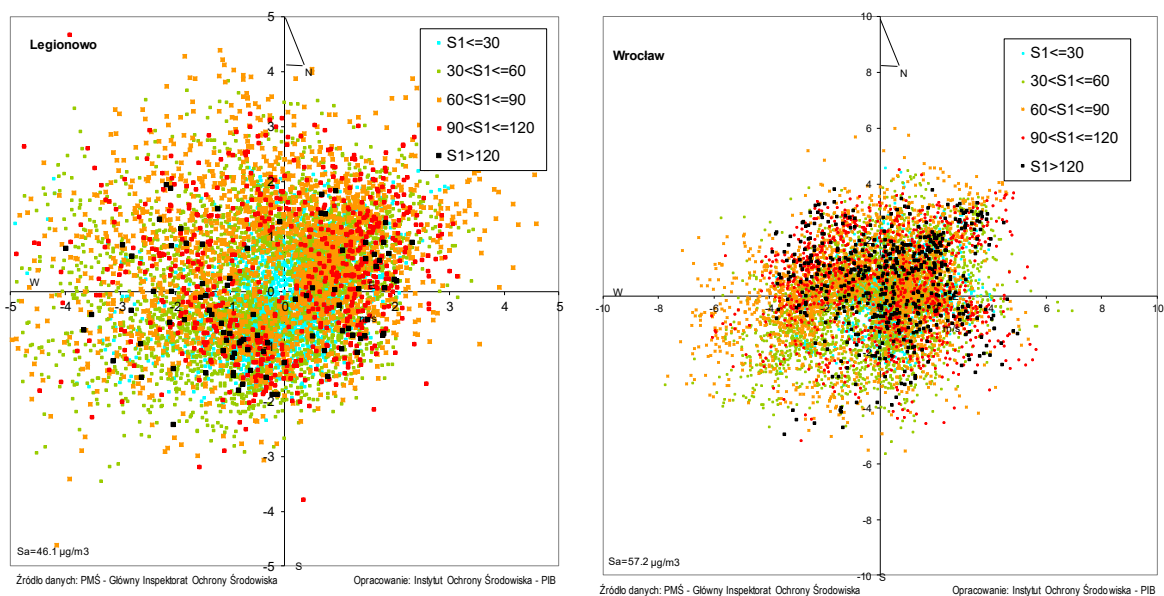
Dla zilustrowania zależności stężeń od warunków meteorologicznych występujących w czasie pomiarów, na Rys. 4-15 przedstawiono wartości stężenia 1-godz. ozonu w 2018 r. w funkcji kierunku i prędkości wiatru na stacjach w Legionowie koło Warszawy i we Wrocławiu. Każdy punkt na wykresie odpowiada jednej 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 we Wrocławiu wynika, że podwyższone i wysokie stężenia ozonu ($90\text{-}120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oraz $>120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) w 2018 r. występowały tu przy wiatrach wiejących praktycznie z każdego kierunku (Rys. 4-15), ale najmniej przypadków wysokich stężeń ozonu ($S1 > 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wystąpiło przy wiatrach z kierunków południowo-zachodnich – od strony centrum miasta. 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 Wrocławia. Częstość występowania wysokich stężeń w zależności od kierunku napływu powietrza może się zmieniać w kolejnych latach.

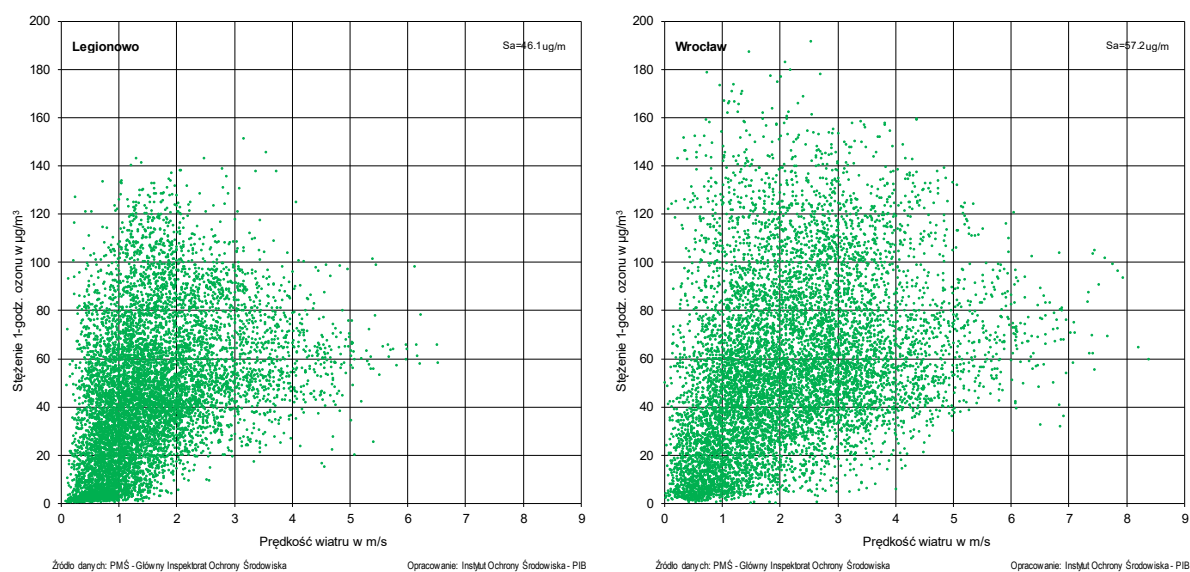
Na stacji we Wrocławiu stężenia 1-godz. przewyższające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ najczęściej występowały przy wiatrach o prędkościach do 3 m/s , w Legionowie od 1 do 2 m/s (Rys. 4-16).

Na Rys. 4-17 przedstawiono wartości maksimum dobowego stężenia 8-godz. ozonu w 2018 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.

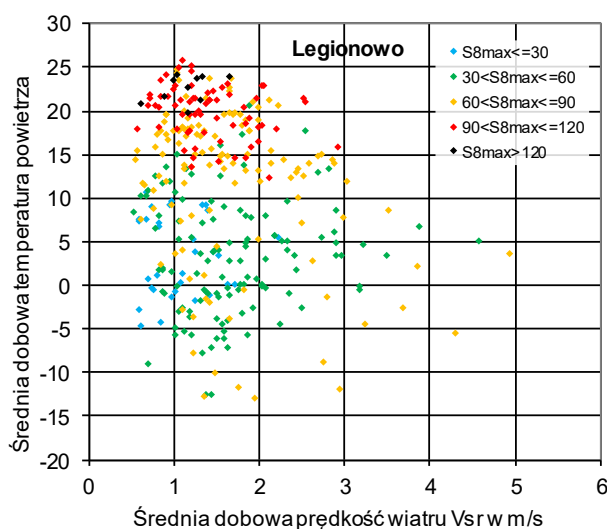
Stężenia 8-godz. przewyższające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ występowały najczęściej w dni, w których średnia dobowa temperatura powietrza przekraczała 20°C , a średnia prędkość wiatru wynosiła od ok. 0.5 m/s do 2 m/s w Legionowie i do 3 m/s we Wrocławiu (Rys. 4-17).



Rys. 4-15. Stężenia 1-godz. ozonu w 2018 r. w zależności od prędkości i kierunku wiatru na stacjach w Legionowie k. Warszawy i we Wrocławiu

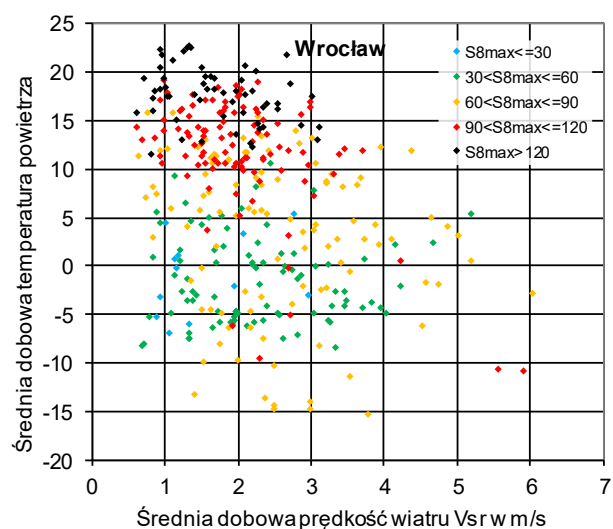


Rys. 4-16. Stężenia 1-godz. ozonu w 2018 r. w zależności od prędkości wiatru na stacjach w Legionowie k. Warszawy i we Wrocławiu



Źródło danych: PMS - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

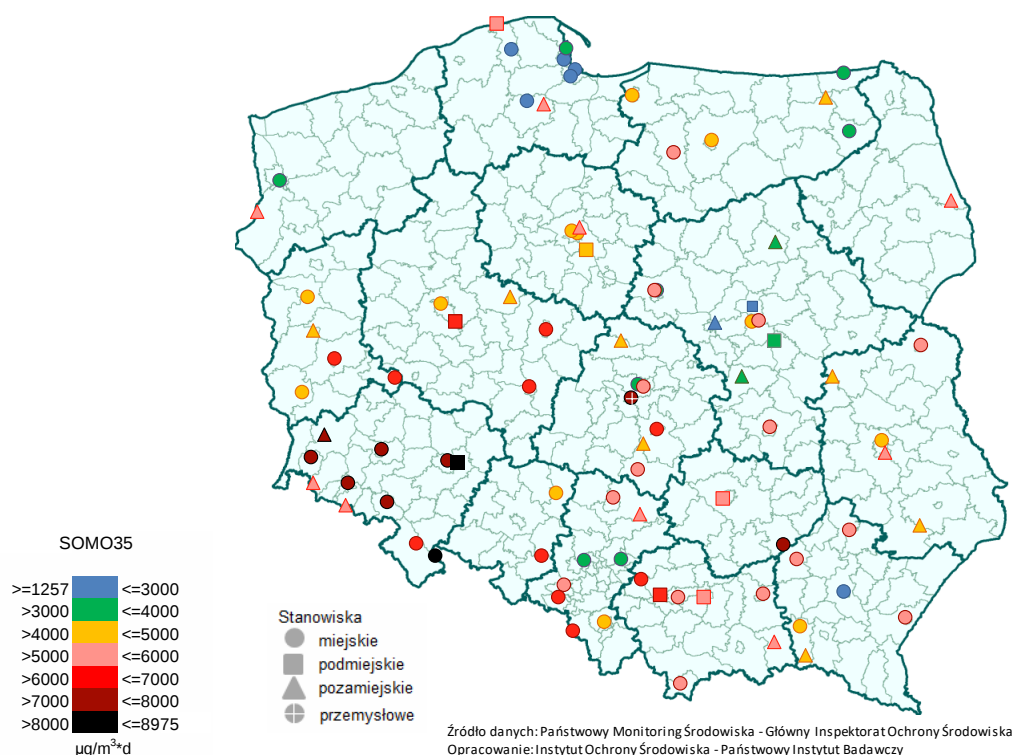
Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB



Źródło danych: PMS - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 4-17. Maksyma dobowe stężeń 8-godz. ozonu w 2018 r. w zależności od średniej dobowej prędkości wiatru i średniej dobowej temperatury powietrza



Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska
Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - Państwowy Instytut Badawczy

Rys. 4-18. Wartości parametru SOMO35 w 2018 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 maksimów

⁶ Sum of Ozone Means Over 35 ppb

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 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. 4-18 przedstawiono wartości wskaźnika SOMO35 obliczonego dla serii z 2018 roku dla poszczególnych stanowisk pomiarowych w kraju. Wartości SOMO35 wynosiły w miastach od $1257 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ na stacji w Lęborku do $7660 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ w Jeleniej Górze. Na stacjach podmiejskich i pozamiejskich wartości wskaźnika wynosiły od $3633 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ na stacji w Legionowie k. Warszawy do $8976 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ w Czerniawie w woj. dolnośląskim. Na stanowiskach pozamiejskich i podmiejskich wartość SOMO35 jest zwykle wyższa niż na stanowiskach zlokalizowanych w miastach. W 2018 r. średnia wartość SOMO35 dla stanowisk pozamiejskich i podmiejskich ($5754 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$) była o ok. 16% wyższa od wartości SOMO35 uśrednionej dla stanowisk miejskich ($4960 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$).

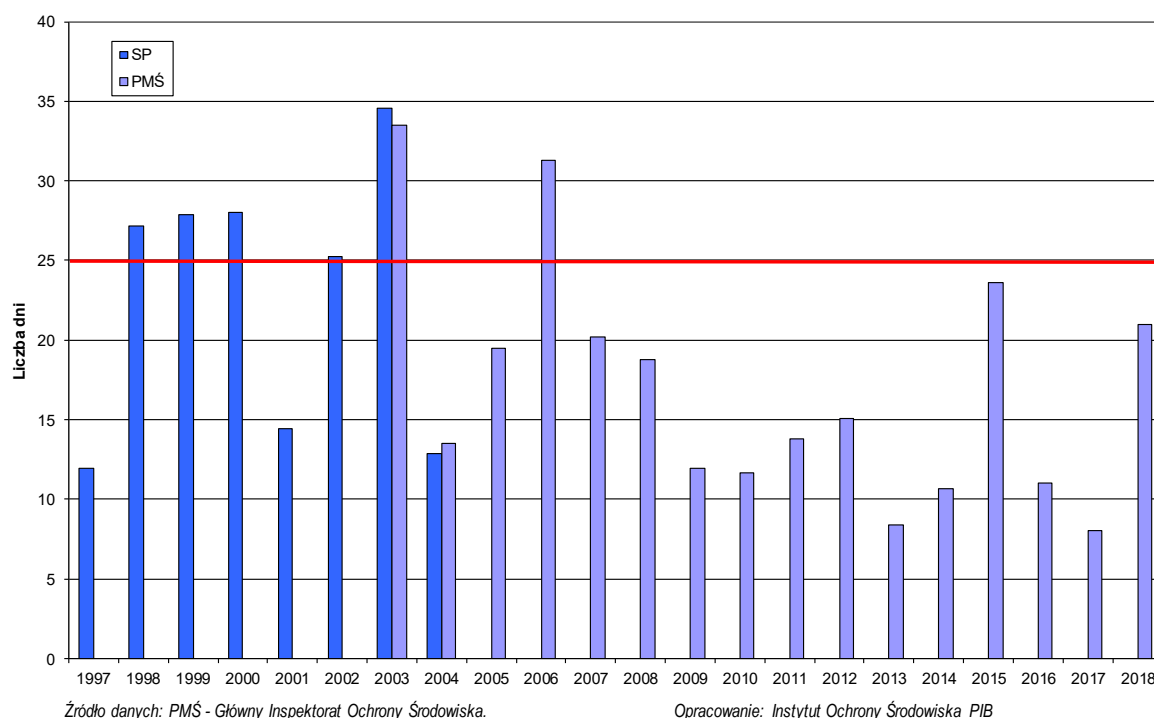
4.3. Trendy zmian stężeń ozonu

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.

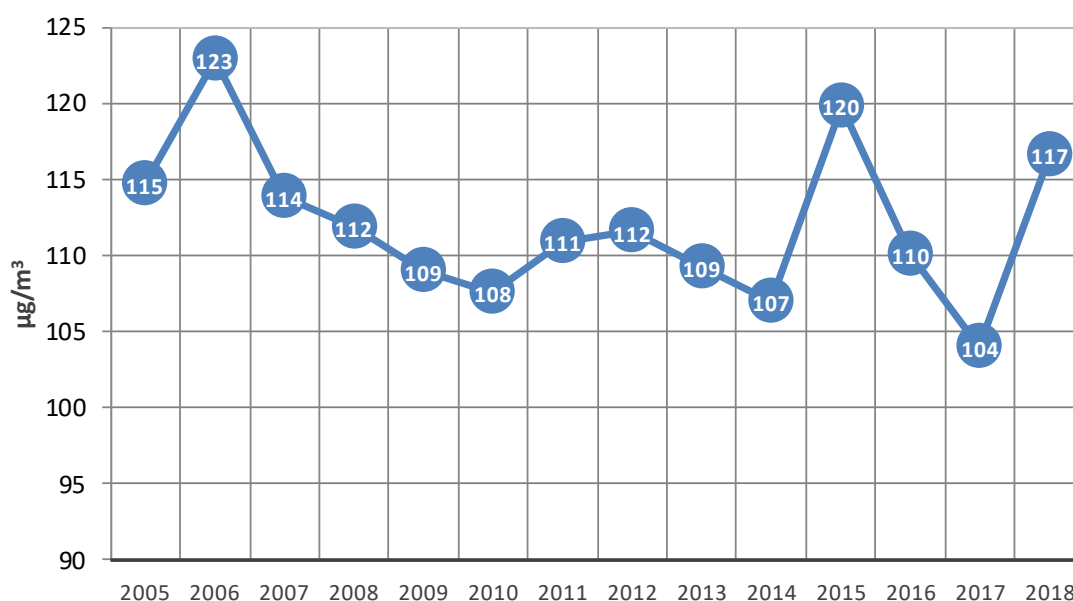
Do zobrazowania zmian stężeń ozonu w skali kraju w kolejnych latach, w odniesieniu do narażenia zdrowia ludzi, jako syntetyczny wskaźnik przyjęto uśrednioną dla wszystkich rozważanych stanowisk liczbę dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu.

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. 4-19). 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 (2006-2010) wystąpił trend spadkowy wskaźnika. W 2007 r. poziom wskaźnika był zbliżony do jego wartości z 2005 roku, a więc był znacznie niższy niż w roku 2006. W 2008 roku uśredniona liczba dni z przekroczeniami $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zmniejszyła się w niewielkim stopniu w stosunku do wartości z roku poprzedniego i była dużo niższa niż w rekordowych latach 2003 i 2006. W roku 2010 wartość wskaźnika była mniejsza niż rok wcześniej. W 2011 wartość wskaźnika była w dalszym ciągu na stosunkowo niskim poziomie (13.8 dni), ale wyższa o blisko 20% niż rok wcześniej. W 2012 r. zanotowano dalszy wzrost wskaźnika, do wartości 15.1 dni. W roku 2013 nastąpiło znaczące obniżenie wartości wskaźnika, do poziomu 8.4 dni. W 2014 r. zanotowano niewielki wzrost wskaźnika, którego wartość w dalszym ciągu utrzymywała się na bardzo niskim poziomie (10.7 dni). W 2015 r. wskutek, między innymi, warunków meteorologicznych panujących w sierpniu, 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 1997-2018. W 2018 nastąpił wzrost wartości wskaźnika do 21 dni.



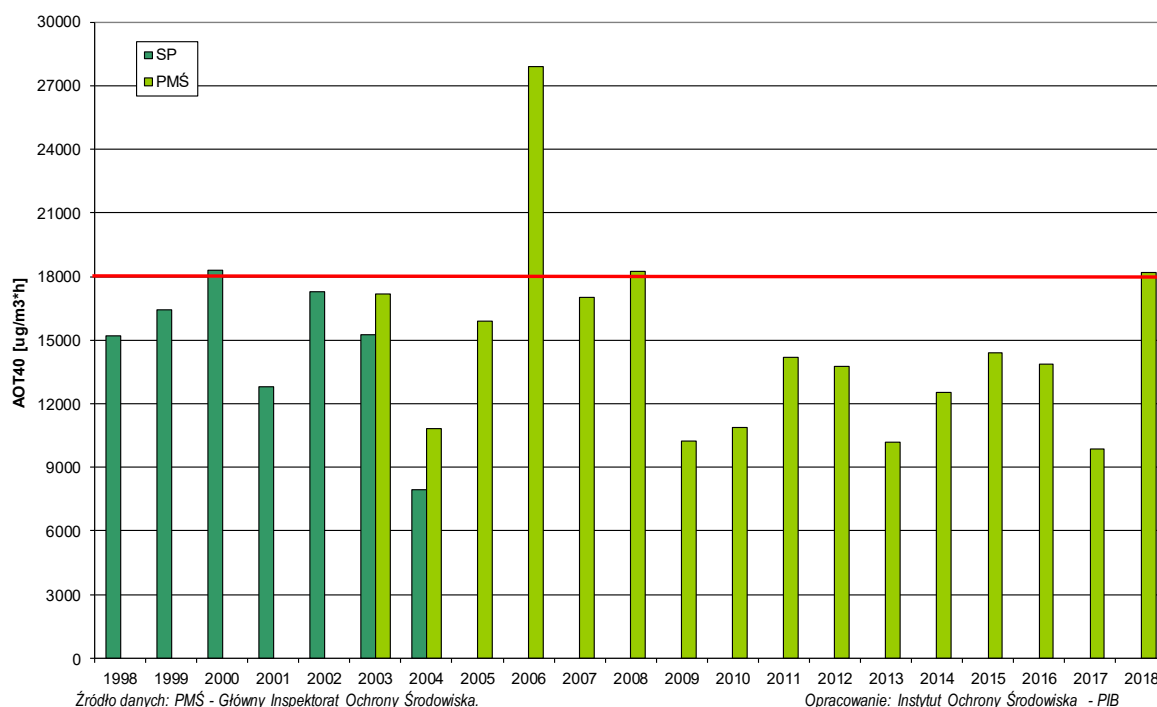
Rys. 4-19. Uśredniona w kolejnych latach liczba dni ze stężeniami 8-godz. ozonu wyższymi od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla wszystkich stanowisk pomiarowych, należących uprzednio do sieci podstawowej (SP, lata 1997-2004) oraz dla lat 2003-2018 dla wszystkich stanowisk włączonych do Państwowego Monitoringu Środowiska (PMS) uwzględnionych w analizach



Rys. 4-20. 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 2005-2018

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 2005-2018. W tych dwóch latach wskaźnik przekraczał o 7-10% wartość wskaźnika uśrednioną dla wielolecia. W pozostałych latach z okresu 2005-2018 uśredniona wartość percentyla nie odbiegała o więcej niż 4% od średniej dla lat 2005-2018 (Rys. 4-20). Po spadku wskaźnika w latach 2016 i 2017 r., w 2018 zanotowano wzrost wskaźnika do wartości 117 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 możliwe było prawidłowe obliczenie tego parametru (seria wyników była kompletna). 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. 4-21). 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 i 2010 wskaźnik utrzymywał się na niskim poziomie, znacznie niższym (o ok. 40%) niż w 2008 r. W 2010 roku wartość wskaźnika była wyższa o 6% od wartości z 2009 roku. W 2011 roku nastąpił dalszy wzrost wskaźnika AOT40, ok. 30% w stosunku do wartości z roku poprzedniego, a w 2012 r. spadek o ok. 3% w stosunku do roku poprzedzającego. W roku 2013 nastąpił spadek wskaźnika o 35% w stosunku do roku poprzedniego. W tym roku wskaźnik przyjmował najniższą wartość dla stacji PMŚ z okresu 2003-2018. W 2014 r. wartość wskaźnika wzrosła o 20% w stosunku do roku poprzedniego. W 2015 r. nastąpił dalszy wzrost wskaźnika o ok. 15%, do wartości 14416 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$, a więc znacznie poniżej rekordowych 27888 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ z 2006 r. i znacznie poniżej wartości docelowej 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$. Należy zauważyć, że w 2015 r. wysokie stężenia ozonu utrzymywały się przez kilkanaście dni w sierpniu, a więc w okresie, którego nie uwzględnia się w obliczaniach normowanego wskaźnika AOT40. Z tego względu wartość wskaźnika dla 2015 r. nie odbiega znacząco od wartości z lat 2011-2012, 2014 i 2018. Wskaźnik dla 2016 r. był o 8% niższy od wskaźnika dla roku 2015. W 2017 r. nastąpił znaczący spadek wartości wskaźnika, do 9865 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$. Jest to wartość najniższa w całym okresie objętym analizą stężeń na stacjach PMŚ. 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.



Rys. 4-21. 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 2003-2018 r. dla wszystkich podmiejskich i pozamiejskich stanowisk włączonych do Państwowego Monitoringu Środowiska (PMS) 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

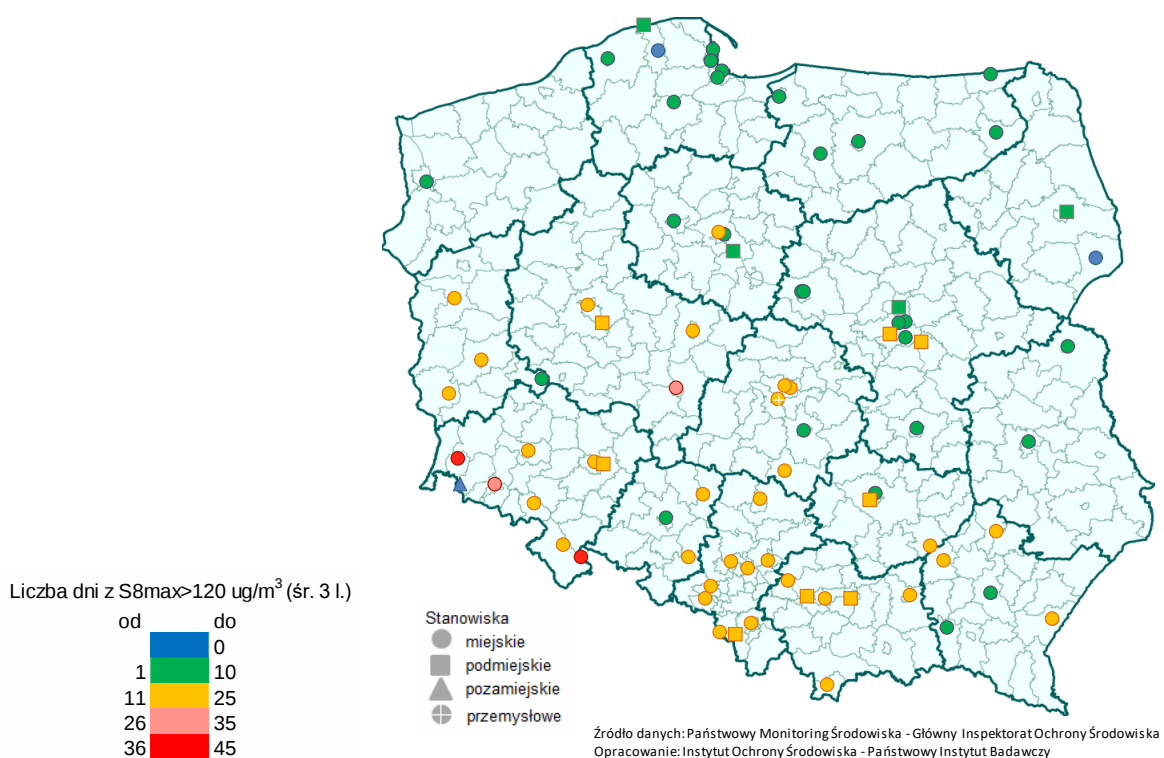
W ocenie uwzględniono wyniki pomiarów z 78 stanowisk miejskich i podmiejskich, na których, przynajmniej w jednym z lat 2016-2018, uzyskano serie pomiarowe spełniające wymagania dotyczące kompletności serii podane w dyrektywie 2008/50/WE i w rozporządzeniu Ministra Środowiska.

W 2018 r. poziom docelowy ozonu, określony ze względu na ochronę zdrowia, był przekroczony na 4 stanowiskach, z których 3 znajdowały się woj. dolnośląskim i jedno w wielkopolskim (Tab. 4.4-1, Tab. 4.4-2, Rys. 4-22).

Większą od 15, ale nie większą od dozwolonych 25, liczbę dni z przekroczeniami stężenia $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. (średnio dla 1-3 lat) odnotowano na 23 stanowiskach w 10 województwach.

W samym 2018 r., na 67 z 68 miejskich i podmiejskich stanowisk z pełnymi seriami pomiarowymi i dodatkowo na wszystkich 15 stanowiskach z seriami niepełnymi, wystąpiły stężenia 8-godz. przekraczające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tab. 4.4-3, Rys. 4-23). Oznacza to, że na 82 stanowiskach (z 83) przekroczony był poziom celu długoterminowego.

W 2018 r. stężenia 8-godz. wyższe od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły więcej niż 25 razy w roku na 19 stanowiskach w 7 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 2018 r. wynosiła 20, to jest 2.5 razy więcej niż w roku poprzednim.



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 na stanowiskach miejskich i podmiejskich (dopuszczalna liczba dni z przekroczeniami: 25)

Tabela 4.4-1. Uśredniona dla lat 2015-2018¹⁾ liczba dni ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi wartość 120 µg/m³ na stanowiskach miejskich i podmiejskich

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

Lp.	Województwo	Liczba stanowisk ²⁾	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	18	38
2	kujawsko-pomorskie	4	4	22
3	lubelskie	2	5	7
4	lubuskie	4	7	24
5	łódzkie	5	10	19
6	małopolskie	6	12	20
7	mazowieckie	9	2	16
8	opolskie	3	4	17
9	podkarpackie	5	6	14
10	podlaskie	2	0	2
11	pomorskie	8	0	6
12	śląskie	9	12	24
13	świętokrzyskie	3	7	18
14	warmińsko-mazurskie	5	2	10
15	wielkopolskie	4	12	29
16	zachodniopomorskie	1	6	6
Polska		78	0	38

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 Łęborku do 192 µg/m³ we Wrocławiu. Wartość progu informowania – 180 µg/m³ dla stężeń 1-godz. – była przekroczona w 2018 r. na 14 stanowiskach miejskich i podmiejskich w 9 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. 1118/2018)

Tabela 4.4-2. Przekroczenia poziomu docelowego ozonu na stanowiskach miejskich i podmiejskich w 2018 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

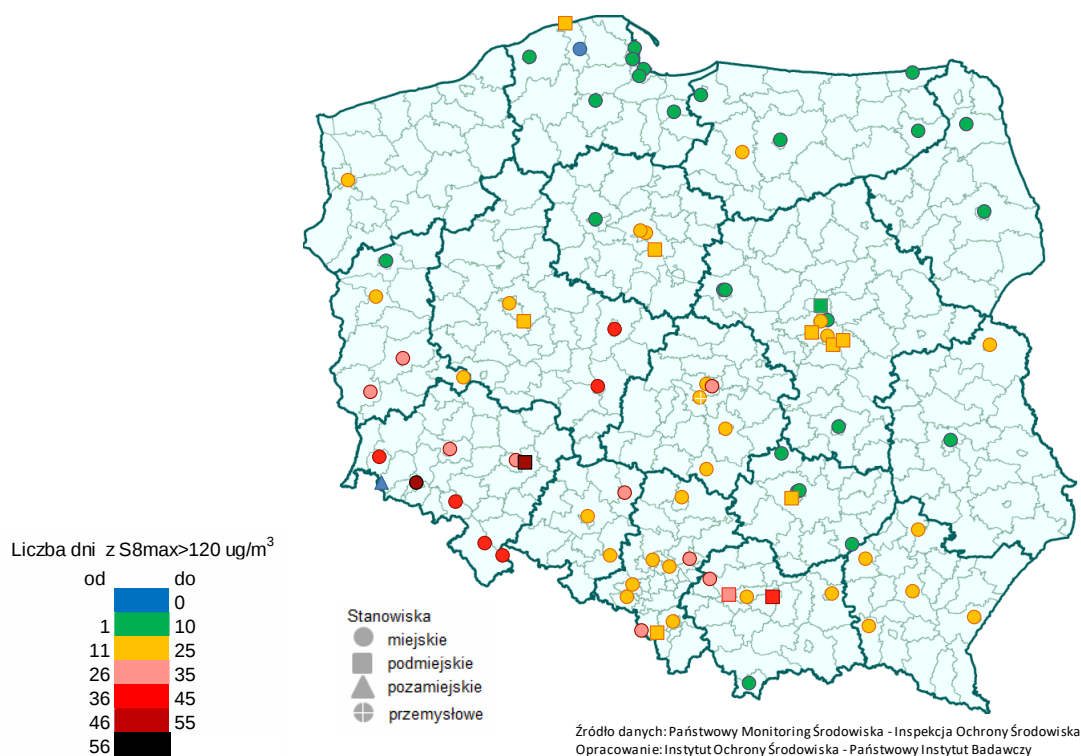
Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

Lp.	Województwo	Miejscowość	Liczba dni z przekroczeniami stężenia $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. w 2018 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 2018 r.
			[-]			$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$
1	dolnośląskie	Jelenia Góra	52	31.0	2016, 2017, 2018	174
2	dolnośląskie	Łądek Zdrój	36	36	2018	156
3	dolnośląskie	Lubań	38	38	2018	181
4	wielkopolskie	Kalisz	43	28.7	2017, 2018	171

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. 4-23. Liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu w 2018 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 2018 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

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 2018
			Wartość minimalna ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾	
1	dolnośląskie	8	29	55	8
2	kujawsko-pomorskie	3	16	22	
3	lubelskie	2	7	14	
4	lubuskie	4	17	34	2
5	łódzkie	5	14	26	1
6	małopolskie	6	9	36	3
7	mazowieckie	7	3	25	
8	opolskie	2	24	28	1
9	podkarpackie	5	13	17	
10	pomorskie	7	0	12	
11	śląskie	7	18	29	2
12	świętokrzyskie	2	7	17	
13	warmińsko-mazurskie	5	6	19	
14	wielkopolskie	4	19	43	2
15	zachodniopomorskie	1	15	15	
Polska		68	0	55	19

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 13 września 2012 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. z 18 września 2012 r. poz. 1032)

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 22 stanowisk pozamiejskich, na których, przynajmniej w jednym z lat 2016-2018, uzyskano serie pomiarowe spełniające wymagania dotyczące kompletności serii podane w dyrektywie 2008/50/WE i w rozporządzeniu Ministra Środowiska.

W 2018 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. śląskim, dolnośląskim i łódzkim. Na tych stacjach średnia liczba dni ze stężeniami 8-godz. przewyższającymi 120 µg/m³ dla lat 2016-2018 przekraczała dopuszczalne 25 – Tab. 4.4-4, Rys. 4-24. Na pozostałych terenach kraju poziom docelowy ozonu nie był przekroczony.

Na Rys. 4-25 przedstawiono liczbę dni z przekroczeniami uzyskaną na podstawie połączenia wyników modelowania matematycznego z wynikami pomiarów stężeń ozonu. Szacowane w ten sposób wartości tego parametru przyjmują najwyższe wartości w południowej

części woj. dolnośląskiego, w woj. śląskim i części woj. wielkopolskiego. Najniższe wartości normowanego parametru uzyskano na północy kraju (z wyłączeniem strefy brzegowej Bałtyku).

Tabela 4.4-4. Przekroczenia poziomu docelowego ozonu na stanowiskach pozamiejskich w 2018 r.

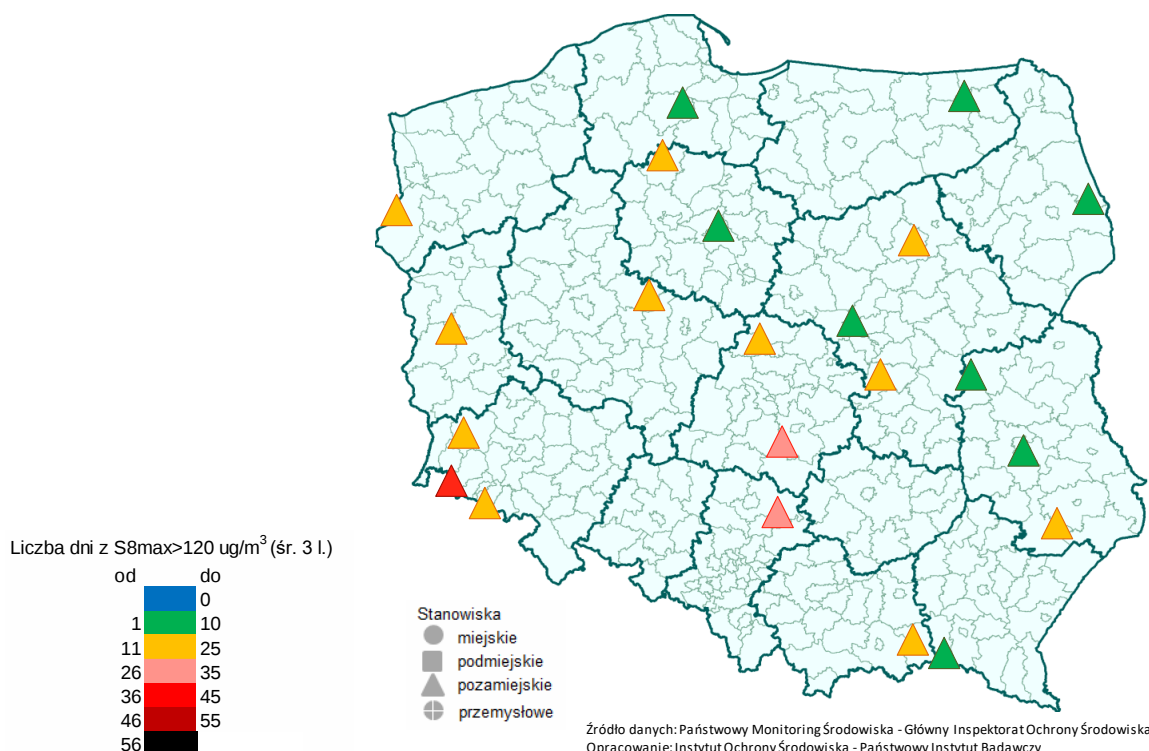
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

Lp.	Województwo	Stacja (kod stacji)	Liczba dni ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w 2018 r.	Średnia liczba dni ^{1) 2)} ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższają- cymi 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Okres uśredniania ²⁾	Stężenie maksymalne 8-godz. w 2018 r.
			[-]			[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
1	dolnośląskie	DsCzerStraza	63	38	2016 - 2018	170
2	łódzkie	LdParzniUjWo	31	26	2016, 2018	166
3	śląskie	SlZlotPotLes	40	31	2016 - 2018	173

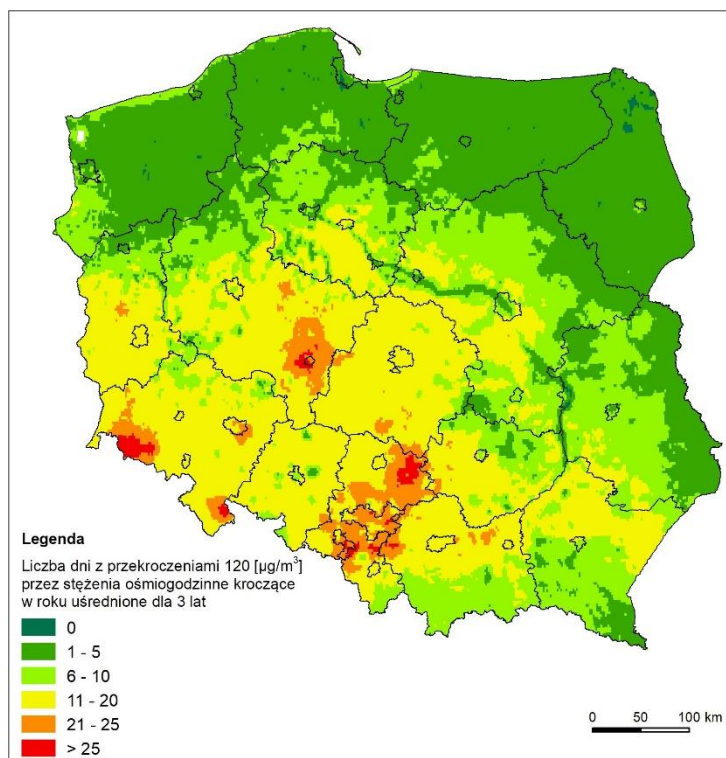
Objaśnienia do tabeli 4.4-4:

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

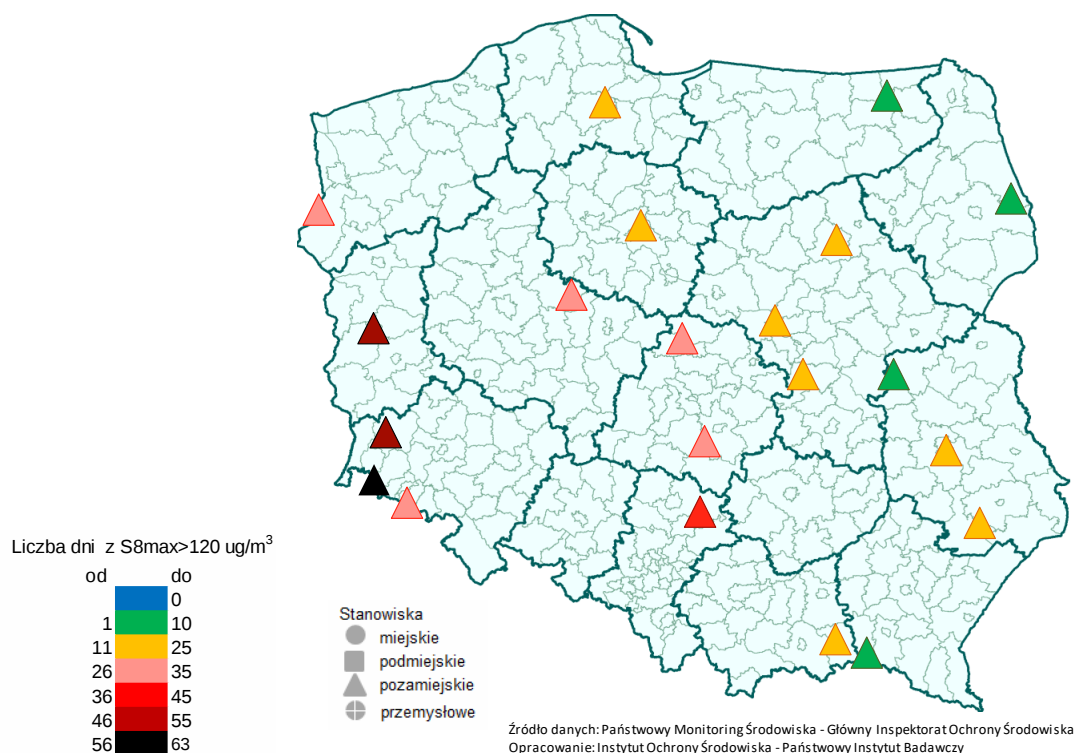


Rys. 4-24. Liczba dni z przekroczeniami wartości 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu, uśredniona dla 1-3 lat, na stanowiskach pozamiejskich (dopuszczalna liczba dni z przekroczeniami: 25)



Rys. 4-25. Uśredniona liczba dni z przekroczeniami wartości 120 µg/m³ przez stężenia 8-godz. ozonu w latach 2016-2018, oszacowana na podstawie wyników modelowania i pomiarów. Źródło: IOŚ-PIB 2019

W 2018 r. najwięcej dni ze stężeniem 8-godz. przekraczającym 120 µg/m³ zanotowano na stacji w Czerniawie w woj. dolnośląskim (63 dni). Na wszystkich stacjach pozamiejskich zanotowano stężenia 8-godz. wyższe od 120 µg/m³, co oznacza, że stężenia ozonu były w 2018 r. wyższe od poziomu celu długoterminowego (Rys. 4-26). Na 9 stanowiskach liczba dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od 120 µg/m³ przekroczyła dozwolone 25 dni w roku.



Rys. 4-26. Liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu w 2018 r. na stanowiskach pozamiejskich

W 2018 roku na 6 stacjach pozamiejskich wystąpiły stężenia 1-godz. ozonu przekraczające wartość progu informowania – $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe stężenie 1-godz. wynosiło $207 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i zarejestrowano je na stacji w Smolarach Bytnickich w woj. lubuskim. Na żadnym ze stanowisk pozamiejskich nie stwierdzono przekroczeń poziomu alarmowego $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 1-godz.

Najniższe stężenie maksymalne 1-godz. (spośród stanowisk z pełnymi seriami pomiarowymi) zanotowano na stacji w Borsukowizna koło Białego Stoku ($149 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabela 4.4-5. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń ozonu prowadzonych w 2018 r. na stanowiskach poza miastami

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

Lp.	Województwo	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba dni w 2018 r. 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 2018
			wartość minimalna ²⁾	wartość maksymalna ²⁾	
1	dolnośląskie	3	34	63	3
2	kujawsko-pomorskie	1	19	19	
3	lubelskie	3	6	15	
4	lubuskie	1	48	48	1
5	łódzkie	2	28	31	2
6	małopolskie	1	23	23	
7	mazowieckie	3	14	24	
8	podkarpackie	1	10	10	
9	podlaskie	1	9	9	

Lp.	Województwo	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba dni w 2018 r. ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi 120 µg/m ³		Liczba stanowisk, na których stężenie większe od 120 µg/m ³ wystąpiło w ciągu więcej niż 25 dni w roku 2018
			wartość minimalna ²⁾	wartość maksymalna ²⁾	
10	pomorskie	1	13	13	
11	śląskie	1	40	40	1
12	warmińsko-mazurskie	1	9	9	
13	wielkopolskie	1	32	32	1
14	zachodniopomorskie	1	28	28	1
Polska		21	6	63	9

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 2018 roku na wszystkich stanowiskach pozamiejskich w kraju przy zachowaniu wymaganej kompletności wyników.

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 µg/m³ a wartością 80 µg/m³, dla każdej godziny w ciągu doby pomiędzy godziną 8:00 a 20:00 czasu środkowoeuropejskiego (CET), dla której stężenie jest większe niż 80 µg/m³. 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 O₃ (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⁾ µg/m ³ ·h
poziom celu długoterminowego	okres wegetacyjny (1 V – 31 VII)	6000 ¹⁾ µg/m ³ ·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 32 stanowisk pozamiejskich i podmiejskich, z których serie pomiarowe spełniają wymagania dotyczące kompletności wyników podane w dyrektywie 2008/50/WE i WE i rozporządzeniu MŚ z dnia 13 września 2012 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. z 18 września 2012 r. poz. 1032). W zestawieniach dotyczących wyłącznie 2018 roku uwzględniono wyniki z 33 stanowisk.

W 2018 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 dwóch stacjach (Tab. 4.5-2, Rys. 4-27) – w Złotym Potoku (21190 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) w województwie śląskim i w Czerniawie (18300 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) w woj. dolnośląskim. Najniższą wartość AOT40 uzyskano na stanowisku w Jarczewie w woj. lubelskim (8633 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$). Na 30 stanowiskach (z 32) uśredniona wartość parametru AOT40 była niższa od 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$. Wartości parametru AOT 40 były najniższe na północy Polski.

Tabela 4.5-2. Normowany uśredniony parametr AOT40 obliczony dla okresu maj-lipiec z lat 2014-2018 na stanowiskach pozamiejskich i podmiejskich¹⁾

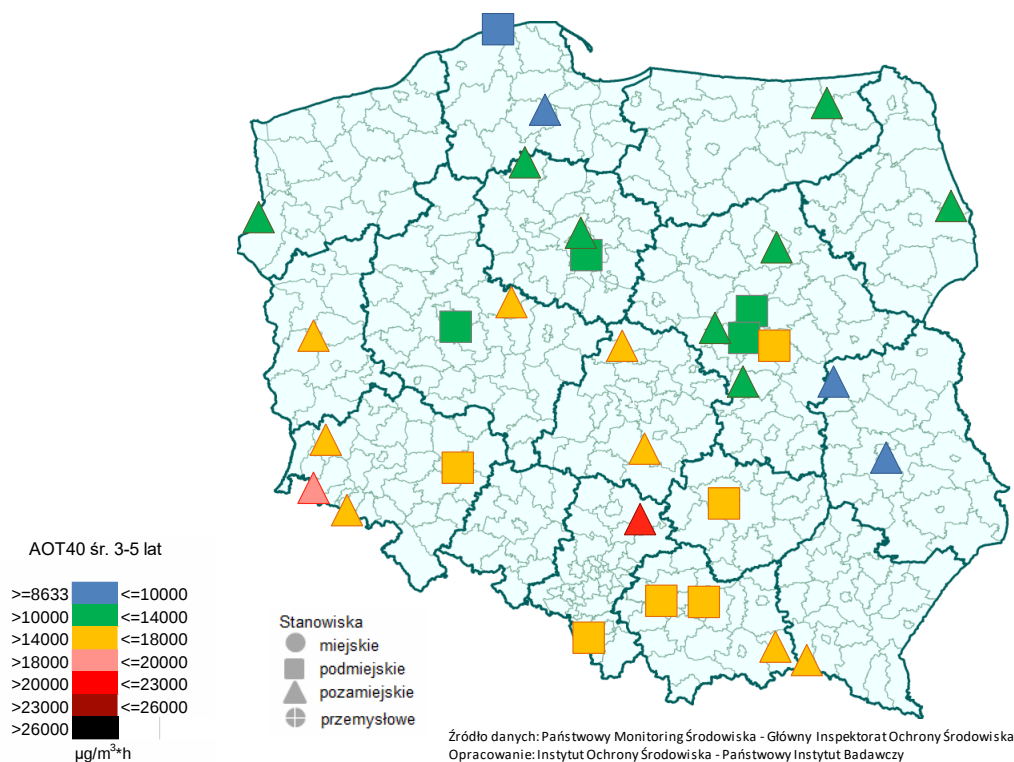
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

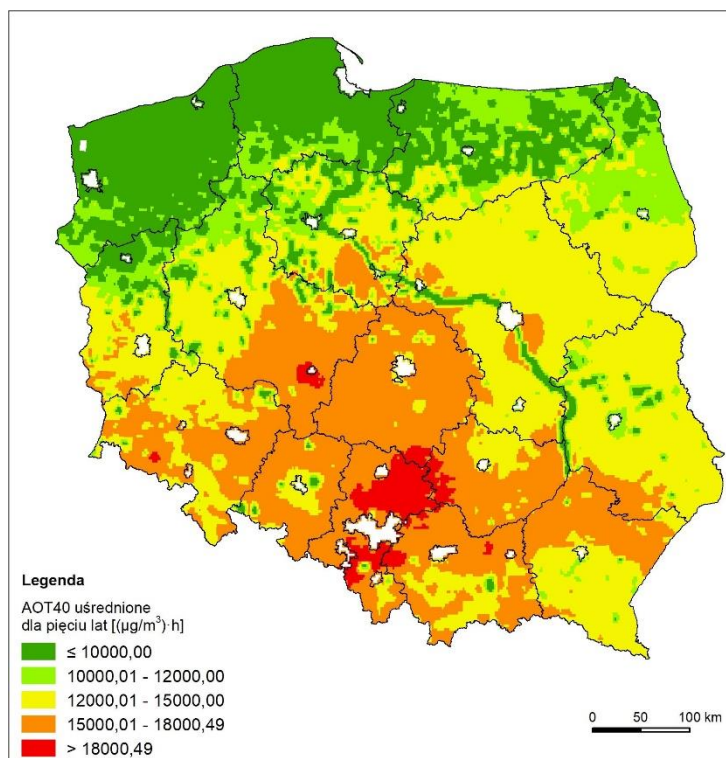
Lp.	Województwo	Stanowisko		Normowany parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$]
		Miejscowość	Kod	
1	dolnośląskie	Czerniawa	DsCzerStraza	18300
2	dolnośląskie	Osieczów	DsOsieczow21	16193
3	dolnośląskie	Karpacz	DsSniezkaObs	15870
4	dolnośląskie	Wrocław	DsWrocBartni	16330
5	kujawsko-pomorskie	Ciechocinek	KpCiechTezni	12361
6	kujawsko-pomorskie	Koniczynka	KpKoniczynka	13556
7	kujawsko-pomorskie	Zielonka	KpZielBoryTu	13999
8	lubelskie	Jarczew	LbJarczWolaM	8633
9	lubelskie	Wilczopole	LbWilczopole	9895
10	łódzkie	Gajew	LdGajewUjWod	14409
11	łódzkie	Parzniewice	LdParzniUjWo	16540
12	lubuskie	Smolary Bytnickie	LuSmolBytnic	16763
13	małopolskie	Kaszów	MpKaszowLisz	16800
14	małopolskie	Szarów	MpSzarowSpok	17882
15	małopolskie	Szymbark	MpSzymbaGorl	17358
16	mazowieckie	Belsk Duży	MzBelsIGFPAN	13214
17	mazowieckie	Granica	MzGranicaKPN	12616
18	mazowieckie	Guty Duże	MzGutyDuCzer	12658
19	mazowieckie	Legionowo	MzLegZegrzyn	13041
20	mazowieckie	Białystok	MzOtwoBrzozo	15197
21	mazowieckie	Piastów	MzPiasPulask	13772
22	podlaskie	Borsukowizna	PdBorsukowiz	11167

Lp.	Województwo	Stanowisko		Normowany parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$]
		Miejscowość	Kod	
23	podkarpackie	Krempna	PkKrempnaMPN	16130
24	pomorskie	Łeba	PmLebaRabkaE	9153
25	pomorskie	Liniewko Kościerskie	PmLinieKos17	9469
26	świętokrzyskie	Nowiny	SkNowiParkow	16319
27	śląskie	Ustroń	SlUstronSana	16508
28	śląskie	Złoty Potok	SlZlotPotLes	21190
29	warmińsko-mazurskie	Diabla Góra	WmPuszczaBor	10298
30	wielkopolskie	Borówiec	WpBoroDrapal	11715
31	wielkopolskie	Krzyżówka	WpPiaskiKrzy	16519
32	zachodniopomorskie	Widuchowa	ZpWiduBulRyb	11060

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



Rys. 4-27. 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. 4-28. Parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$] obliczony dla okresu maj-lipiec, uśredniony dla 5 lat 2014-2018, oszacowany na podstawie wyników modelowania i pomiarów. Źródło: IOŚ-PIB 2019

Na Rys. 4-28 przedstawiono wartości parametru AOT40 uśrednione dla lat 2014-2018 uzyskane na podstawie połączenia wyników modelowania matematycznego z wynikami pomiarów stężeń ozonu. Szacowane w ten sposób wartości parametru AOT40 przyjmują najwyższe wartości w woj. śląskim. Najniższe wartości normowanego parametru uzyskano na północy kraju.

Wartości AOT40 obliczone dla okresu maj-lipiec 2018 roku przedstawiono na Rys. 4-29. Parametr ten, w zależności od stanowiska, przyjmował wartości od 11718 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ w Legionowie k. Warszawy do 28420 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ na stacji podmiejskiej we Wrocławiu. Na 15 z 33 stanowisk wartość parametru AOT40 przewyższała 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$. Na wszystkich 33 stanowiskach 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 2018 r., przyjmuje najwyższe wartości w południowo-zachodniej „ćwiartce” Polski i dodatkowo na obszarze woj. małopolskiego, na południe od Warszawy i na północy kraju – w strefie brzegowej Bałtyku (Rys. 4-30). Najniższe wartości parametru uzyskano na północy (z wyłączeniem strefy brzegowej Bałtyku) i na wschodzie kraju.

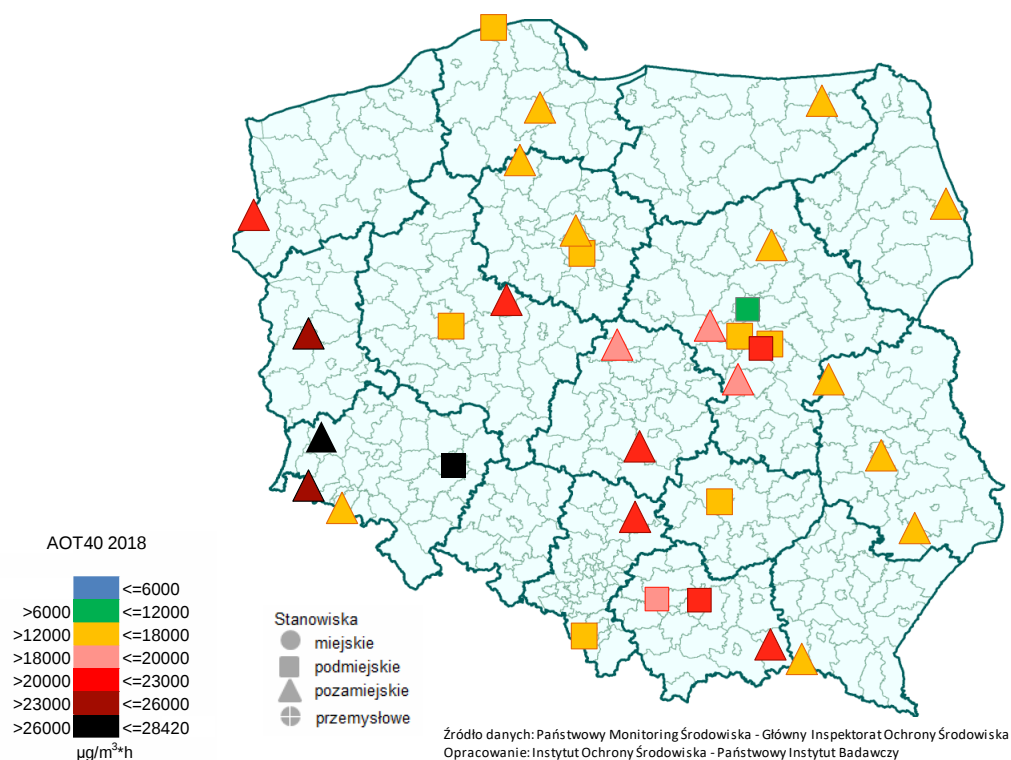
Tabela 4.5-3. Parametr AOT40 obliczony dla okresu maj-lipiec 2018 r. dla stanowisk pozamiejskich i podmiejskich¹⁾

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

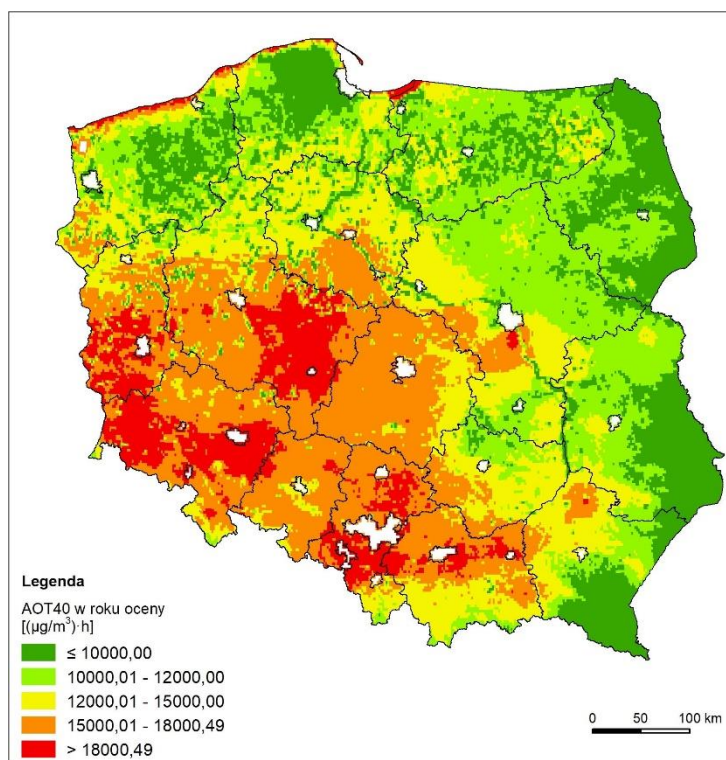
Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

Lp.	Województwo	Stanowisko		Normowany parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$]
		Miejscowość	Kod	
1	dolnośląskie	Czarniawa	DsCzerStraza	25459
2	dolnośląskie	Osieczów	DsOsieczow21	26388
3	dolnośląskie	Karpacz	DsSniezkaObs	17899
4	dolnośląskie	Wrocław	DsWrocBartni	28420
5	kujawsko-pomorskie	Ciechocinek	KpCiechTezni	15230
6	kujawsko-pomorskie	Koniczynka	KpKoniczynka	15442
7	kujawsko-pomorskie	Włocławek	KpZielBoryTu	17684
8	lubelskie	Biały Słup	LbFlorianRPN	14334
9	lubelskie	Jarczew	LbJarczWolaM	12360
10	lubelskie	Wilczopole	LbWilczopole	14327
11	łódzkie	Gajew	LdGajewUjWod	18740
12	łódzkie	Parzniewice	LdParzniUjWo	21375
13	lubuskie	Smolary Bytnickie	LuSmolBytnic	25065
14	małopolskie	Kaszów	MpKaszowLisz	19791
15	małopolskie	Szarów	MpSzarowSpok	22230
16	małopolskie	Szymbark	MpSzymbaGorl	20583
17	mazowieckie	Belsk Duży	MzBelsIGFPAN	18205
18	mazowieckie	Granica	MzGranicaKPN	19953
19	mazowieckie	Guty Duże	MzGutyDuCzer	13986
20	mazowieckie	Legionowo	MzKonJezMos	22117
21	mazowieckie	Otwock	MzLegZegrzyn	11718
22	mazowieckie	Piastów	MzOtwoBrzozo	17388
23	podlaskie	Borsukowizna	PdBorsukowiz	12081
24	podkarpackie	Krempna	PkKrempnaMPN	14402
25	pomorskie	Łeba	PmLebaRabkaE	13071
26	pomorskie	Liniewko Kościerskie	PmLinieKos17	15179
27	świętokrzyskie	Nowiny	SkNowiParkow	15269
28	śląskie	Ustroń	SlUstronSana	16976
29	śląskie	Złoty Potok	SlZlotPotLes	22611
30	warmińsko-mazurskie	Diabla Góra	WmPuszczaBor	13369
31	wielkopolskie	Borówiec	WpBoroDrapal	16959
32	wielkopolskie	Krzyżówka	WpPiaskiKrzy	20747
33	zachodniopomorskie	Widuchowa	ZpWiduBulRyb	20121

¹⁾ dla stanowisk, dla których możliwe było prawidłowe obliczenie parametru AOT40 dla 2018 r.



Rys. 4-29. Parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$] obliczony dla okresu maj-lipiec 2018 r. dla stanowisk pozamiejskich i podmiejskich



Rys. 4-30. Parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$] obliczony dla okresu maj-lipiec 2018 r., oszacowany na podstawie wyników modelowania i pomiarów. Źródło: IOŚ-PIB 2019

5. Ocena zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10 w skali kraju

5.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń PM10

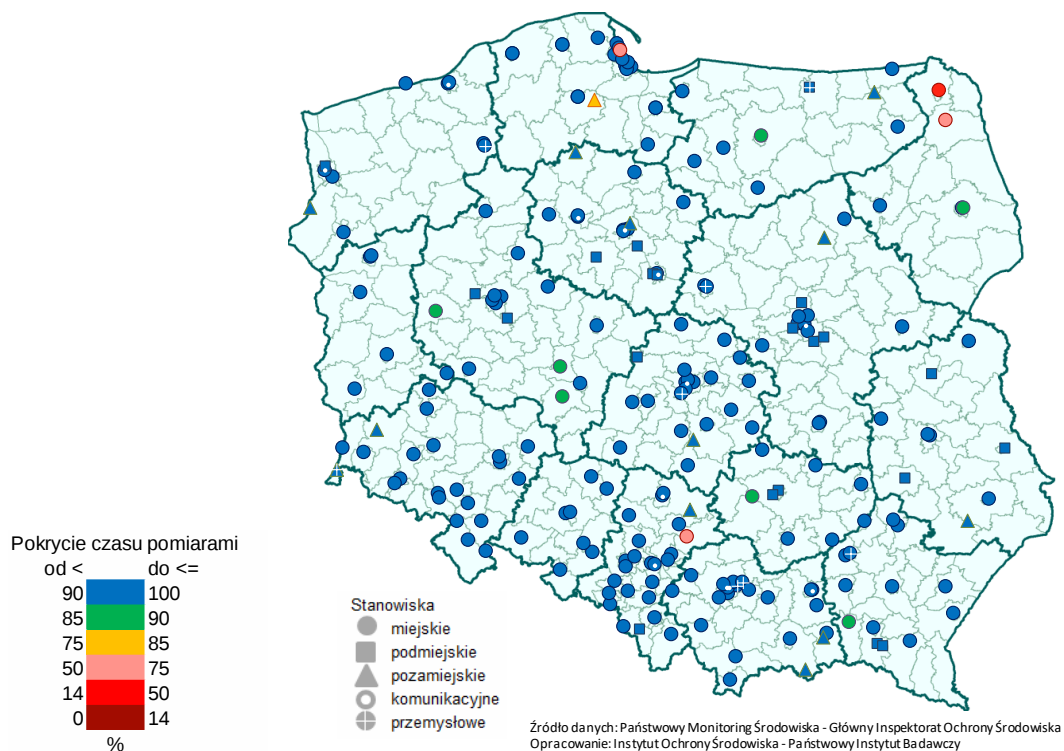
Informacje zawarte w niniejszym rozdziale przygotowano na podstawie serii wyników pomiarów stężeń pyłu PM10 wykorzystanych przez Regionalne Wydziały Monitoringu Środowiska (RWMS) do opracowania ocen jakości powietrza na terenie poszczególnych województw, które pozytywnie przeszły dodatkowy przegląd przeprowadzony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

Spośród zgromadzonych w bazie JPOAT2,0 danych z 301 stanowisk pomiarowych PM10, na potrzeby oceny jakości powietrza za rok 2018 wykorzystano dane z 227 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. 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.

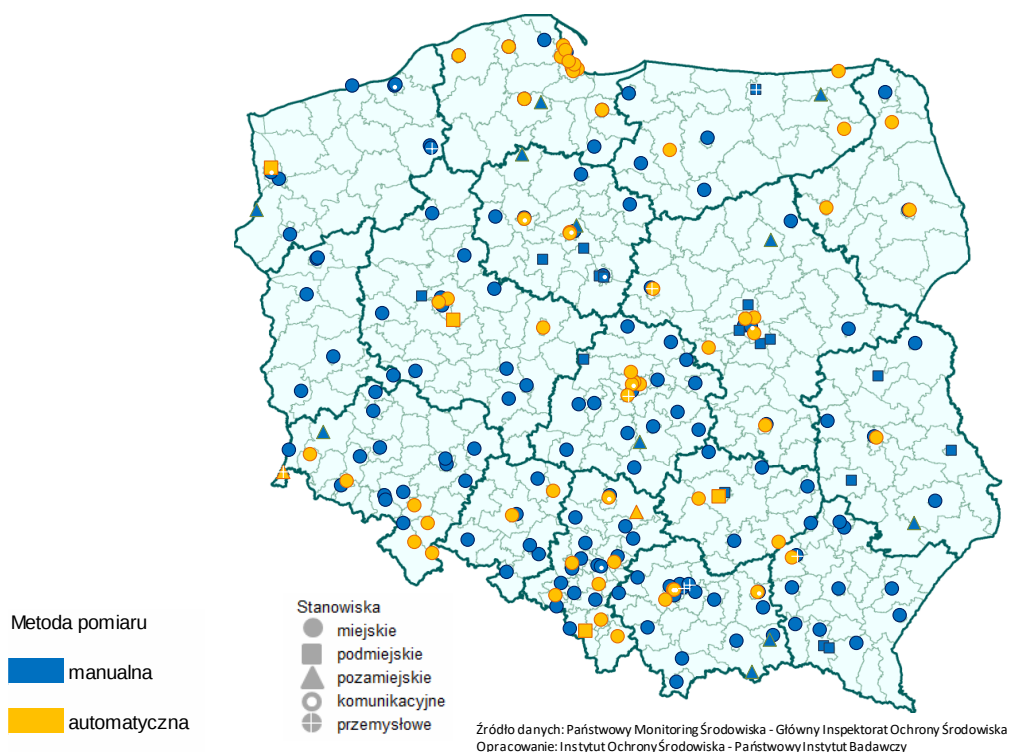
W 2018 r. na wszystkich stanowiskach prowadzone były pomiary manualne codzienne lub ciągle automatyczne. Spośród serii wyników pomiarów stężeń pyłu PM10 uwzględnionych w opracowaniu, zdecydowana większość spełniała wymagania dotyczące kompletności serii pomiarowych, pozwalające na prawidłowe obliczanie wszystkich wymaganych parametrów statystycznych, w tym normowanej liczby dni z przekroczeniami wartości $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Rys. 5-1). W 2018 r. na ok. 95% stanowisk uzyskano pokrycie roku pomiarami przekraczające 90%, a na 98% kompletność nie mniejszą niż 85%.

Zdecydowana większość stanowisk pomiarowych stężeń pyłu PM10 znajduje się na terenie miast. W opracowaniu uwzględniono 193 stanowisk miejskich, 21 stanowisk podmiejskich i 13 pozamiejskich (Rys. 5-1).

Biorąc pod uwagę typ stanowiska i obszar lokalizacji stacji, w 2018 r. najwięcej było stanowisk tzw. tła miejskiego (176 stanowisk). Dwanaście 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 2018 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 2018 rok

Z ogólnej liczby 227 stanowisk, z których wyniki wykorzystano w raporcie, na 64 prowadzony był pomiar metodami automatycznymi, na 163 wykorzystywano metody manualne. Lokalizację stanowisk wraz z metodyką pomiarów przedstawiono na Rys. 5-2.

5.2. Informacje o stężeniach PM₁₀ w 2018 roku

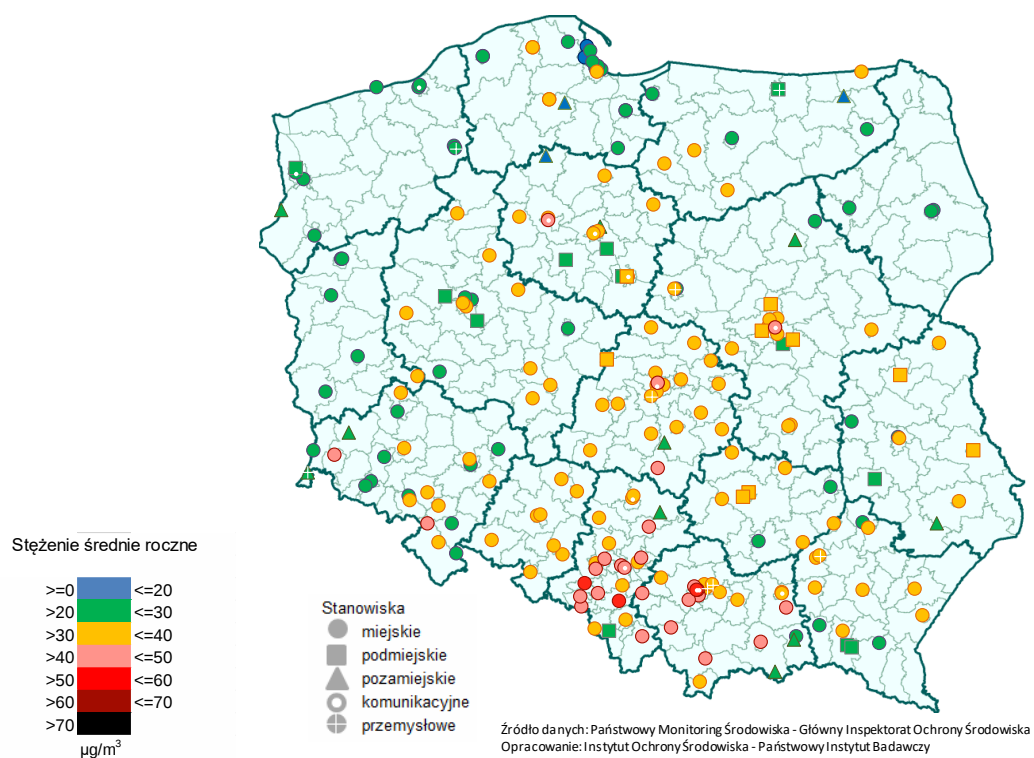
Zanieczyszczenie powietrza pyłem PM₁₀, obok zanieczyszczenia powietrza benzo(a)pirenem i pyłem PM_{2.5}, stanowi poważny problem w wielu aglomeracjach i miastach. Wysokie stężenia pyłu występują też w mniejszych miejscowościach i na terenach pozamiejskich. W przypadku tych zanieczyszczeń na znacznej 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 2018 r. spośród 223 stanowisk, dla których możliwe było obliczenie stężenia średniego rocznego (Sa), na 25 (11%) jego wartości przekraczały wartość poziomu dopuszczalnego (Da=40 µg/m³) - Rys. 5-3. Przekroczenia średniego rocznego poziomu dopuszczalnego pyłu PM₁₀, podobnie jak w latach ubiegłych, występowały najczęściej na terenie woj. śląskiego i małopolskiego.

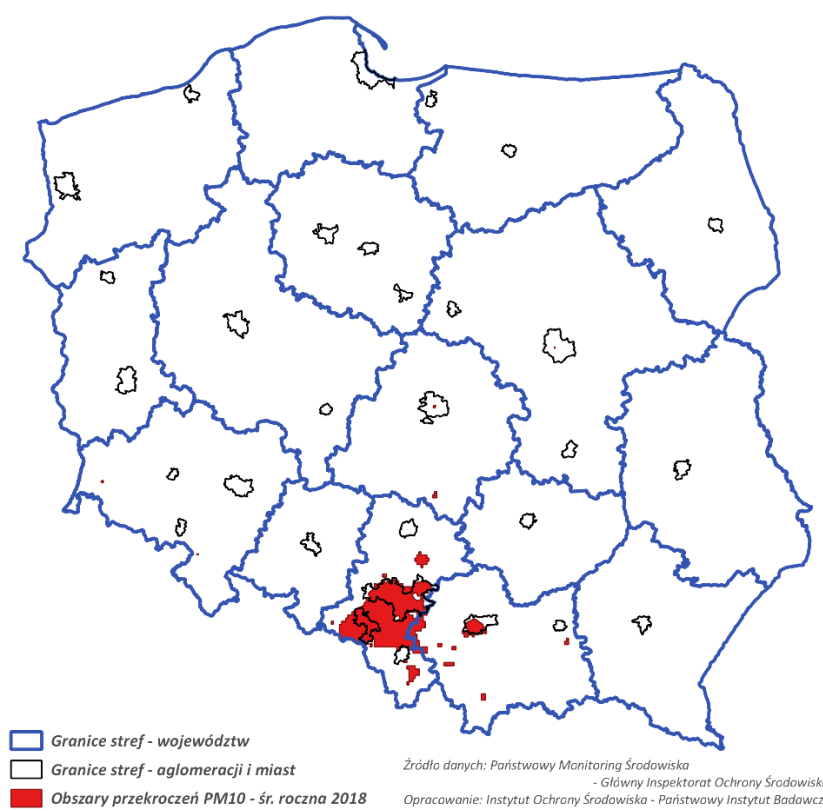
Najwyższe stężenie średnie roczne w 2018 r. zanotowano na stacji komunikacyjnej w Krakowie (57 µg/m³) oraz na stacjach tła miejskiego w Pszczynie (55 µg/m³) i Rybniku (51 µg/m³) w woj. śląskim. Na tych 3 stanowiskach stężenia Sa przekraczały wartość 50 µg/m³, na pozostałych 220 stanowiskach stężenia Sa były niższe od tej wartości. Stężenia niskie, mniejsze od połowy wartości dopuszczalnej (20 µg/m³) wystąpiły jedynie na 5 stanowiskach, z których 3 to stanowiska pozamiejskie, a dwa stanowiska w Aglomeracji Trójmiejskiej – wszystkie w północnej części Polski. Stężenia średnie roczne PM₁₀ na stacjach pozamiejskich były zwykle niższe niż stężenia mierzone na większości stacji miejskich i podmiejskich w tym samym województwie.

Obszary przekroczeń poziomu dopuszczalnego dla średniego rocznego stężenia pyłu PM₁₀, określone w ramach oceny jakości powietrza wykonanej przez RWMS dla roku 2018, miały największe powierzchnie na terenie woj. śląskiego i małopolskiego (Rys. 5-4).

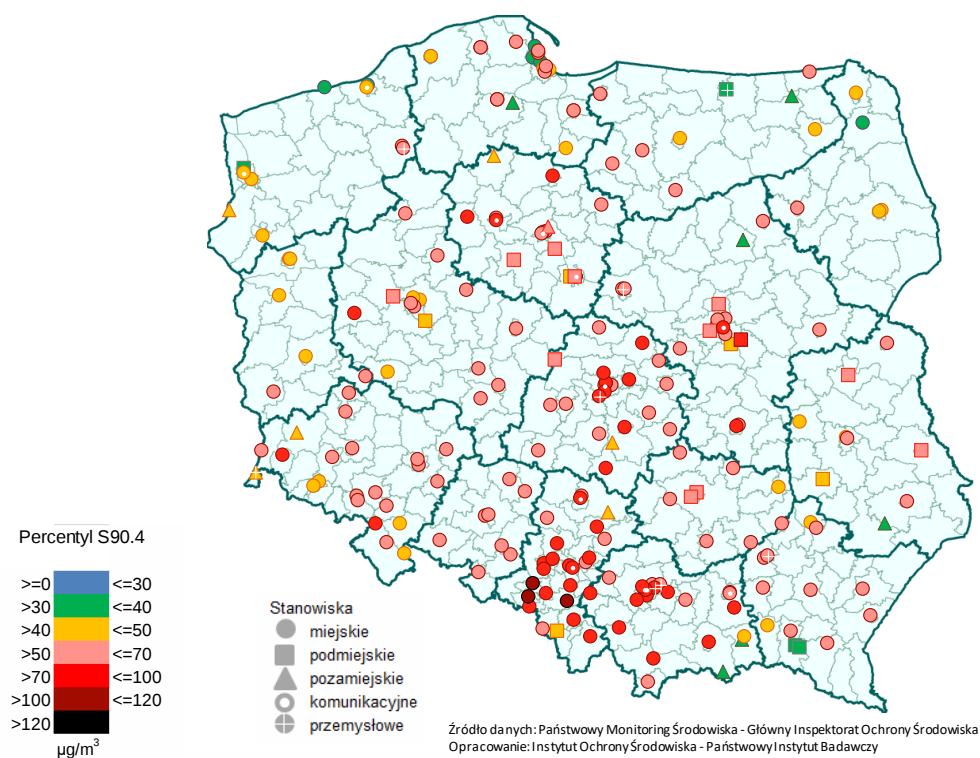
W 2018 r. na 165 ze 222 stanowisk (74%), percentyl S90.4 z rocznej serii stężeń dobowych (Rys. 5-5) przekraczał wartość 50 µg/m³, co przy pełnej serii pomiarowej odpowiada przekroczeniu wartości 50 µg/m³ przez stężenia 24-godz. pyłu przez więcej niż dozwolone 35 dni w roku. Często są to znaczne przekroczenia. Największe przekroczenia dozwolonej wartości percentyla 90.4 wystąpiły na stacjach tła miejskiego w woj. śląskim: w Pszczynie (120 µg/m³), Rybniku (107 µg/m³) i Wodzisławiu Śląskim (101 µg/m³). Na tych trzech stanowiskach percentyl S90.4 przekraczał wartość 100 µg/m³. Stężenia PM₁₀ na stacjach pozamiejskich były z reguły niższe niż stężenia mierzone na stacjach miejskich i podmiejskich. Tylko na jednym stanowisku pozamiejskim – w Koniczynie k. Torunia, parametr S90.4 przekroczył poziom 50 µg/m³.



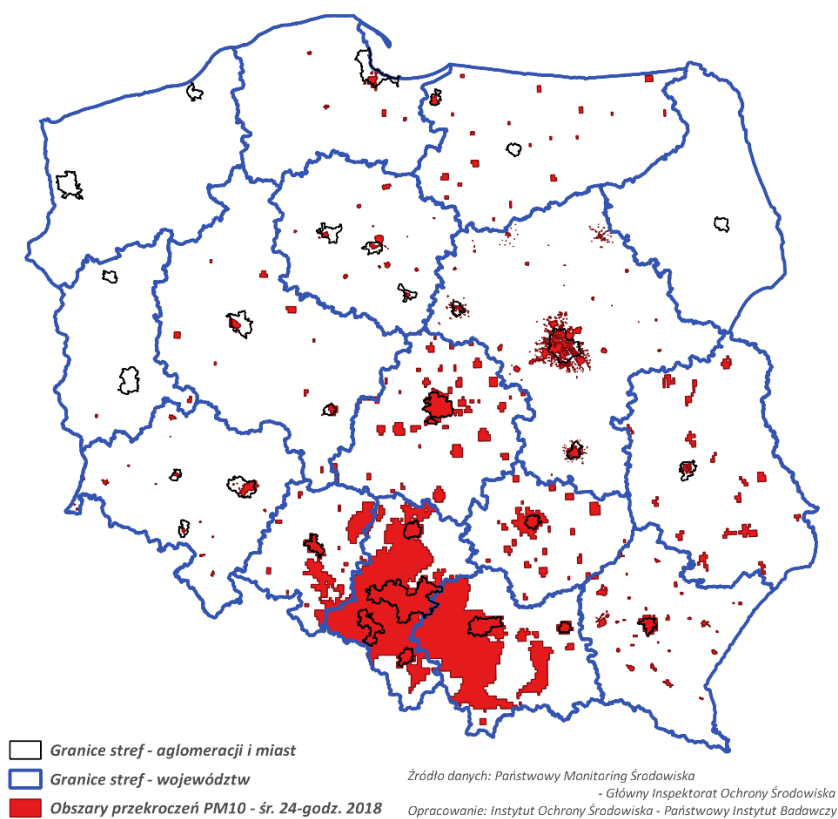
Rys. 5-3. Stężenia średnie roczne pyłu PM10 w 2018 r.



Rys. 5-4. Obszary przekroczeń poziomu dopuszczalnego dla stężenia średniego rocznego pyłu PM10 w 2018 r.



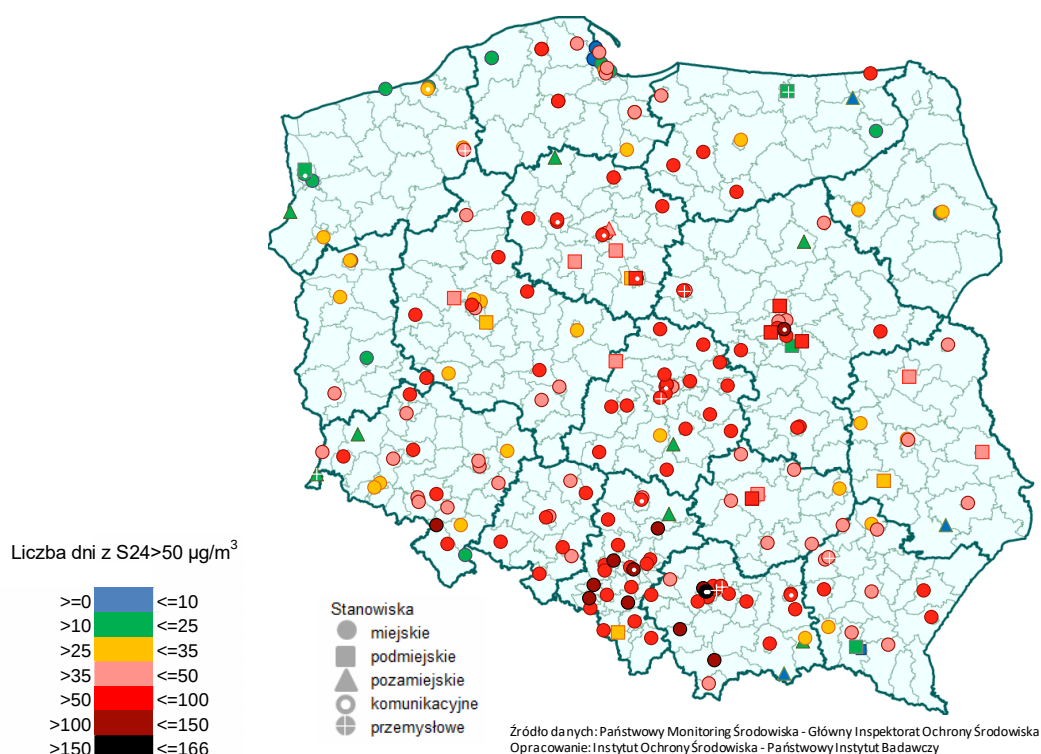
Rys. 5-5. Percentyl S90.4 z serii stężeń 24-godz. pyłu PM10 w 2018 r.



Rys. 5-6. Obszary przekroczeń poziomu dopuszczalnego stężeń 24-godzinnych pyłu PM10 w 2018 r.

Obszary przekroczeń poziomu dopuszczalnego dla średnich 24-godzinnych stężeń pyłu PM₁₀, określone w ramach rocznej oceny jakości powietrza, wystąpiły na terenie prawie wszystkich województw w kraju, przy czym w największym stopniu objęły one województwa: śląskie i małopolskie (Rys. 5-4).

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 (166) oraz na stanowisku tła miejskiego w Pszczynie (125 dni). Jest to blisko czterokrotne przekroczenie dozwolonej liczby dni z przekroczeniami w roku. Najwięcej przekroczeń rejestruje się na stanowiskach znajdujących się w miastach centralnej i południowej Polski, najmniej na północy kraju (Rys. 5-7).

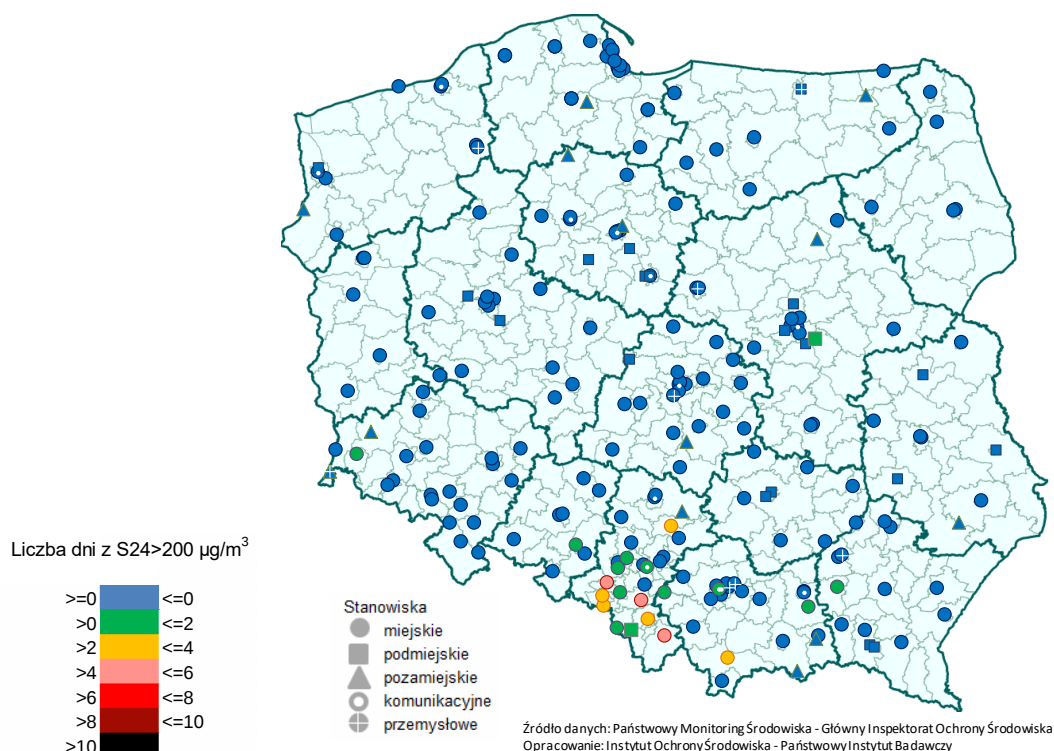


Rys. 5-7. Liczba dni z przekroczeniami poziomu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 24-godz. PM₁₀ w 2018 r.

Dopuszczalny dobowy poziom pyłu PM₁₀ przekraczany był w 2018 r. nie tylko na stacjach zlokalizowanych w miastach, ale również na stacjach podmiejskich. Przekroczenia dobowego poziomu dopuszczalnego wystąpiły na 12 z 21 stacji podmiejskich. Na żadnym ze stanowisk pozamiejskich nie zanotowano przekroczenia poziomu dopuszczalnego określonego dla stężenia średniego rocznego, na jednym (Koniczynka) przekroczenie D_{24} dla stężeń dobowych.

W 2018 r. wystąpiły trzy przypadki przekroczenia poziomu alarmowego ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 24-godz.). Dwa przypadki przekroczeń wystąpiły w Żywcu i jeden w Rybniku.

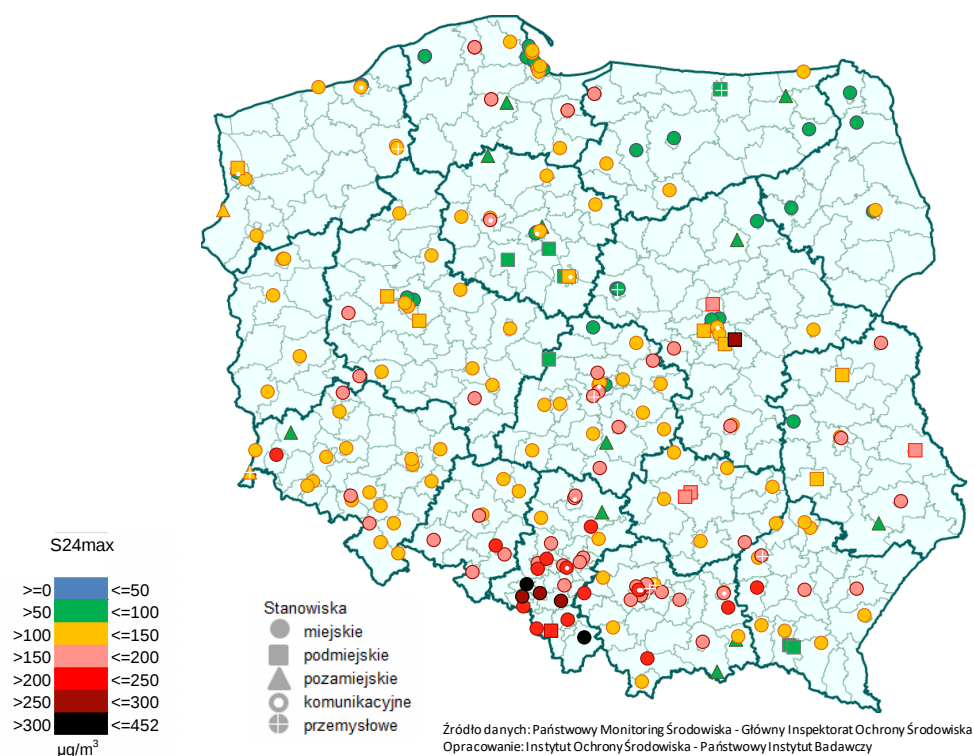
W ciągu roku wystąpiły 54 przypadki przekroczeń poziomu informowania ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 24-godz.). Przekroczenia te wystąpiły na 21 stanowiskach pomiarowych, w 6 województwach (Rys. 5-8). Najwięcej dni z przekroczeniami poziomu informowania (6) odnotowano na stanowiskach w Pszczynie i Rybniku.



Rys. 5-8. Liczba przypadków przekroczenia poziomu informowania PM₁₀ ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 24-godz.) w 2018 r.

Najwyższe stężenia 24-godz. PM₁₀ notowane były w woj. śląskim – do $452 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Żywcu. Stężenia dobowe wyższe od $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły tylko na jednej stacji - Rys. 5-9. Najniższe maksymalne stężenia dobowe pyłu uzyskano na stacjach zlokalizowanych na północnym wschodzie i północy kraju, gdzie z reguły stężenia 24-godz. PM₁₀ nie przekraczały $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Na rysunkach: Rys. 5-10, Rys. 5-11, Rys. 5-12 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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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.



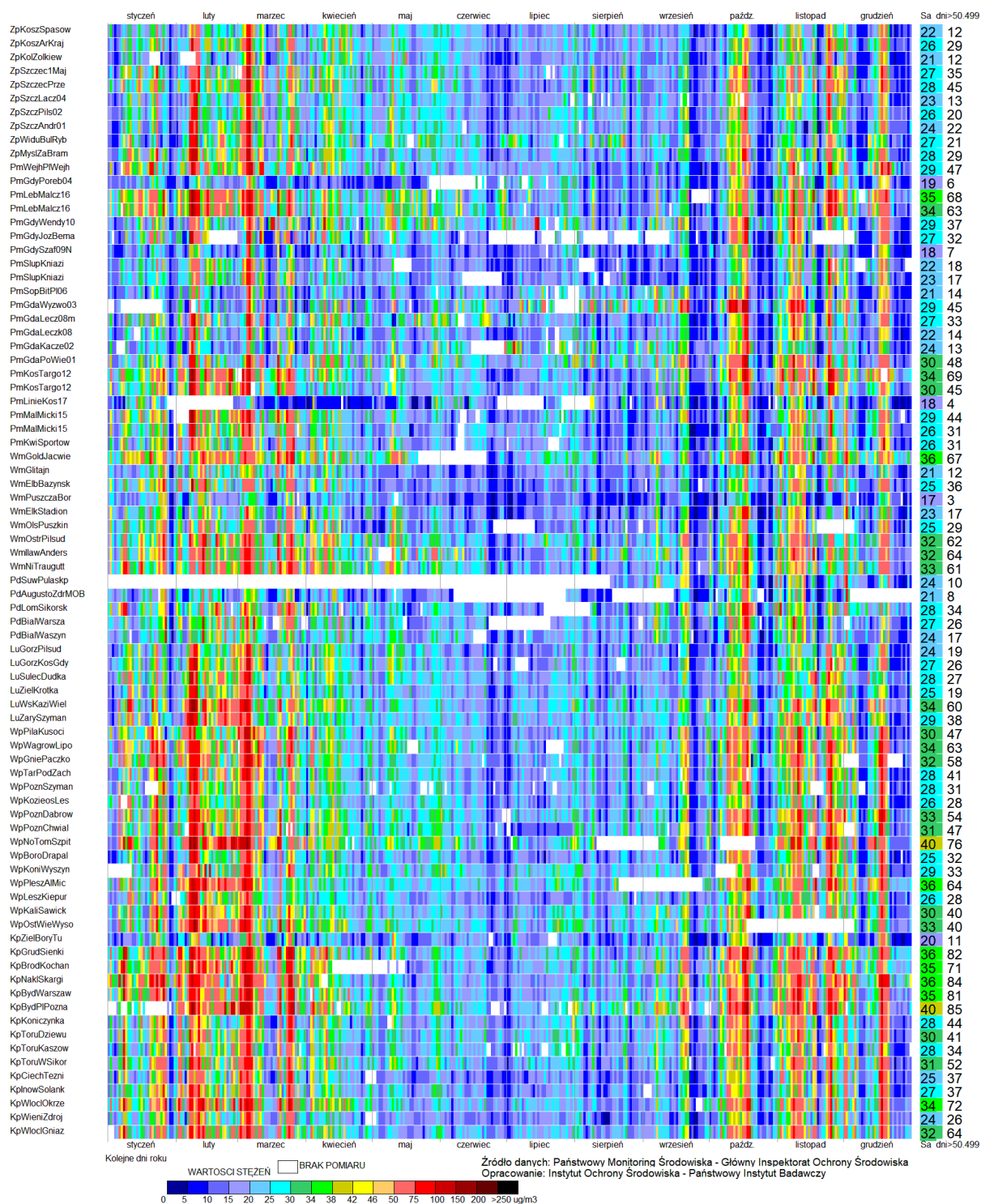
Rys. 5-9. Maksymalne stężenia 24-godz. PM₁₀ (S24max) zarejestrowane w 2018 r.

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

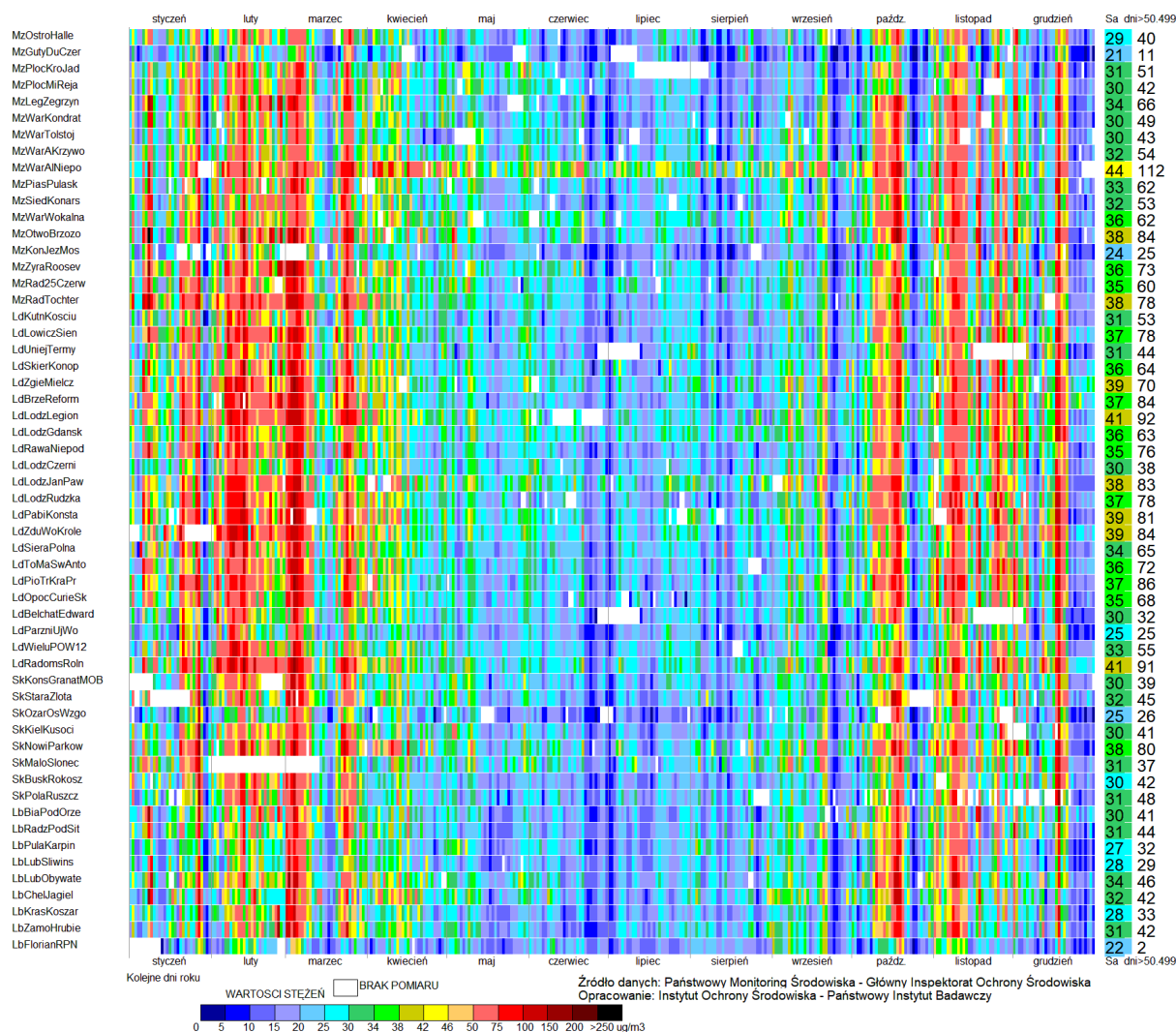
- emisja pyłu pierwotnego związana z ogrzewaniem budynków (temperatura powietrza, prędkość wiatru, natężenie promieniowania słonecznego, wilgotność);
- emisja zanieczyszczeń gazowych (związana z ogrzewaniem budynków), z których w atmosferze powstaje pył wtórny (temperatura powietrza, prędkość wiatru, 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

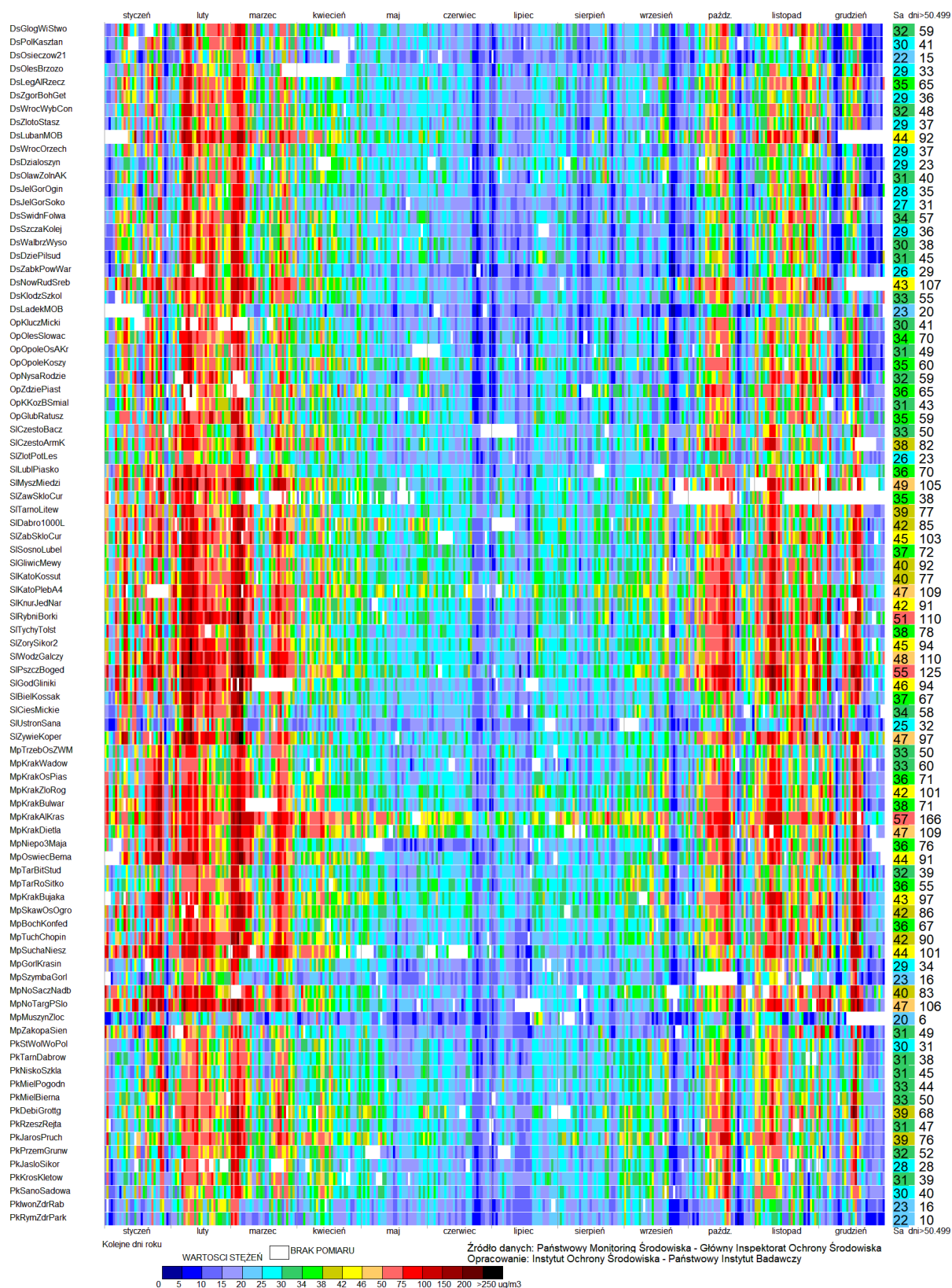
tygodniowy i roczny cykl zmienności emisji zanieczyszczeń z procesów technologicznych; sezonowy i zależny od temperatury powietrza cykl zmienności emisji zanieczyszczeń z ogrzewania budynków, itd.), stężenia pyłu PM10 na każdej stacji zmieniają się w dużym zakresie (Rys. 5-10, Rys. 5-11, Rys. 5-12). 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. 5-13 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.



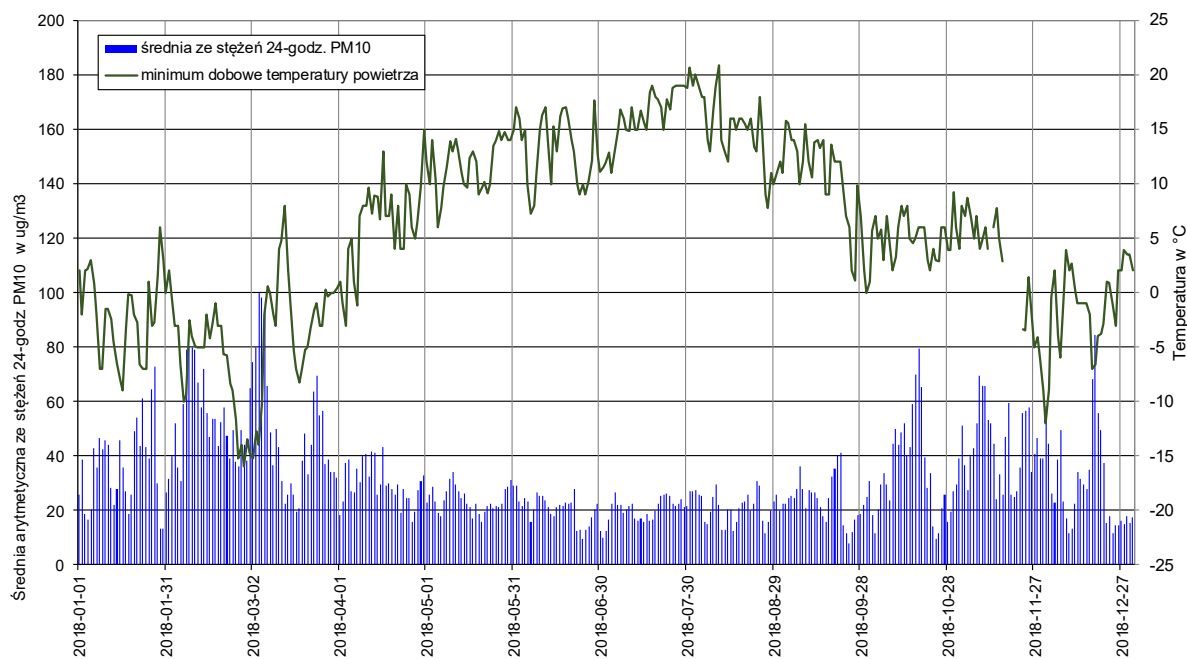
Rys. 5-10. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM10 w 2018 r. na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Mz - mazowieckie)



Rys. 5-11. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM₁₀ w 2018 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)



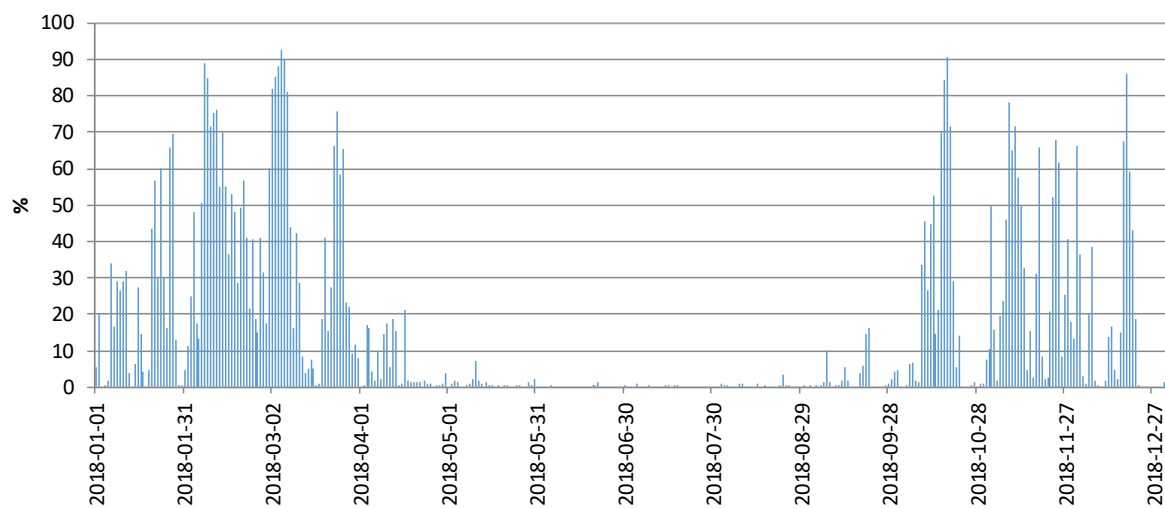
Rys. 5-12. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM10 w 2018 r. na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Mz - mazowieckie)



Źródło danych: PMŚ - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 5-13. Przebieg stężenia dobowego pyłu PM10 uśrednionego dla wszystkich stanowisk w Polsce w 2018 r. oraz minimum dobowe temperatury powietrza w Warszawie



Źródło danych: PMŚ - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 5-14. Procent stanowisk pomiarowych stężeń pyłu PM10, na których stężenie 24-godz. w 2018 r. przekraczało wartość $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (spośród wszystkich stanowisk, na których w danym dniu pomiary były prowadzone)

W 2018 r., podobnie jak w latach poprzednich, wysokie stężenia pyłu PM10 notowane były w sezonie chłodnym. W tym roku, w sezonie chłodnym, niekorzystne warunki meteorologiczne nad Polską wystąpiły w paru kilku lub kilkunastodniowych okresach. Szczególnie często takie warunki wystąpiły na początku lutego, na początku marca, ale także

w innych okresach sezonu chłodnego. W niektóre dni w lutym, marcu i październiku 2018 r. poziom dopuszczalny pyłu ($D_{24}=50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) przekraczany był na ok. 90% stanowisk pomiarowych w kraju. W sezonie letnim, jeżeli nawet wystąpiły przekroczenia $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, to zwykle na niewielkiej liczbie stanowisk (Rys. 5-14).

Okresy z wysokimi stężeniami pyłu rozdzielone były okresami z niższymi stężeniami, np. obserwowanymi w dniach 27-31 stycznia, 28-18 marca, 23-31 października 2018 r. itd. (Rys. 5-10, Rys. 5-11, Rys. 5-12, Rys. 5-13, Rys. 5-14).

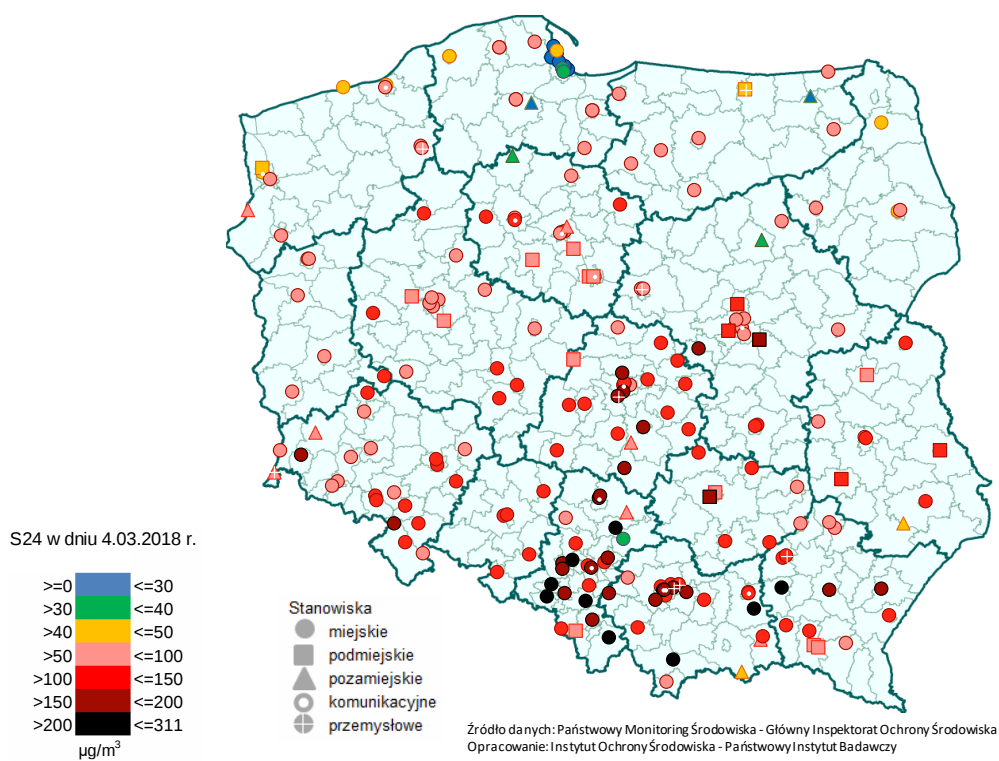
W 2018 r. stężenia wyższe od $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (150% dobowej wartości dopuszczalnej D_{24}) na więcej niż połowie stacji w kraju wystąpiły w dniach:

- 7-9.02.2018,
- 4-6.03.2018,
- 18.10.2018,
- 18.12.2018.

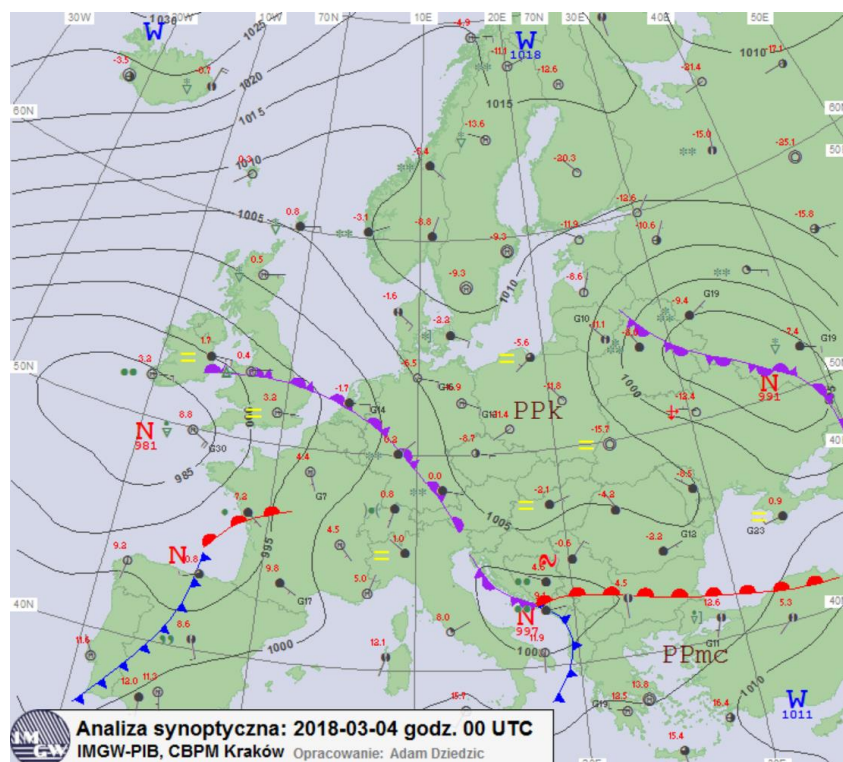
W 2018 r. najwyższe stężenie uśrednione dla wszystkich stanowisk w kraju ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) uzyskano w dniu 4 marca (Rys. 5-13). W tym dniu stężenia dobowe przekraczały dozwolone $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na ok. 88% stanowisk pomiarowych w kraju (Rys. 5-14, Rys. 5-15). Następnego dnia, tj. 5.03.2018, wystąpiło przekroczenie poziomu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na największej procentowo liczbie stacji w kraju (93%).

Polska znajdowała się wówczas w obszarze podwyższonego ciśnienia pomiędzy niżami znad Rosji i Europy Zachodniej, w masie powietrza polarnego kontynentalnego (Rys. 5-16). W Polsce od kilkunastu już dni utrzymywały się temperatury ujemne, w Warszawie temperatura spadała do -16°C . Wiatr był słaby, 5 i 6 marca utrzymywały się mgły i zamglenia. Wyniki radiosondaży wykonanych w Legionowie wskazują na utrzymywanie się nocą inwersji temperatury przy powierzchni ziemi i stabilnej stratyfikacji powietrza w całej warstwie mieszania (Rys. 5-17).

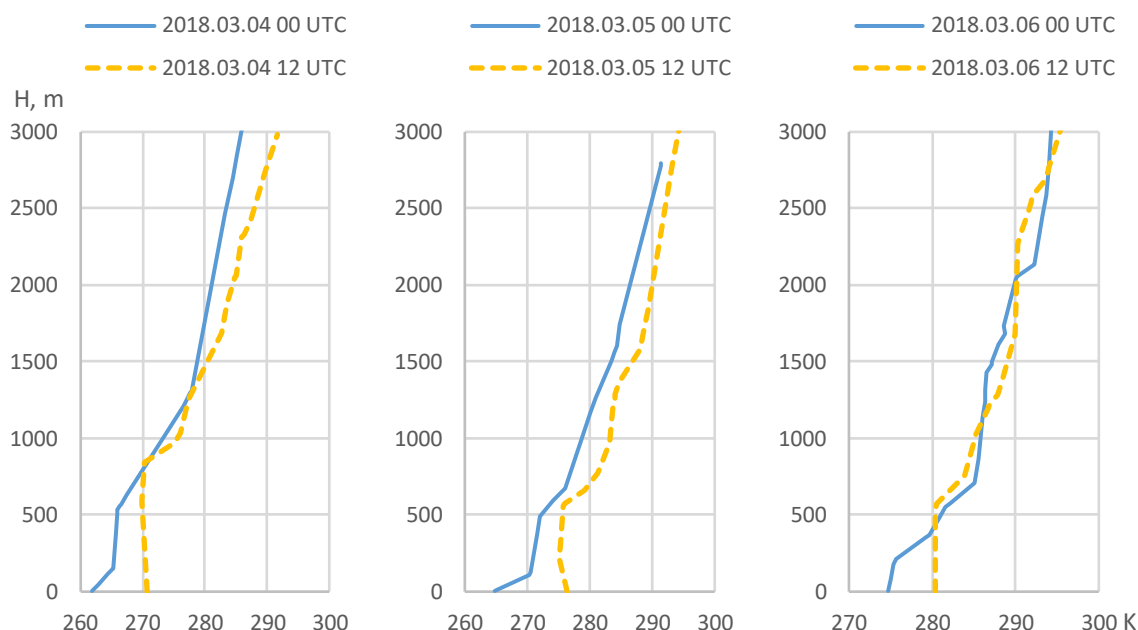
Przekroczenia dobowego poziomu dopuszczalnego wystąpiły we wszystkich województwach. Najwyższe stężenia dobowe, w tym przekraczające poziom alarmowy $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na jednym stanowisku, notowano w woj. śląskim. Stężenia przekraczające poziom informowania ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wystąpiły dodatkowo na kilku stanowiskach, w woj. małopolskim i podkarpackim. Maksymalne stężenie 24-godz. PM_{10} zarejestrowano w Rybniku ($311 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Poziom $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przekroczony był na 140 stanowiskach w Polsce.



Rys. 5-15. Stężenia 24-godz. PM10 w dniu 4.03.2018 r.



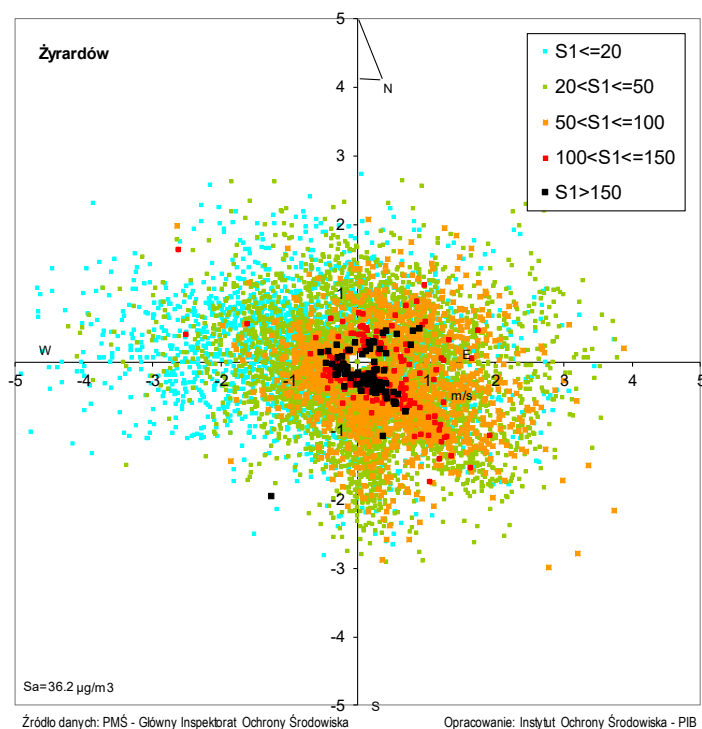
Rys. 5-16. Mapa synoptyczna na dzień 4.03.2018 g. 00 UTC. Źródło: IMGW



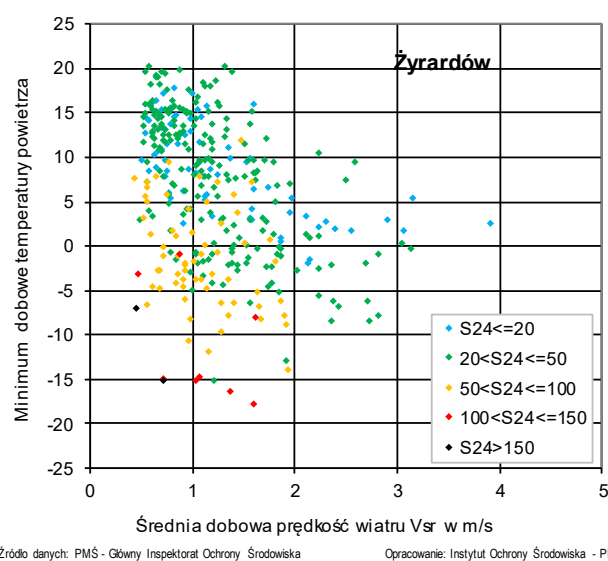
Rys. 5-17. Pionowy profil temperatury potencjalnej w dniach 4-6.03.2018 r. określony na podstawie wyników radiosondaży wykonanych w Legionowie, źródło: opracowanie własne na podstawie danych publikowanych na stronie: <http://weather.uwyo.edu>

Dla zilustrowania zależności stężeń od warunków meteorologicznych występujących w czasie pomiarów, na Rys. 5-18 przedstawiono wartości stężenia 1-godz. pyłu PM₁₀ na stacji w Żyrardowie w funkcji kierunku i prędkości wiatru. Każdy punkt na wykresie odpowiada jednej wartości pomiarowej stężenia 1-godz. pyłu PM₁₀. Kolor punktów dobierany jest odpowiednio do wartości stężenia. Odległość punktu od środka układu współrzędnych (przecięcie czarnych linii na środku wykresu) odpowiada prędkości wiatru w czasie pomiaru, a kierunek punkt-środek wykresu odpowiada kierunkowi wiatru podczas pomiaru. Należy przy tym mieć na uwadze, że w rejonie stacji pomiarowych może być zaburzony przepływ powietrza np. przez ukształtowanie terenu, budynki lub roślinność. W związku z tym rejestrowane podczas pomiarów: prędkość i kierunek wiatru mogą nie odpowiadać kierunkowi i prędkości wiatru charakterystycznym dla ruchu powietrza w większej skali przestrzennej.

Analiza warunków występowania wysokich stężeń 1-godz. pyłu PM₁₀ pozwala na stwierdzenie, że najwyższe stężenia pyłu notowane były najczęściej przy niskiej prędkości wiatru (do ok. 1 m/s), przy wietrze z kierunku południowo-wschodniego. Po tej stronie stacji znajdują się stare, niskie budynki z mieszkaniami, z których część może być ogrzewana węglem. Oznacza to, że znaczący wkład w najwyższe stężenia PM₁₀ może mieć emisja pyłu z niskich źródeł związanych z ogrzewaniem budynków.



Rys. 5-18. Stężenia 1-godz. pyłu PM10 w 2018 r. w zależności od prędkości i kierunku wiatru na stacji w Żyrardowie (MzZyraRoosev)



Rys. 5-19. Stężenia 24-godz. pyłu PM10 w 2018 r. w zależności od średniej dobowej prędkości wiatru i minimum dobowego temperatury powietrza na stacji w Żyrardowie (MzZyraRoosev)

Na Rys. 5-19 przedstawiono stężenia 24-godz. pyłu PM10 w funkcji średniej dobowej prędkości wiatru i minimum dobowego temperatury powietrza na stacji tła miejskiego w Żyrardowie. Wysokie i podwyższone stężenia dobowe PM10 notowane były najczęściej w warunkach słabego wiatru i przy minimum dobowym temperatury poniżej -15 st. C do 0 st. C. Dla średniej dobowej prędkości wiatru powyżej 2.0 m/s stężenia dobowe PM10,

niezależnie od temperatury powietrza, były niższe od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Wraz ze wzrostem prędkości wiatru stężenia pyłu z reguły malały.

5.3. Zmiany stężeń PM10 w wieloleciu

Stężenia zanieczyszczeń, w tym pyłu PM10, i określone parametry statystyczne z rocznych serii pomiarowych (S_a , $S_{90.4}$) 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.

Do prezentacji zmian stężeń pyłu w wieloleciu wykorzystano wskaźniki bazujące na stężeniu średnim rocznym W_{Sa} oraz na 36-tym maksimum z serii pomiarowych stężeń 24 godzinnych $S_{\text{max}36}^8$ - $W_{S_{\text{max}36}}$. Wskaźniki dla Polski, dla każdego roku, obliczane są dwuetapowo. W pierwszym etapie określa się wartość średnią rozważanego parametru na podstawie wyników pomiarów stężeń PM10 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. 5-20 przedstawiono wartości wskaźnika W_{Sa} obliczonego na podstawie stężeń średnich rocznych S_a , dla lat 2005-2018, dla stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego. Średnia wartość wskaźnika dla tego okresu wynosiła $34.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W rozważanym okresie wartość wskaźnika zmieniała się w zakresie od -10% do +20% w stosunku do wartości średniej dla wielolecia. Najwyższą wartość wskaźnika W_{Sa} 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 PM10 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 PM10 (wyrażone w postaci wskaźnika W_{Sa}) były o ok. 3% wyższe niż w 2013 r. W 2015 r. ponownie nastąpił spadek stężeń, który pogłębił się w 2016 r. W tym roku

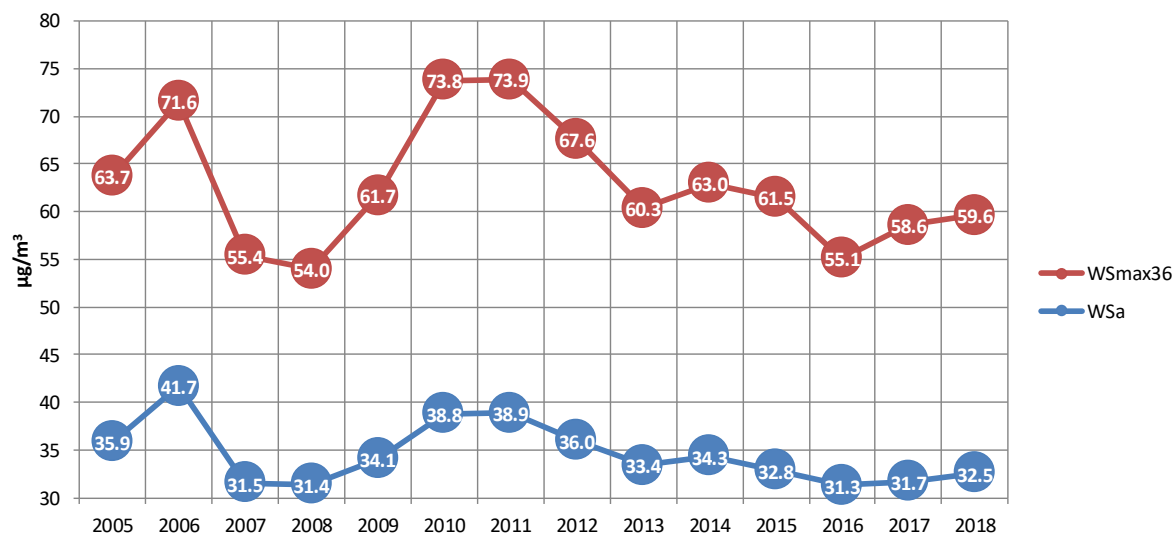
⁸ $S_{\text{max}36}$ to 36-ta wartość w uporządkowanym nierosnąco ciągu wartości stężeń 24-godz. z roku kalendarzowego. Jest to wartość powiązana z definicją wartości dopuszczalnej dla pyłu PM10. Jeżeli wartość 36-tego maksimum jest większa od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, to oznacza, że w roku wystąpiło więcej niż dozwolone 35 przypadków przekroczeń poziomu dopuszczalnego $D_{24}=50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – czyli że stężenie dopuszczalne 24-godz. dla PM10 zostało przekroczone.

wartość wskaźnika *WSa* była najniższa dla całego wielolecia 2005-2018. W kolejnych dwóch latach wartość wskaźnika zwiększała się co rok o ok. 2%.

Linia trendu określona metodą najmniejszych kwadratów wskazuje na niewielki trend malejący wskaźnika w rozważanym okresie. Tylko w 2006 r. wartość wskaźnika obliczonego dla kraju przekraczała poziom dopuszczalny $Da = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Latami z podwyższonymi stężeniami pyłu PM_{10} były 2006, 2010 i 2011, niższe stężenia notowano w latach 2007, 2008 oraz 2016-2018.

Charakter zmian w czasie wskaźnika określonego na podstawie stężeń dobowych *WSmax36* jest zbliżony do przebiegu wskaźnika *WSa*, aczkolwiek wartości wskaźnika *WSmax36* 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 -14% do +18% licząc od wartości średniej dla wielolecia ($62.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$). W 2014 r. wartość wskaźnika *WSmax36* była o ok. 4% wyższa niż w 2013 r., w 2015 r. o 2% niższa niż w roku poprzednim. W latach 2015-2018 wskaźnik *WSmax36* przyjmował wartości niższe od średniej dla wielolecia. Linia trendu określona metodą najmniejszych kwadratów wskazuje na niewielki trend malejący wskaźnika w rozważanym okresie. Dla każdego roku z okresu objętego analizą wartość wskaźnika *WSmax36* dla stężeń dobowych przekraczała poziom dopuszczalny $D_{24} = 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Podobnie jak w przypadku stężeń średnich rocznych, latami z podwyższonymi wartościami wskaźnika *WSmax36* były 2006, 2010 i 2011, najniższe stężenia *Smax36* notowano w 2008 r. i 2016 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 ogrzewania budynków, a także z gorszymi warunkami rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń (przyziemne inwersje temperatury, słaby wiatr).

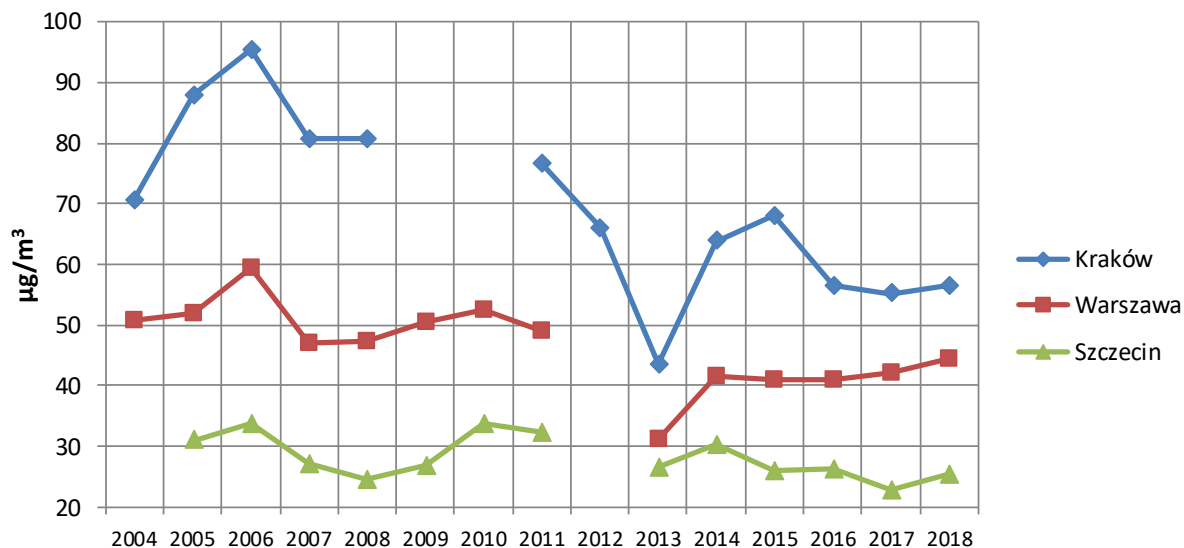


Źródło danych: PMŚ - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 5-20. Zmiany stężeń średnich rocznych PM10 (wskaźnika WSa) oraz stężeń 24-godz. PM10 (wskaźnika WSmax36) na stanowiskach tła miejskiego i podmiejskiego w Polsce w latach 2005-2018

Ze względu na brak dostatecznej liczby stanowisk z wieloletnimi seriami pomiarowymi do obliczenia krajowego wskaźnika WSa dla stanowisk komunikacyjnych, zmiany stężeń pyłu PM10 na stanowiskach tego typu zaprezentowano na przykładzie wyników pomiarów z lat 2004-2018 z trzech stanowisk komunikacyjnych, zlokalizowanych w Krakowie, w Warszawie i w Szczecinie (Rys. 5-21).



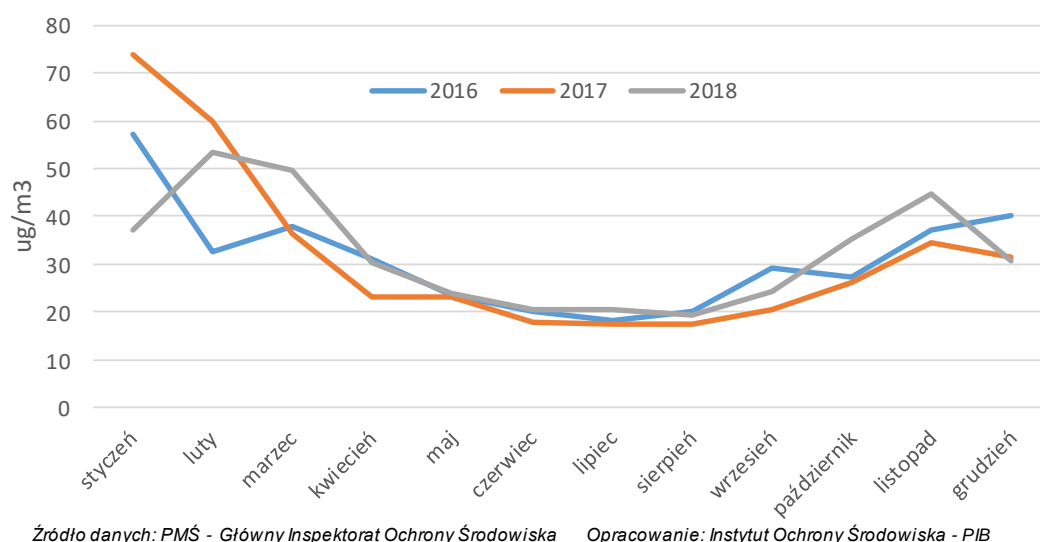
Źródło danych: PMŚ - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 5-21. Stężenia średnie roczne PM10 w latach 2004-2018 na stanowiskach komunikacyjnych w Krakowie, w Warszawie i w Szczecinie

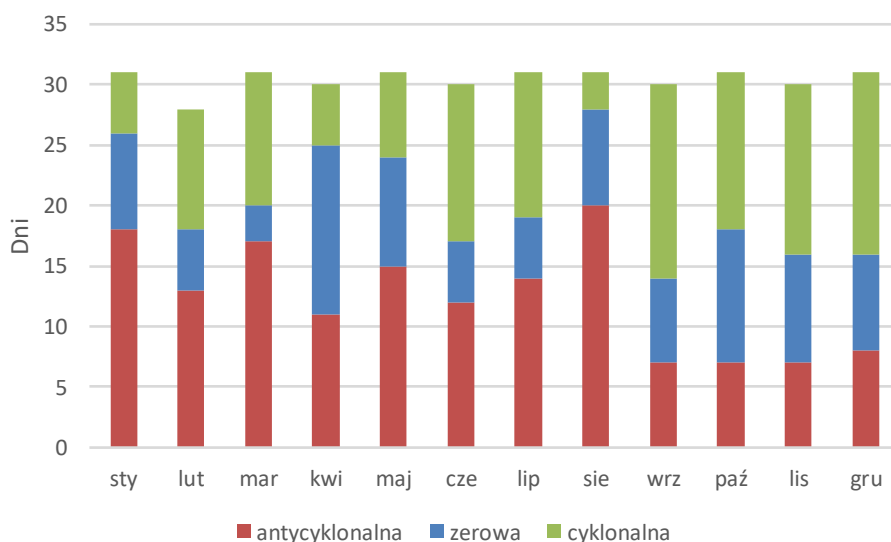
Stężenia średnie roczne Sa na tych stacjach zmieniały się w znacznym zakresie z roku na rok. W zależności od roku, odchylenie wartości Sa wynosiło maksymalnie od -37% do +37% w stosunku do wartości średniej z wielolecia. Na dwóch z trzech stanowisk komunikacyjnych

najwyższe stężenia wystąpiły w 2006 r., na jednym w 2010 r. Na dwóch z trzech stacji stężenia notowane w latach 2013-2018 były niższe niż notowane w latach 2004-2011. W 2018 r. stężenia średnie roczne na wszystkich trzech stacjach były o kilka procent wyższe niż rok wcześniej. Linie trendu określone metodą najmniejszych kwadratów wskazują na trend malejący stężeń PM_{10} w okresie 2004-2018 na każdej z trzech stacji, z których wyniki zaprezentowano na wykresie.



Rys. 5-22. Średnie miesięczne z uśrednionych dla kraju stężeń dobowych PM_{10} w latach 2016-2018

Pod względem warunków meteorologicznych rok 2018 różnił się istotnie od 2017 r. W 2017 r. w styczniu i lutym wystąpiły bardzo niekorzystne warunki meteorologiczne, co w połączeniu z ze zwiększoną emisją PM_{10} związaną z ogrzewaniem budynków, prowadziło do kumulacji zanieczyszczeń w dolnej warstwie atmosfery i występowania bardzo wysokich stężeń dobowych PM_{10} , przekraczających na niektórych stacjach poziom $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W dniu 15.02.2017 r. uśrednione dla kraju stężenie dobowe PM_{10} osiągnęło najwyższą wartość – $172 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a w styczniu i lutym tego roku przekraczało kilkakrotnie poziom $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W IV kwartale 2017 r. długo utrzymywały się natomiast korzystne warunki meteorologiczne, często występowała cyrkulacja cyklonalna (Rys. 5-23), dzięki czemu uśrednione stężenie PM_{10} w IV kwartale 2017 było ok. 1.8 niższe niż w I kwartale.

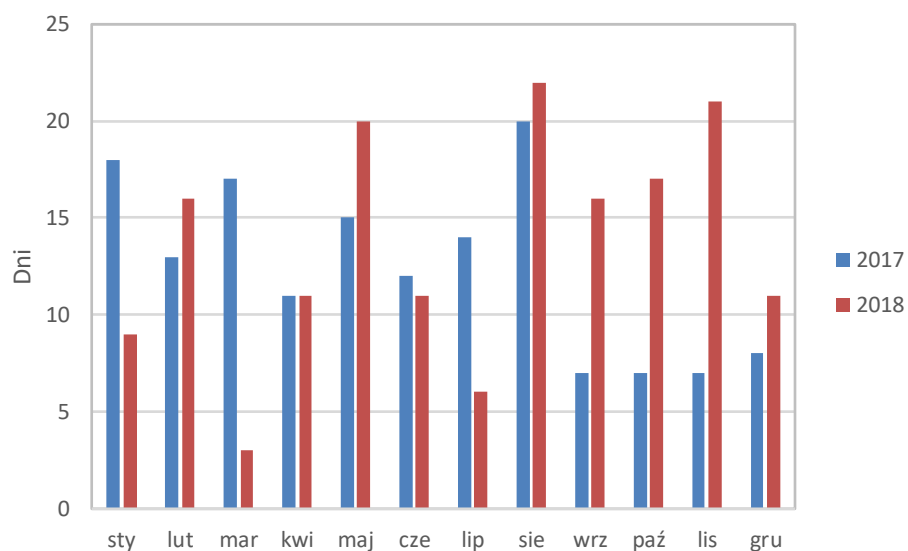


Rys. 5-23. Typy cyrkulacji w poszczególnych miesiącach 2017 r. Źródło danych: IMGW-PIB (metodyka: Lityński 1969, Pianko-Kluczyńska 2007). Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB

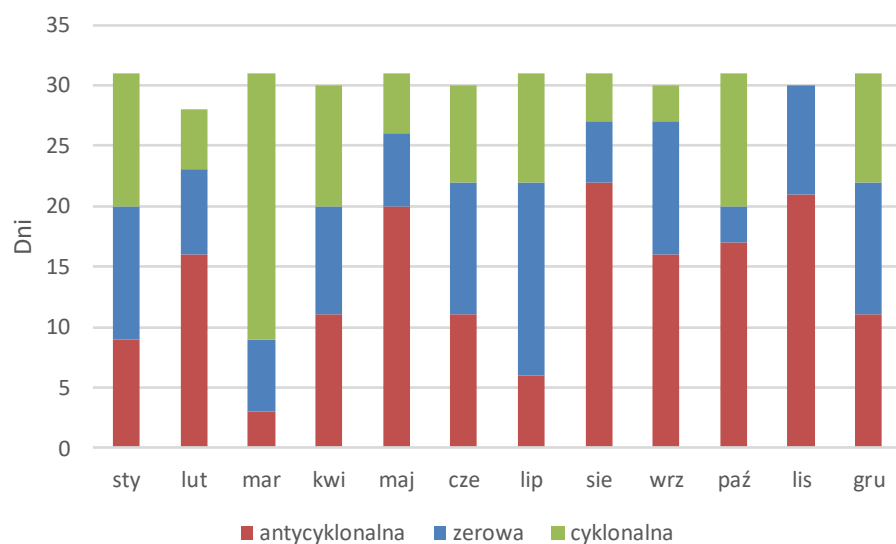
W 2018 r. notowano niższe ekstremalne stężenia dobowe PM₁₀ niż w 2017 r. W 2018 r. uśrednione stężenia PM₁₀ nie przekraczały 100 µg/m³ (Rys. 5-13). Średnie miesięczne stężenie PM₁₀ uśrednione dla wszystkich stacji w kraju było w styczniu 2018 niższe niż w 2017 r. (Rys. 5-22). Odwrotna sytuacja miała miejsce w IV kwartale 2018 r. Stężenia w październiku i listopadzie 2018 r. były wyższe niż w 2017 r. W rezultacie normowane wskaźniki roczne (Sa, S90.4, S36max) były gorsze w 2018 niż w 2017 r. W okresie od września do listopada 2018 cyrkulacja antycyklonalna niesprzyjająca dyspersji zanieczyszczeń występowała przeszło dwukrotnie częściej niż w tych samych miesiącach 2017 r. (Rys. 5-24). W listopadzie 2018 r. ani razu nie wystąpiła cyrkulacja cyklonalna (Rys. 5-25) sprzyjająca dyspersji zanieczyszczeń powietrza.

Dziewięćdziesięciodniowa średnia krocząca z uśrednionych dla kraju stężeń dobowych PM₁₀ w IV kwartale 2018 r. jest o 5-7 µg/m³ wyższa od tej wartości dla 2017 r. (Rys. 5-26).

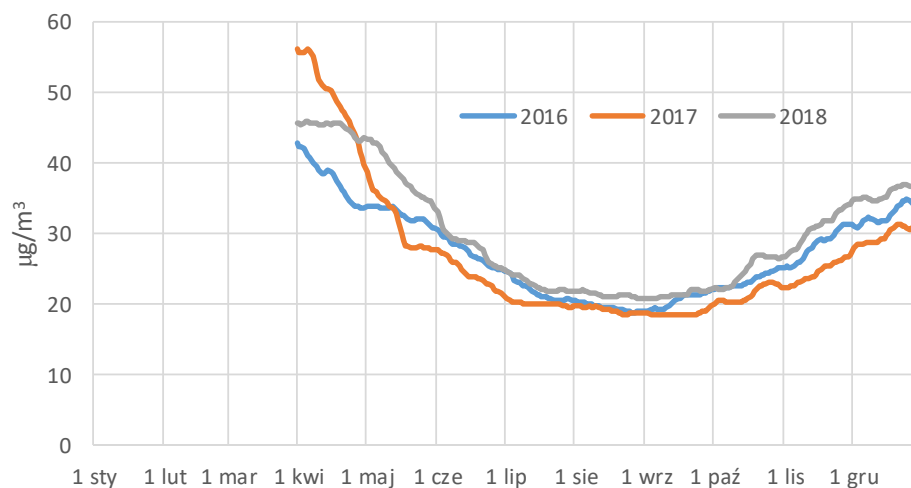
Stężenia średnie kroczące latem 2018 były większe o 3-4 µg/m³ niż w 2017 r. Może to być związane ze stosunkowo małą liczbą dni z opadem deszczu w sezonie ciepłym 2018 r. (Rys. 5-28) i wysokimi temperaturami powietrza (Rys. 5-27), co mogło sprzyjać resuspensji pyłu z powierzchni ziemi, pyleniu z nieutwardzonych terenów, ograniczało samooczyszczanie atmosfery. Te czynniki mogły mieć pewien wpływ na wzrost stężeń średnich rocznych PM₁₀, ale nie miały wpływu na wzrost liczby dni z przekroczeniem poziomu 50 µg/m³ przez stężenia dobowe PM₁₀.



Rys. 5-24. Liczba dni z cyrkulacją antycyklonalną w latach 2017 i 2018. Źródło danych: IMGW-PIB (metodyka: Lityński 1969, Pianko-Kluczyńska 2007). Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB



Rys. 5-25. Typy cyrkulacji w poszczególnych miesiącach 2018 r. Źródło danych: IMGW-PIB (metodyka: Lityński 1969, Pianko-Kluczyńska 2007). Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB



Źródło danych: PMS – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB

Rys. 5-26. Dziewięćdziesięciodniowe średnie kroczące z uśrednionych dla kraju stężeń dobowych PM10 w latach 2016-2018. Źródło danych: PMS – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
2016	-2.9	3.6	4.2	9.7	16.0	19.5	20.0	18.8	16.4	7.6	3.2	1.2	9.8
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

Rys. 5-27. Średnie miesięczne wartości temperatury powietrza zarejestrowane w latach 2016-2018 w Warszawie. Źródło danych: IMGW-PIB. Opracowanie: <https://meteomodel.pl/>, IOŚ-PIB

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
2016	15	18	12	13	14	10	14	12	5	24	16	18	171
2017	11	10	16	16	11	11	20	15	20	18	16	19	183
2018	14	8	12	10	6	8	13	8	8	9	6	22	124

Rys. 5-28. Liczba dni z opadem atmosferycznym powyżej 0.1 mm w miesiącu w latach 2016-2018 w Warszawie. Źródło danych: IMGW-PIB. Opracowanie: <https://meteomodel.pl/>, IOŚ-PIB

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

Kryteria oceny

Dopuszczalne stężenia pyłu PM10 w powietrzu oraz dopuszczalne 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 w rozdziale 3.6.

Stężenia PM10 w miastach

W 2018 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 25 z 210 stanowisk miejskich i podmiejskich, zlokalizowanych na terenie 5 województw (Tab. 5.4-1), w tym na 21 stanowiskach tła miejskiego (Tab. 5.4-2). Najwięcej stanowisk z przekroczeniami Da znajdowało się w województwach: śląskim i małopolskim (Rys. 5-29). Najwyższą wartość stężenia średniego rocznego ($57 \mu\text{g}/\text{m}^3$), o 40% przewyższającą poziom dopuszczalny, zarejestrowano na stanowisku komunikacyjnym w Krakowie. Na 4 z 12 stanowisk komunikacyjnych stężenia średnie roczne z 2018 r. przewyższały $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tab. 5.4-3). Średnia ze stężeń rocznych uzyskanych na 12 stanowiskach komunikacyjnych wynosiła $38.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i była o 19% wyższa od średniej ze stężeń Sa ze stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego (wynoszącej $32.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Wśród stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego, najwyższe stężenie Sa zarejestrowano na stanowisku w Pszczynie ($55 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Stężenia w miastach w północnej części Polski były z reguły niższe niż w części południowej i centralnej. W miastach 12 województw na stacjach tła nie notowano stężeń przewyższających roczny poziom dopuszczalny pyłu PM10.

Percentyl S90.4 ze stężeń dobowych⁹ przekraczał wartość $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanowiskach miejskich i podmiejskich przynajmniej na jednej stacji w każdym województwie (Tab. 5.4-1), w sumie na 165 z 210 stanowisk (79%) uwzględnionych w ocenie (Rys. 5-30). Na 3 stanowiskach (wszystkie typu tła miejskiego i wszystkie w woj. śląskim) parametr S90.4 był większy od $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższą wartość zarejestrowano w Pszczynie ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) -Rys. 5-30.

⁹ 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 5.4-1. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń pyłu PM10 na stacjach miejskich i podmiejskich w poszczególnych województwach w 2018 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

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 ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk ¹⁾	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	20	2	23	31.2	44	20	16	41	56.2	85	20	15	20	47.1	107
kujawsko-pomorskie	13		24	31.8	40	13	12	46	61.2	76	13	11	26	58.9	85
lubelskie	8		27	30.2	34	8	5	47	51.8	56	8	5	29	38.6	46
lubuskie	6		24	27.7	34	6	2	40	49.3	66	6	2	19	31.5	60
łódzkie	21	2	30	35.8	41	21	21	50	65.5	76	21	20	32	69.4	92
małopolskie	20	9	29	39.3	57	20	19	49	75.8	97	20	19	34	80.1	166
mazowieckie	16	1	24	33.3	44	16	15	47	61.0	74	16	15	25	59.6	112
opolskie	8		30	33.0	36	8	8	54	60.1	66	8	8	41	55.8	70
podkarpackie	14		22	31.0	39	14	10	35	52.9	67	14	10	10	41.7	76
podlaskie	3		24	26.1	28	3	1	41	46.2	51	3		17	25.7	34
pomorskie	19		18	26.8	35	19	10	33	49.3	65	19	9	6	34.2	69
śląskie	22	11	25	41.6	55	22	21	48	80.7	120	22	21	32	85.4	125
świętokrzyskie	8		25	30.9	38	8	7	45	56.1	70	8	7	26	44.8	80
warmińsko-mazurskie	8		21	28.4	36	8	5	39	52.5	61	8	5	12	43.5	67
wielkopolskie	15		25	30.6	40	15	11	44	55.9	76	15	10	28	45.5	76
zachodniopomorskie	9		21	25.1	28	9	2	36	43.4	54	9	1	12	24.1	45
Polska	210	25	18	32.7	57	210	165	33	60.3	120	210	158	6	54.6	166

Objaśnienia do tabeli 5.4-1:

¹⁾ liczba stanowisk 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 2018 roku na wszystkich stanowiskach miejskich i podmiejskich uwzględnionych w ocenie

Tabela 5.4-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń pyłu PM10 na stacjach tła miejskiego i podmiejskiego w poszczególnych województwach w 2018 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

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 ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk ¹⁾	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	20	2	23	31.2	44	20	16	41	56.2	85	20	15	20	47.1	107
kujawsko-pomorskie	10		24	31.2	36	10	9	46	60.1	72	10	9	26	57.5	84
lubelskie	8		27	30.2	34	8	5	47	51.8	56	8	5	29	38.6	46
lubuskie	6		24	27.7	34	6	2	40	49.3	66	6	2	19	31.5	60
łódzkie	19	2	30	35.4	41	19	19	50	64.9	76	19	18	32	68.1	92
małopolskie	15	7	29	38.4	47	15	14	49	75.4	97	15	14	34	76.1	106
mazowieckie	15		24	32.6	38	15	14	47	60.2	74	15	14	25	56.1	84
opolskie	8		30	33.0	36	8	8	54	60.1	66	8	8	41	55.8	70
podkarpackie	13		22	30.8	39	13	9	35	52.8	67	13	9	10	41.5	76
podlaskie	3		24	26.1	28	3	1	41	46.2	51	3		17	25.7	34
pomorskie	19		18	26.8	35	19	10	33	49.3	65	19	9	6	34.2	69
śląskie	20	10	25	41.4	55	20	19	48	80.8	120	20	19	32	84.4	125
świętokrzyskie	8		25	30.9	38	8	7	45	56.1	70	8	7	26	44.8	80
warmińsko-mazurskie	7		23	29.5	36	7	5	43	54.5	61	7	5	17	48.0	67
wielkopolskie	15		25	30.6	40	15	11	44	55.9	76	15	10	28	45.5	76
zachodniopomorskie	6		21	24.4	28	6	1	36	42.0	52	6		12	20.5	35
Polska	192	21	18	32.4	55	192	150	33	59.8	120	192	144	6	53.1	125

Objaśnienia do tabeli 5.4-2

¹⁾ liczba stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego 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 2018 roku na wszystkich stanowiskach tła miejskiego i podmiejskiego uwzględnionych w ocenie

Tabela 5.4-3. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń pyłu PM10 na stacjach komunikacyjnych w aglomeracjach i miastach poszczególnych województw w 2018 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

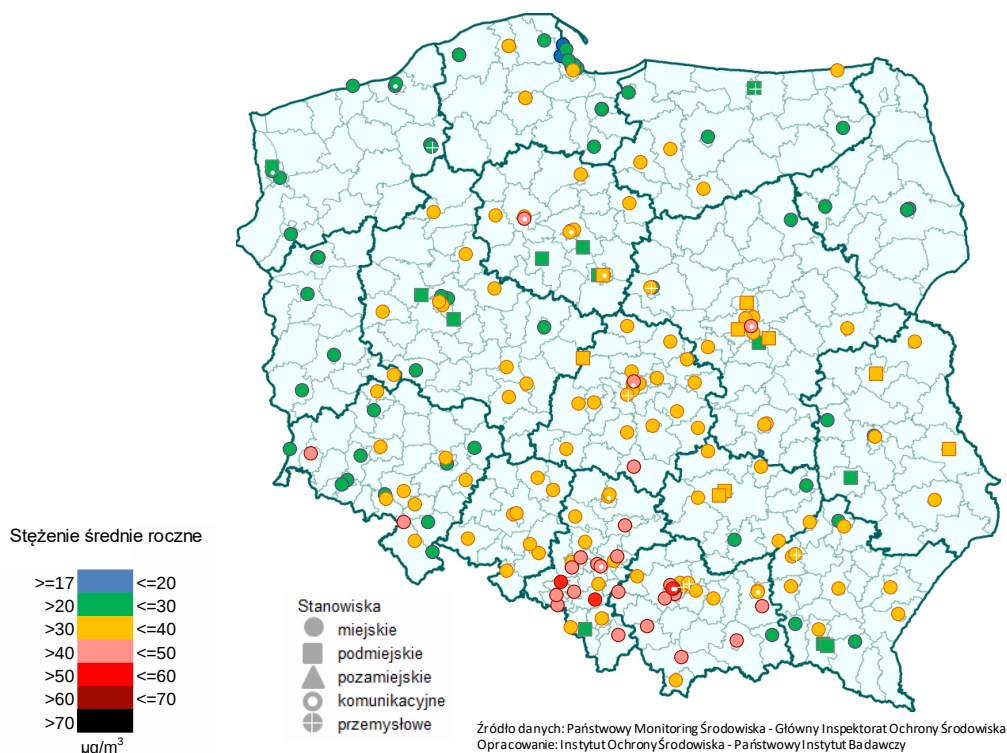
Województwo	Stężenie średnie roczne PM10					Percentyl S90.4 ze stężeń 24-godz. PM10					Liczba dni ze stężeniem 24-godz. PM10 wyższym od 50 µg/m ³				
	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk ¹⁾	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		28	34.0	40	3	3	50	65.0	76	3	2	34	63.7	85
łódzkie	1		39	38.5	39	1	1	68	68.0	68	1	1	83	83.0	83
małopolskie	3	2	36	46.5	57	3	3	59	80.5	95	3	3	55	110.0	166
mazowieckie	1	1	44	44.4	44	1	1	73	73.0	73	1	1	112	112.0	112
śląskie	2	1	39	42.9	47	2	2	75	79.6	84	2	2	82	95.5	109
zachodniopomorskie	2		26	25.9	26	2		41	42.5	45	2		20	24.5	29
Razem	12	4	26	38.5	57	12	10	41	68.5	95	12	9	20	79.7	166

Objaśnienia do tabeli 5.4-3:

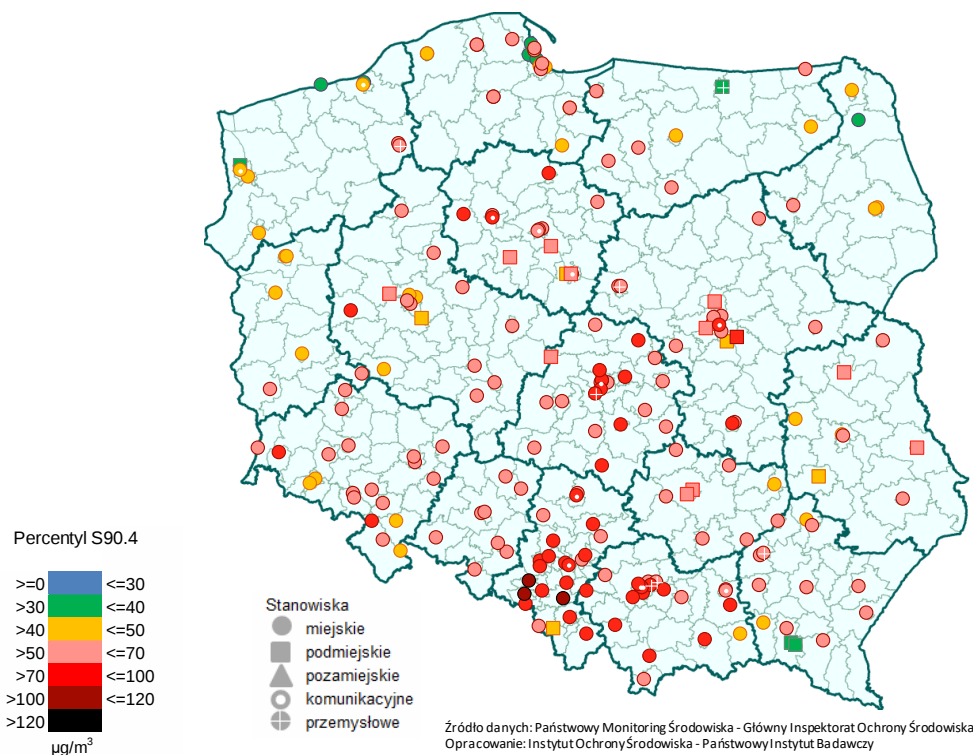
¹⁾ liczba stanowisk komunikacyjnych uwzględnionych w ocenie dla określonego czasu uśredniania stężeń

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 2018 roku na wszystkich stanowiskach komunikacyjnych uwzględnionych w ocenie



Rys. 5-29. Stężenia średnie roczne pyłu PM10 w 2018 r. na stanowiskach miejskich i podmiejskich

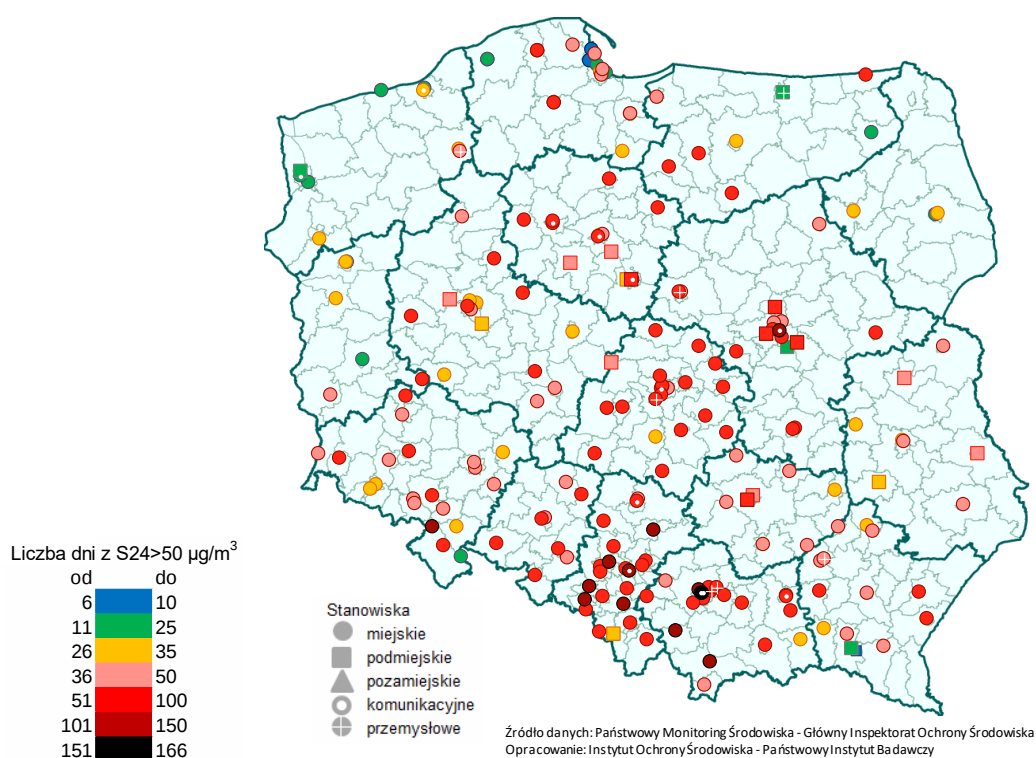


Rys. 5-30. Percentyl S90.4 z serii pomiarów 24-godz. stężeń pyłu PM10 w 2018 r. na stanowiskach miejskich i podmiejskich

Spośród 210 stanowisk miejskich i podmiejskich najwięcej dni z przekroczeniami poziomu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - 166 dni - odnotowano na stanowisku komunikacyjnym w Krakowie (Tab. 5.4-1, Rys. 5-31), a na stanowiskach tła miejskiego - w Pszczynie (125 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 158 z 210 stanowisk (75%). Przekroczenia takie wystąpiły przynajmniej na jednym stanowisku w 15 z 16 województw. Sto i więcej dni z przekroczeniami zanotowano na 13 stanowiskach w 4 województwach (najwięcej w woj. śląskim i małopolskim).

Na 9 spośród 12 stanowisk komunikacyjnych przekroczenia wystąpiły więcej niż 35 razy w roku (Tab. 5.4-3).



Rys. 5-31. 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 2018 r.

Stężenia pyłu PM10 poza miastami

W ocenie uwzględniono wyniki pomiarów stężeń pyłu PM10 z 13 stanowisk pozamiejskich z 10 województw. Wśród nich 12 to stanowiska pomiarów tła oraz jedno zlokalizowane w obszarze oddziaływania zakładów przemysłowych (Tab. 5.4-4).

Stężenia pyłu PM10 na obszarach pozamiejskich w 2018 roku (podobnie jak w innych latach) były generalnie niższe niż w miastach. Na żadnym stanowisku pozamiejskim stężenie średnie roczne PM10 nie przekroczyło poziomu dopuszczalnego (Rys. 5-32, Tab. 5.4-4). Wartości stężeń S_a wynosiły od $16.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Puszczy Boreckiej w woj. warmińsko-mazurskim do $28.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na stacji w Działoszynie w woj. dolnośląskim (stacja pod wpływem emisji z elektrowni i kopalni węgla brunatnego) oraz $28.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na stacji tła w Koniczynie k. Torunia. Średnia ze stężeń średnich rocznych dla wszystkich stanowisk pozamiejskich wynosiła w 2018 roku $22.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Jest to wartość znacznie niższa od średniej obliczonej dla stacji tła miejskiego i podmiejskiego ($32.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Wartość percentyla S90.4 ze stężeń 24-godz. PM10 (Rys. 5-33) przekroczyła $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na jednym spośród 13 stanowisk – Koniczynie ($56 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Najniższą wartość zanotowano w Puszczy Boreckiej ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Tylko w Koniczynie zanotowano więcej niż 35 przypadków przekroczeń poziomu $D_{24}=50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 24-godz. – 44 (Rys. 5-33). Najmniej dni z przekroczeniami D_{24} wystąpiło we Floriancie w woj. lubelskim (2) i w Puszczy Boreckiej (3).

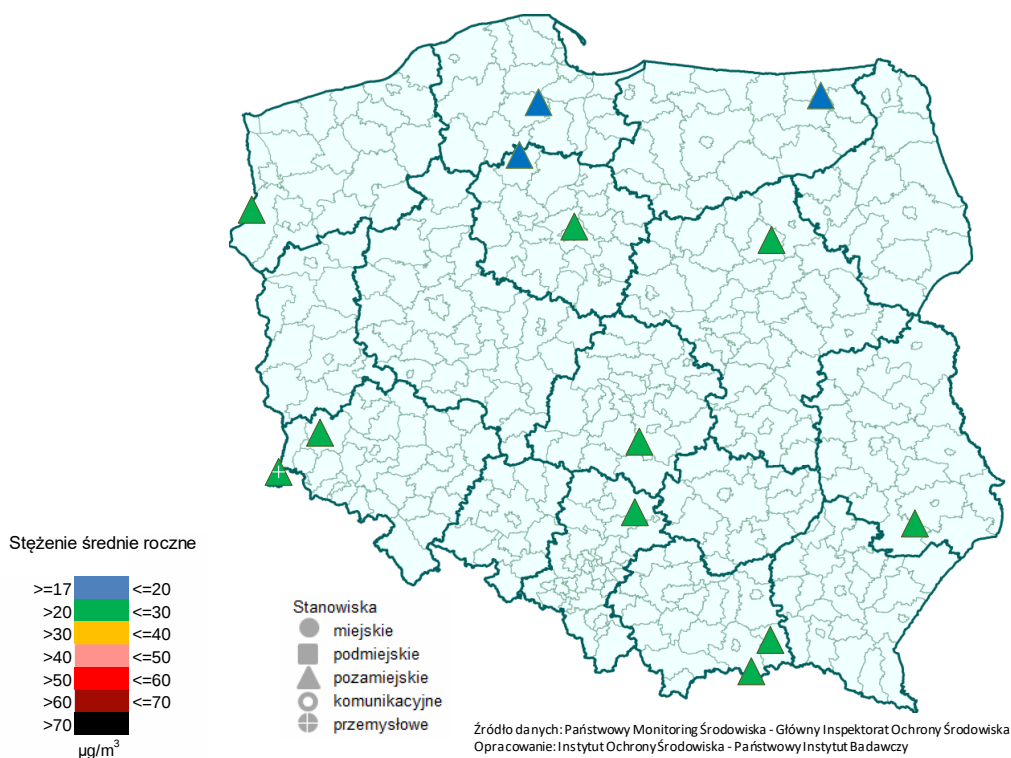
Omówione wyżej wyniki pomiarów wskazują, że na 12 z 13 stacji pozamiejskich w 2018 r. dotrzymane były stężenia dopuszczalne, określone zarówno dla stężeń średnich rocznych jak i dobowych. Na jednej stacji – w Koniczynie – przekroczony był poziom dopuszczalny określony dla stężeń dobowych PM10.

Tabela 5.4-4. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń pyłu PM10 na stanowiskach pozamiejskich w 2018 r.

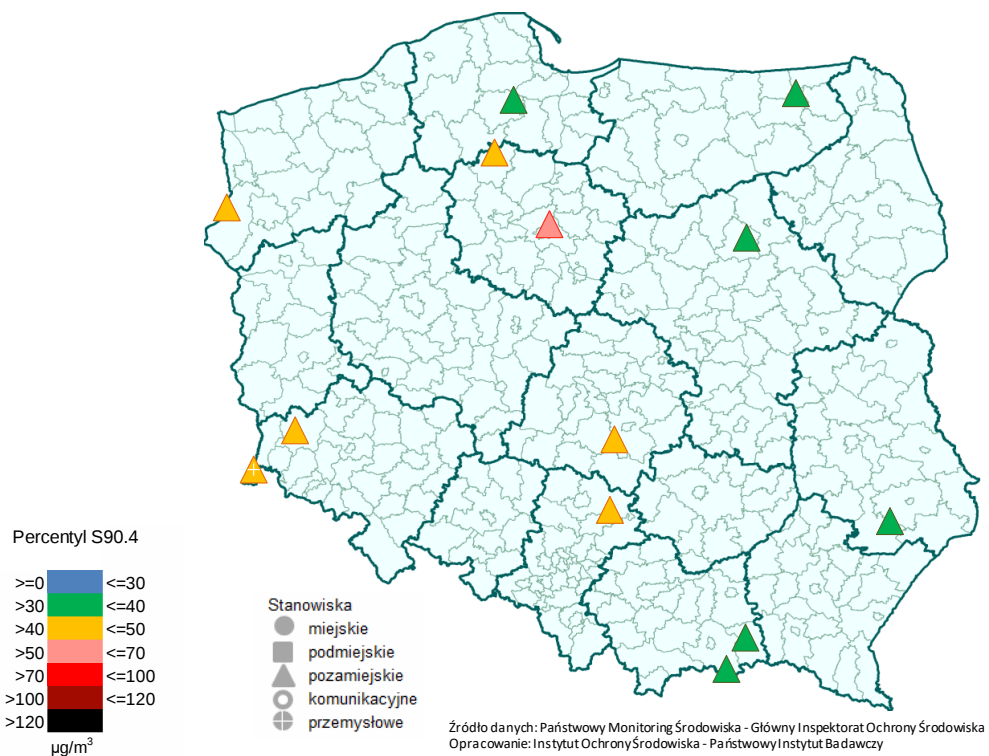
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

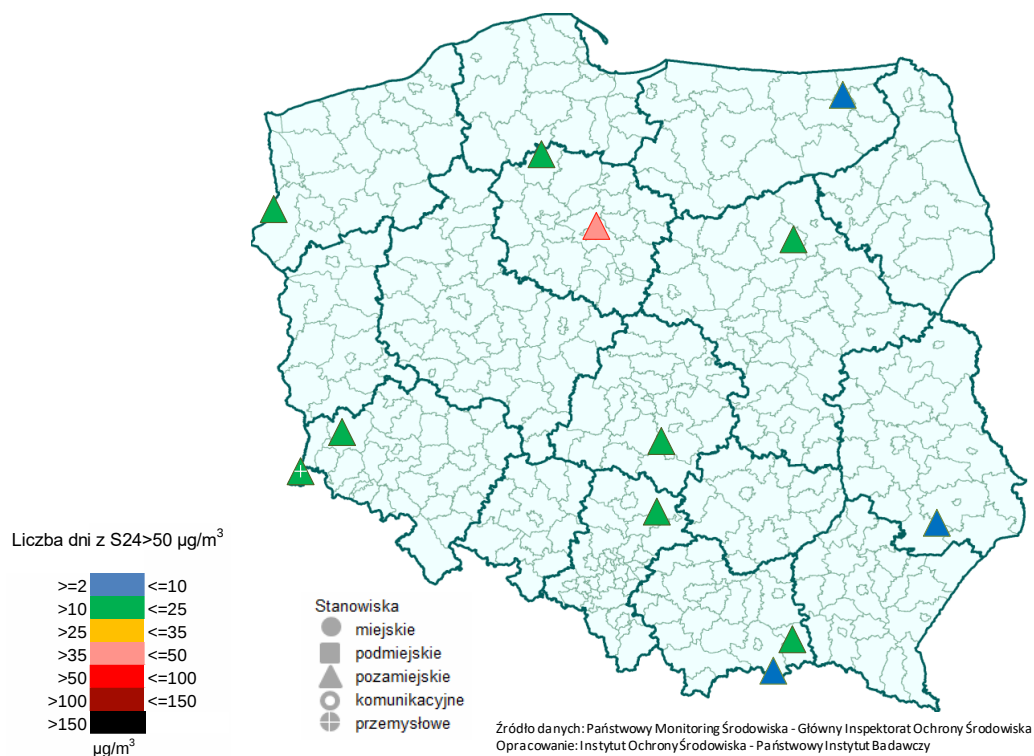
Województwo	Miejscowość	Kod stacji	Typ stanowiska	Stężenie średnie roczne PM10	Percentyl S90.4 ze stężeń 24-godz. PM10	Liczba dni ze stężeniem 24-godz. PM10 wyższym od 50 µg/m ³
				µg/m ³	µg/m ³	
dolnośląskie	Działoszyn	DsDziałoszyn	przemysłowa	28.9	47	23
dolnośląskie	Osieczów	DsOsieczow21	tło	22.1	40	15
kujawsko-pomorskie	Koniczynka	KpKoniczynka	tło	28.2	56	44
kujawsko-pomorskie	Zielonka	KpZielBoryTu	tło	19.8	40	11
lubelskie	Florianka	LbFlorianRPN	tło	21.5	36	2
łódzkie	Parzniewice	LdParzniUjWo	tło	25.2	43	25
małopolskie	Złockie	MpMuszynZloc	tło	20.0	34	6
małopolskie	Szymbark	MpSzymbaGorl	tło	22.7	38	16
mazowieckie	Guty Duże	MzGutyDuCzer	tło	20.9	39	11
pomorskie	Liniewko Kościerskie	PmLinieKos17	tło	17.9	38	4
śląskie	Złoty Potok	SlZlotPotLes	tło	26.4	43	23
warmińsko-mazurskie	Puszcza Borecka	WmPuszczaBor	tło	16.8	30	3
zachodniopomorskie	Widuchowa	ZpWiduBulRyb	tło	26.9	46	21



Rys. 5-32. Stężenia średnie roczne pyłu PM10 w 2018 r. na stanowiskach pozamiejskich



Rys. 5-33. Percentyl S90.4 z serii pomiarów 24-godz. stężeń pyłu PM10 w 2018 r. na stanowiskach pozamiejskich



Rys. 5-34. Liczba dni w 2018 r. ze stężeniem 24-godz. pyłu PM10 wyższym od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ określona na podstawie pomiarów na stanowiskach pozamiejskich

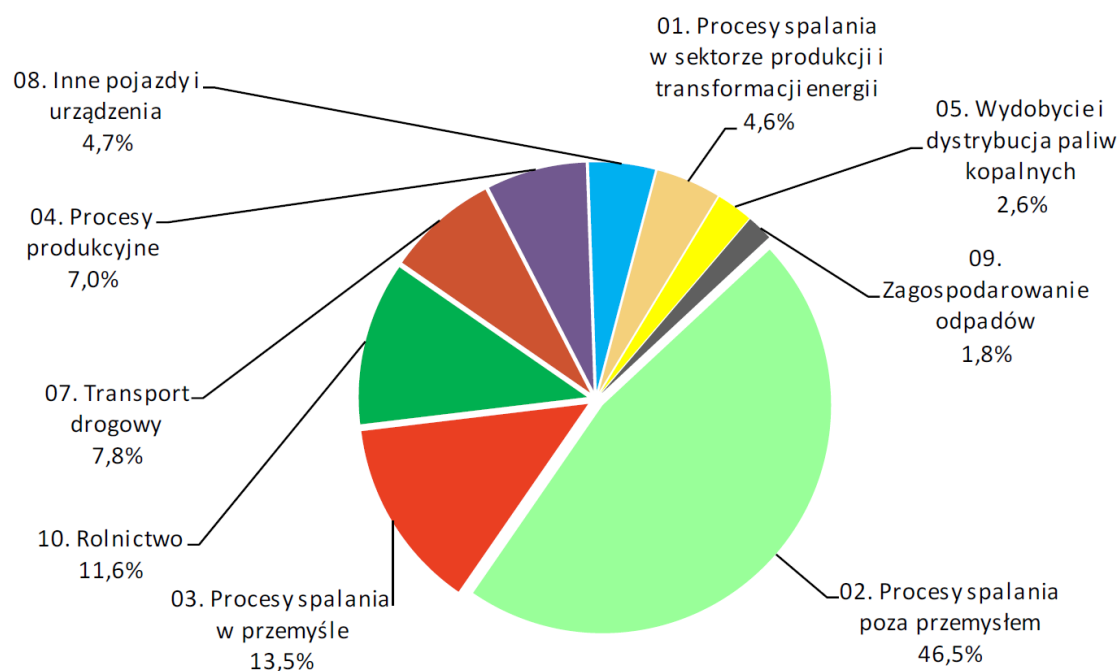
5.5. Przyczyny występowania wysokich stężeń pyłu PM10 w Polsce oraz możliwe środki zaradcze

Zgodnie z danymi Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE), głównym źródłem emisji pyłu PM10 do atmosfery w Polsce są procesy spalania paliw poza przemysłem (Rys. 5-35). Emisja z tych procesów stanowiła ok. 47% całkowitej emisji pyłu z terenu kraju w 2017 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 z budownictwem mieszkaniowym, 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 PM10 (i PM2.5) 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 PM10 (również PM2.5 i NO₂).

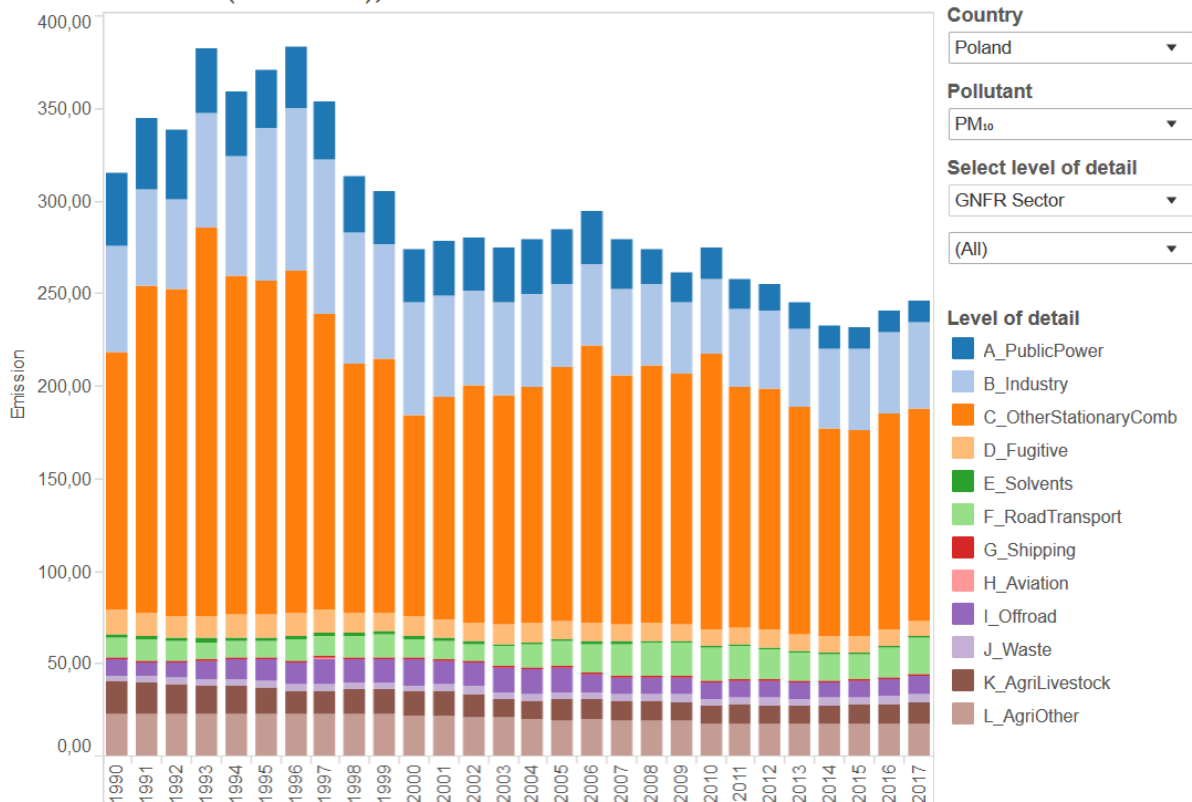
Emisja pyłu PM10 z procesów spalania w przemyśle (14%), procesów produkcyjnych (7%) oraz z sektora produkcji i transformacji energii (5% emisji krajowej) między innymi ze względu na sposób wprowadzania zanieczyszczeń do powietrza (np. wysokie kominy elektrowni), położenie przemysłowych źródeł emisji 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. 5-35. Udział poszczególnych sektorów w emisji pyłu PM₁₀ w Polsce w roku 2017.
Źródło: IOŚ-PIB KOBIZE 2019

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 20 June 2019.

Rys. 5-36. Emisja pyłu PM₁₀ z Polski w latach 1990-2017.

Źródło: http://www.ceip.at/ms/ceip_home1/ceip_home/data_viewers/official_tableau/

Emisja pierwotnego pyłu PM10 w Polsce w 2017 r. wynosiła 246 tys. Mg/rok (KOBIZE 2019). Jak wspomniano wyżej, największy udział w emisji pyłu PM10 (47%) mają procesy spalania paliw poza przemysłem (Rys. 5-35). 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 2000-2017 (Rys. 5-36) i w związku z tym stężenia PM10 w wielu miejscach w Polsce były w tym roku najwyższe (Rys. 5-20, Rys. 5-21). Emisja pyłu PM10 z terenu Polski w latach 2014-2017 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), 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 stężenia PM10 jest transport drogowy. Emitory związane z indywidualnym ogrzewaniem mieszkań i budynków usytuowane są w obszarach z budownictwem mieszkaniowym, na niewielkich wysokościach nad poziomem gruntu, przez co bezpośrednio kształtują poziom zanieczyszczenia w miejscach przebywania ludzi. Emisje z transportu drogowego mają miejsce 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 (kategoria: procesy spalania paliw poza przemysłem) 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 GIOŚ¹⁰.

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

1. Wprowadzenie standardów jakościowych na paliwa stałe.

Przykładem działania tego typu jest Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 27 września 2018 r. w sprawie wymagań jakościowych dla paliw stałych¹¹. Określa ono wymagania jakościowe dla różnego typu paliw: węgla kamiennego, brykietów lub peletów o różnych sortymentach oraz paliw otrzymanych w procesie przeróbki termicznej węgla kamiennego lub brunatnego. Zdefiniowano minimalne i maksymalne dopuszczalne wartości wybranych parametrów jakościowych, np. zawartości: popiołu, siarki całkowitej, wilgoci całkowitej, wartości opałowej, zdolności spiekania czy wymiarów ziaren. Dla części paliw podane wymagania obowiązują do dnia 30 czerwca 2020 r.

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 roku¹². Z zagadnieniem tym wiążą się również inne, opublikowane w roku 2018, akty wykonawcze, dotyczące metod badania jakości paliw stałych¹³, sposobu pobierania próbek paliw stałych¹⁴ czy wzoru świadectwa jakości paliw stałych¹⁵.

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

W 2017 r. wprowadzono, na drodze rozporządzenia szczegółowe wymagania dla wprowadzanych do obrotu i do użytkowania kotłów na paliwo stałe o znamionowej mocy cieplnej nie większej niż 500 kW¹⁶. W 2019 r. wydano rozporządzenie

¹⁰ http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/content/air_protection_programs

¹¹ Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 27 września 2018 r. w sprawie wymagań jakościowych dla paliw stałych (Dz. U. 2018 r., poz. 1890)

¹² Dz. U. z 2018 r. poz. 427, 650, 1654 i 1669

¹³ Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 27 września 2018 r. w sprawie metod badania jakości paliw stałych (Dz. U. 2018 r., poz. 1893)

¹⁴ Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 27 września 2018 r. w sprawie sposobu pobierania próbek paliw stałych (Dz. U. 2018 r., poz. 1891)

¹⁵ Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 27 września 2018 r. w sprawie wzoru świadectwa jakości paliw stałych (Dz. U. 2018 r., poz. 1892)

¹⁶ Rozporządzenie ministra rozwoju i finansów z dnia 1 sierpnia 2017 r. w sprawie wymagań dla kotłów na paliwo stałe (Dz.U. 2017 poz. 1690).

aktualizujące te z 2017 roku¹⁷, 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. Promowanie modernizacji indywidualnych systemów grzewczych - zastępowania starych nisko sprawnych kotłów i pieców przez niskoemisyjne nowe kotły na paliwo w powiązaniu ze zmianą paliwa na lepszej jakości; promowanie zastępowania pieców i kotłów na paliwa stałe innymi źródłami ciepła, mniej uciążliwymi dla środowiska (gaz ziemny i płynny, lekki olej opałowy, źródła geotermalne, pompy ciepła, kolektory słoneczne, instalacje fotowoltaiczne), poprzez popularyzację wiedzy na ten temat i wsparcie finansowe; stopniowa likwidacja nieefektywnych źródeł ciepła; wspieranie termoizolacji budynków.

Wyrazem działań o charakterze finansowo-promocyjnym jest prowadzony przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej program „Czyste Powietrze”. 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 jednorodzinne¹⁸. 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:¹⁹

- 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 uzasadnione ekonomicznie. Dodatkowo

¹⁷ Rozporządzenie Ministra Przedsiębiorczości i Technologii z dnia 21 lutego 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wymagań dla kotłów na paliwo stałe (Dz.U. 2019 poz. 363)

¹⁸ <http://www.nfosigw.gov.pl/czyste-powietrze/>

¹⁹ <http://powietrze.mos.gov.pl/>

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, np. w Warszawie, zgodnie z zapisami Uchwały 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 wodnej²⁰, która weszła 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 opalane paliwem gazowym lub trwałą likwidację dotychczas wykorzystywanych źródeł ciepła i wykonanie indywidualnego węzła cieplnego z jednoczesnym podłączeniem do sieci ciepłowniczej. Dotacją mogą być tu objęte tylko nowe instalacje i urządzenia.

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

W IOŚ-PIB, w ramach programu priorytetowego „Wsparcie Ministra Środowiska w zakresie realizacji polityki ochrony środowiska” finansowanego ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW) została uruchomiona baza urządzeń grzewczych spełniających wymagania programu priorytetowego „Czyste Powietrze”. Baza zawiera informacje o będących na rynku urządzeniach grzewczych na paliwa stałe, ciekłe i gazowe a także urządzenia wykorzystujące odnawialne źródła energii. Baza umożliwia 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.

Realizacji celu dotyczącego podniesienia świadomości związanej z zagrożeniami zdrowotnymi wynikającymi z zanieczyszczenia powietrza oraz możliwościami ograniczania emisji służą kampanie społeczne prowadzone zarówno przez instytucje rządowe, samorządy lokalne, jak i organizacje pozarządowe. Przykładem mogą być: kampania „Czyste Powietrze” realizowana przez Ministerstwo Środowiska²², ogólnopolska kampania na rzecz kształtowania odpowiedzialnych postaw społecznych

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-urządzenia.ios.edu.pl/>

²² <http://powietrze.mos.gov.pl/kampania/idea-kampanii>

w kontekście troski o czyste powietrze StopSmog zrealizowana ze środków Mechanizmu Finansowego EOG 2009-2014 w ramach Funduszu Współpracy Dwustronnej na poziomie Programu Operacyjnego PL04²³, czy projekt realizowany w ramach Narodowego Programu Zdrowia Ministerstwa Zdrowia pn. „Czas na czyste powietrze”²⁴. Istotne są również działania o charakterze edukacyjnym prowadzone przez różne organizacje społeczne i jednostki, dofinansowywane np. ze środków Narodowego Funduszy Ochrony Środowiska lub funduszy wojewódzkich czy samorządów lokalnych.

6. Rozwój technologii nowych paliw niskoemisyjnych.
7. Promowanie budownictwa energooszczędnego i pasywnego.
8. Wdrażanie prawodawstwa wymuszającego zmiany w projektowaniu i budowaniu budynków prowadzące do zmniejszenia zużycia energii w budynkach mieszkalnych i innych.

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 usytuowanie²⁵.
9. Rozwój i modernizacja systemów zaopatrzenia w ciepło sieciowe.
10. Rozbudowa systemów dystrybucji sieciowego gazu ziemnego.
11. Wprowadzenie do regulaminów porządku publicznego zakazu spalania odpadów roślinnych (np. ścięta trawa, liście, chwasty, świeżo ścięte gałęzie, ścinki z żywopłotów itp.) z przydomowych ogródków i z ogródków działkowych oraz zorganizowanie systemu odbioru odpadów zielonych. Wprowadzenie zakazu spalania resztek roślinnych na polach.
12. Wprowadzanie lokalnych ograniczeń w zakresie stosowania paliw stałych do ogrzewania budynków i podgrzewania wody użytkowej oraz urządzeń grzewczych na paliwa stałe.

Część z wymienionych powyżej działań 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

²³ <http://ios.edu.pl/projekt/kampania-edukacyjna-stop-smog/>

²⁴ <https://czasnaczystepowietrze.pl/>

²⁵ 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)

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 Środowiska²⁶.

Aktualnie uchwały antysmogowe zostały przyjęte dla województw:

- małopolskiego - uchwała z dnia 23 stycznia 2017 r.
- śląskiego - uchwała z dnia 7 kwietnia 2017 r.
- dolnośląskiego - uchwała z dnia 30 listopada 2017 r.
- mazowieckiego - uchwała z dnia 24 października 2017 r.
- łódzkiego - uchwała z dnia 24 października 2017 r.
- wielkopolskiego - uchwała z dnia 18 grudnia 2017 r.
- opolskiego - 26 września 2017 r.
- podkarpackiego - uchwała z dnia 23 kwietnia 2018 r.
- lubuskiego - uchwała z dnia 18 czerwca 2018 r.

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 spalanego w piecach i kotłach,
- wymagania jakościowe kotłów, pieców i kominków.

Przykładem są obowiązujące przepisy zakazujące stosowania paliw stałych od 1 września 2019 roku na obszarze Krakowa²⁷. Oznacza to, że w Krakowie w instalacjach spalania paliw dopuszczone jest stosowanie wyłącznie paliw gazowych lub lekkiego oleju opałowego. Należy podkreślić, że przepisy te dotyczą również wytwarzania ciepła na cele niegrzewcze i nie ograniczają się wyłącznie do budynków prywatnych. Obejmują również

²⁶ <https://powietrze.malopolska.pl/antysmogowa/>

²⁷ 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

okazjonalne używanie kominków, ogrzewanie budynków gospodarczych, instytucji publicznych, szklarni i tuneli, suszarni i obiektów gastronomicznych.

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.

Działania te obejmują zarówno zmiany organizacji ruchu, jak i budowę i wdrażanie rozwiązań technicznych, tzw. inteligentnych systemów transportowych (ITS). Ich prawidłowe zaprojektowanie oraz budowa mogą prowadzić do zmniejszenia emisji zanieczyszczeń, poprzez np. właściwe rozłożenie potoków ruchu, zwłaszcza w sytuacjach epizodów wysokich stężeń pyłu, spowodowanych np. warunkami meteorologicznymi, zwiększenie płynności ruchu i zmniejszenie kongestii, sterowanie utrzymania prędkością przejazdów, dostarczanie odpowiednich bieżących informacji kierowcom dotyczących np. warunków ruchu i sugestii określonych zachowań, 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 już wdrożone w części polskich miast, w kilku innych są aktualnie projektowane i budowane. ITS jest jednym z elementów systemu inteligentnego miasta (smart city), czyli miasta, w którym wykorzystuje się technologie informacyjno-komunikacyjne w celu zwiększenia interaktywności i wydajności infrastruktury miejskiej i jej komponentów składowych oraz zwiększenia efektywności zarządzania miastem (w tym zarządzania jakością powietrza) i w konsekwencji podniesienia jakości życia mieszkańców.

3. Wydzielanie w miastach stref dla ruchu pieszego z ograniczonym dostępem pojazdów samochodowych (wdrażanie 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, ale samorządy miast mających problemy z jakością powietrza mogą ustanowić na swoim terenie strefy ograniczonego wjazdu w oparciu o Ustawę o elektromobilności²⁸. Ustawa 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.

Wprowadzenie opłat za parkowanie powinno zniechęcać do wjazdu samochodami osobowymi do centralnych części miast. W zamian powinno się używać innych środków transportu, w tym transportu zbiorowego (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.

Dla samochodów, które mimo opłat parkingowych wjechały do miasta, powinna być dostateczna liczba miejsc parkingowych, by kierowcy poszukujący wolnych miejsc nie generowali dodatkowego ruchu (i zanieczyszczenia powietrza).

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

6. Eliminowanie z ruchu pojazdów nie spełniających norm emisyjnych.

Działania tego typu mogą być realizowane za pomocą, między innymi, okresowych badań technicznych i kontroli drogowych prowadzonych przez uprawnione służby.

7. System zachęt do wymiany samochodów na nowe pojazdy niskoemisyjne. Rozwój infrastruktury niezbędnej do upowszechnienia samochodów z napędem elektrycznym, hybrydowym lub wodorowym.

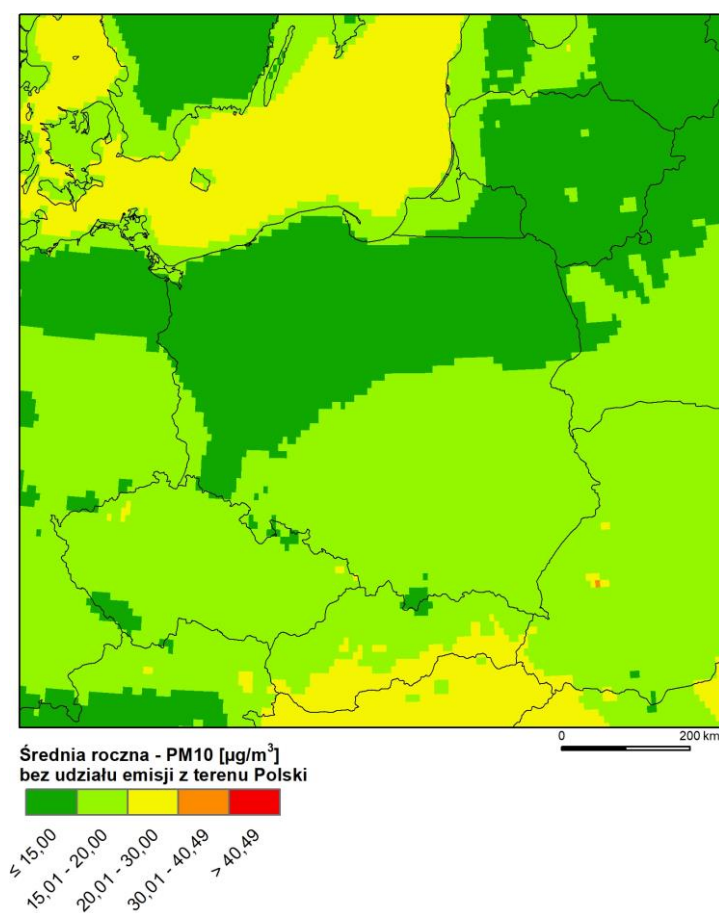
8. Instrumenty skłaniające do ograniczania przewozu ładunków transportem samochodowym na rzecz kolei i transportu wodnego.

9. Rozwój infrastruktury kolejowej i sieci połączeń kolejowych oraz odpowiednie kształtowanie taryf biletowych w celu zachęty do podróżowania koleją zamiast samochodami osobowymi i autobusami.

²⁸ Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. 2018 poz. 317)

10. Rozbudowa systemu ścieżek rowerowych i wprowadzanie ułatwień ruchu dla rowerzystów.
11. Budowa obwodnic miast i miejscowości.
12. Modernizacja i przebudowa dróg, w tym z zastosowaniem technologii ograniczających emisje 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. 5-37.



Rys. 5-37. Stężenia średnie roczne pyłu PM10 pochodzącego ze źródeł zagranicznych dla 2018 roku na podstawie wyników modelowania. Źródło: IOŚ-PIB 2019

6. Ocena zanieczyszczenia powietrza pyłem PM2.5 w skali kraju

6.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń PM2.5

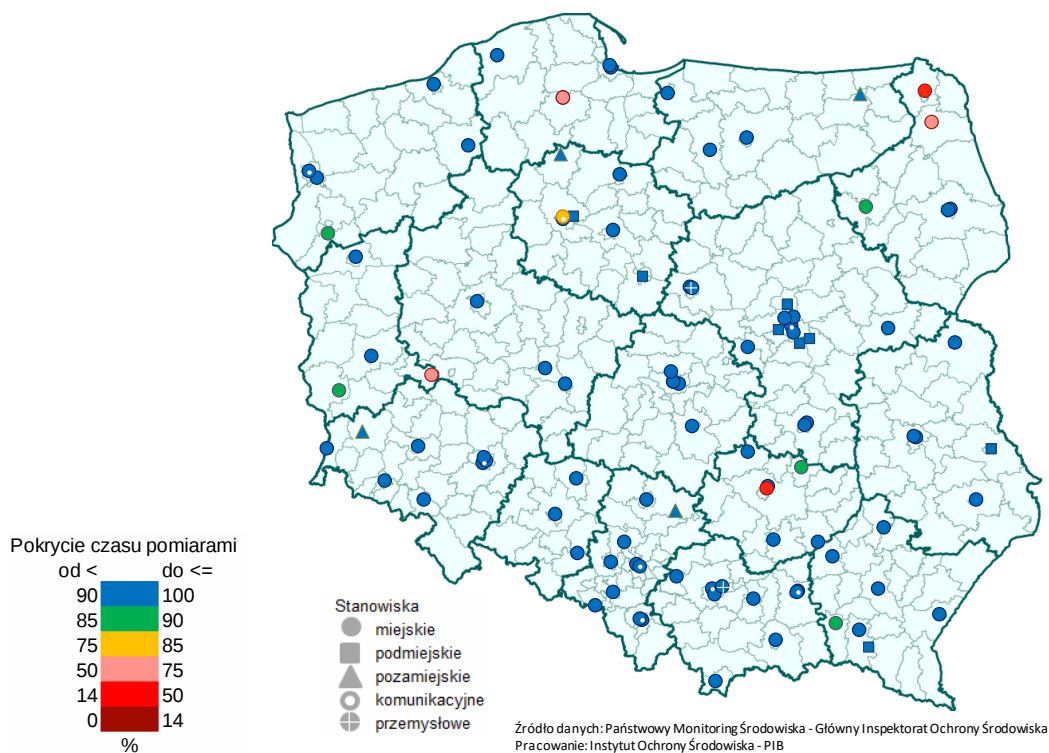
Informacje zawarte w niniejszym rozdziale przygotowano na podstawie serii wyników pomiarów stężeń pyłu PM2.5 wykorzystanych przez Regionalne Wydziały Monitoringu Środowiska (RWMS) do opracowania ocen jakości powietrza na terenie poszczególnych województw, serii które pozytywnie przeszły dodatkowy przegląd przeprowadzony na poziomie krajowym. Niezbędne informacje pozyskano z zasobów krajowej bazy JPOAT2,0.

Spośród zgromadzonych w bazie JPOAT2,0 danych ze 128 stanowisk pomiarowych PM2.5, na potrzeby oceny jakości powietrza za rok 2018 wykorzystano dane ze 100 stanowisk. Wyniki niewykorzystane w opracowaniu to w większości przypadków wyniki pomiarów z jednego z dwóch stanowisk stężeń PM2.5 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.

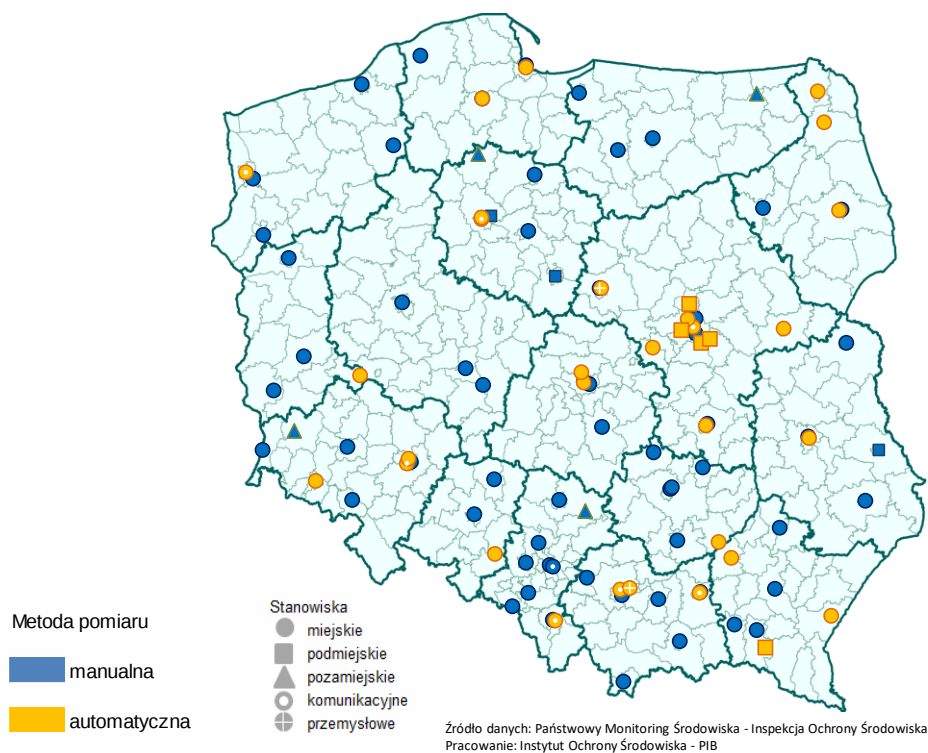
W 2018 r. na wszystkich stanowiskach prowadzone były pomiary manualne codzienne lub ciągle automatyczne. Spośród serii wyników pomiarów stężeń pyłu PM2.5 uwzględnionych w opracowaniu, zdecydowana większość spełniała wymagania dotyczące kompletności serii pomiarowych, pozwalające na prawidłowe obliczanie normowanego stężenia średniego rocznego. W 2018 r. na ok. 89% stanowisk uzyskano pokrycie roku pomiarami przekraczające 90%, a na 94% kompletność nie mniejszą niż 85% (Rys. 6-1).

Wśród stanowisk pomiarowych przeważały zlokalizowane na obszarach miast – 88 stanowisk, w tym 79 tła miejskiego, 8 komunikacyjnych i jedno zlokalizowane w strefie oddziaływania przemysłu. Na obszarach pozamiejskich zlokalizowanych było 4 stanowiska, 8 stanowisk zaklasyfikowano jako podmiejskie (Rys. 6-1).

Z ogólnej liczby 100 stanowisk, z których wyniki wykorzystano w raporcie, na 66 z nich wykorzystywano metody manualne, na pozostałych 34 pomiar stężeń PM2.5 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 2018 rok, z uwzględnieniem typu stanowiska, rodzaju obszaru lokalizacji i kompletności serii pomiarowej



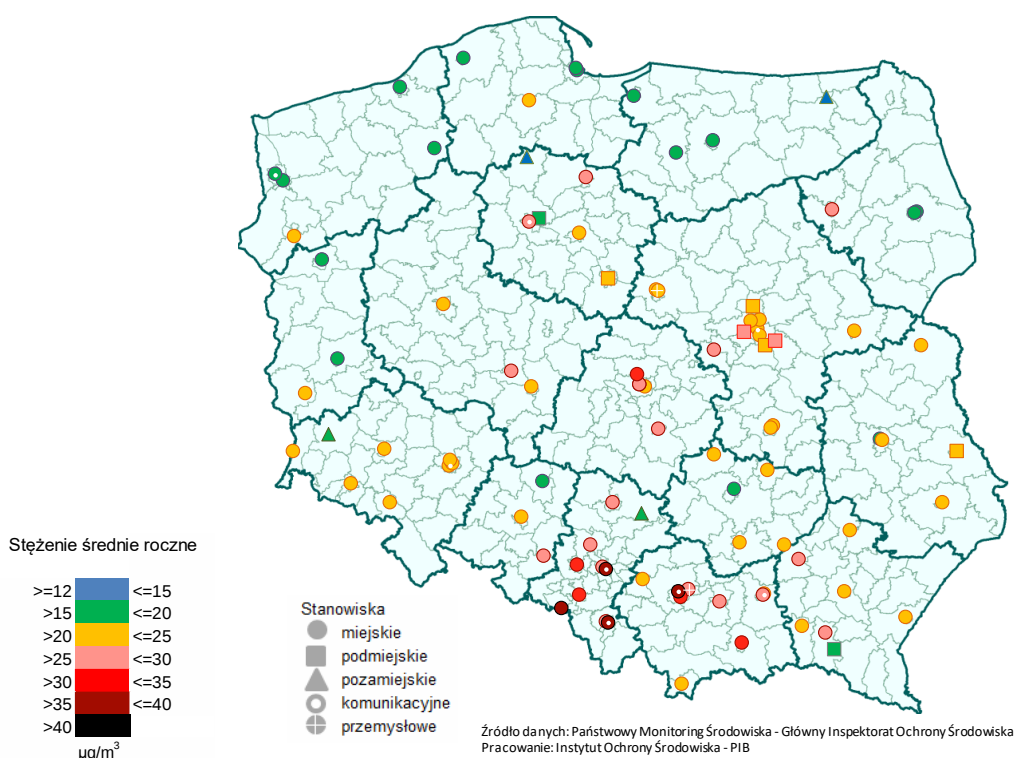
Rys. 6-2. Metoda pomiarów stężeń pyłu PM_{2.5} na stanowiskach, z których dane wykorzystano w raporcie za 2018 rok

6.2. Informacje o stężeniach PM_{2.5} w 2018 roku

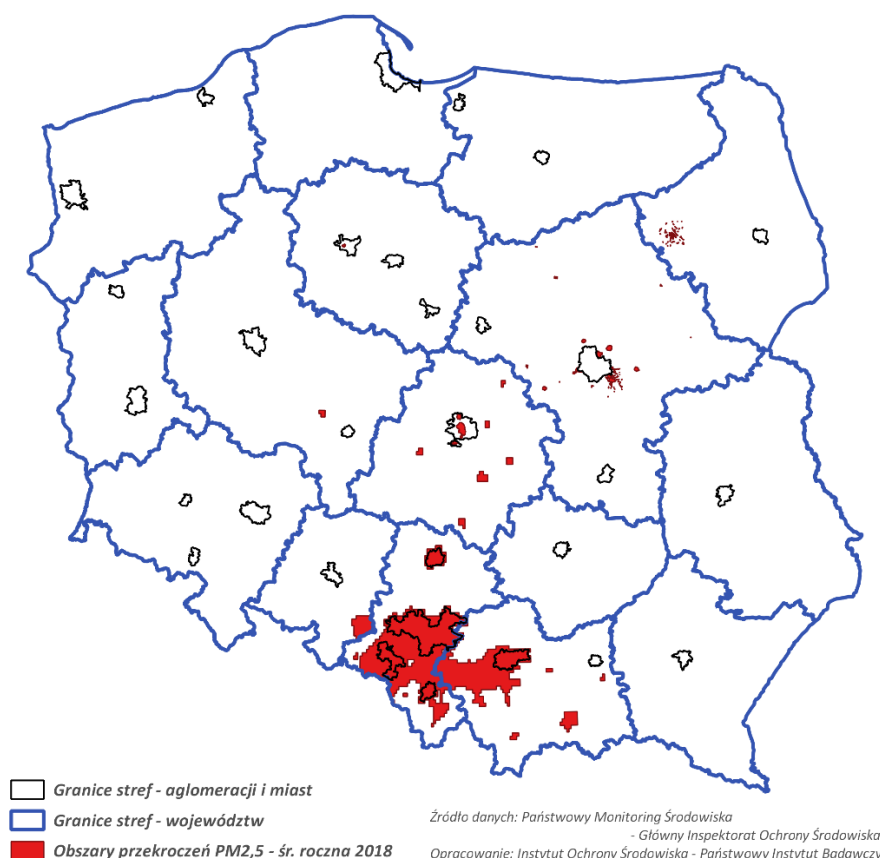
Stężenia średnie roczne pyłu PM_{2.5} w 2018 r., obliczone na podstawie wyników pomiarów na 94 stanowiskach, zawierały się w granicach od 12 do 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Rys. 6-3).

Najwyższe stężenia średnie roczne zanotowano na stacji komunikacyjnej w Krakowie (39.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Spośród stacji tła miejskiego najwyższe stężenie średnie roczne wystąpiło w Godowie w oj. śląskim (38.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Są to stężenia przewyższające poziom dopuszczalny o 50% i więcej. W północnej i zachodniej części kraju stężenia PM_{2.5} były niższe niż w części południowej i centralnej. W województwach: lubuskim, zachodniopomorskim, pomorskim i warmińsko-mazurskim, stężenia średnie roczne uzyskane z pomiarów nie przekraczały 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a w 6 województwach stężenia średnie roczne nie przekraczały 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe stężenie średnie roczne na stacji pozamiejskiej wynosiło 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Złoty Potok w woj. śląskim).

Obszary przekroczeń poziomu dopuszczalnego dla średniego rocznego stężenia pyłu PM_{2.5}, określone przez RWMŚ dla roku 2018, występują przede wszystkim w centralnej i południowej części kraju (Rys. 6-4).



Rys. 6-3. Stężenia średnie roczne pyłu PM_{2.5} w 2018 r.



Rys. 6-4. Obszary przekroczeń poziomu dopuszczalnego dla stężenia średniego rocznego pyłu PM_{2,5} w 2018 r.

Na Rys. 6-5 (mozaika) przedstawiono przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM_{2.5} w 2018 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.

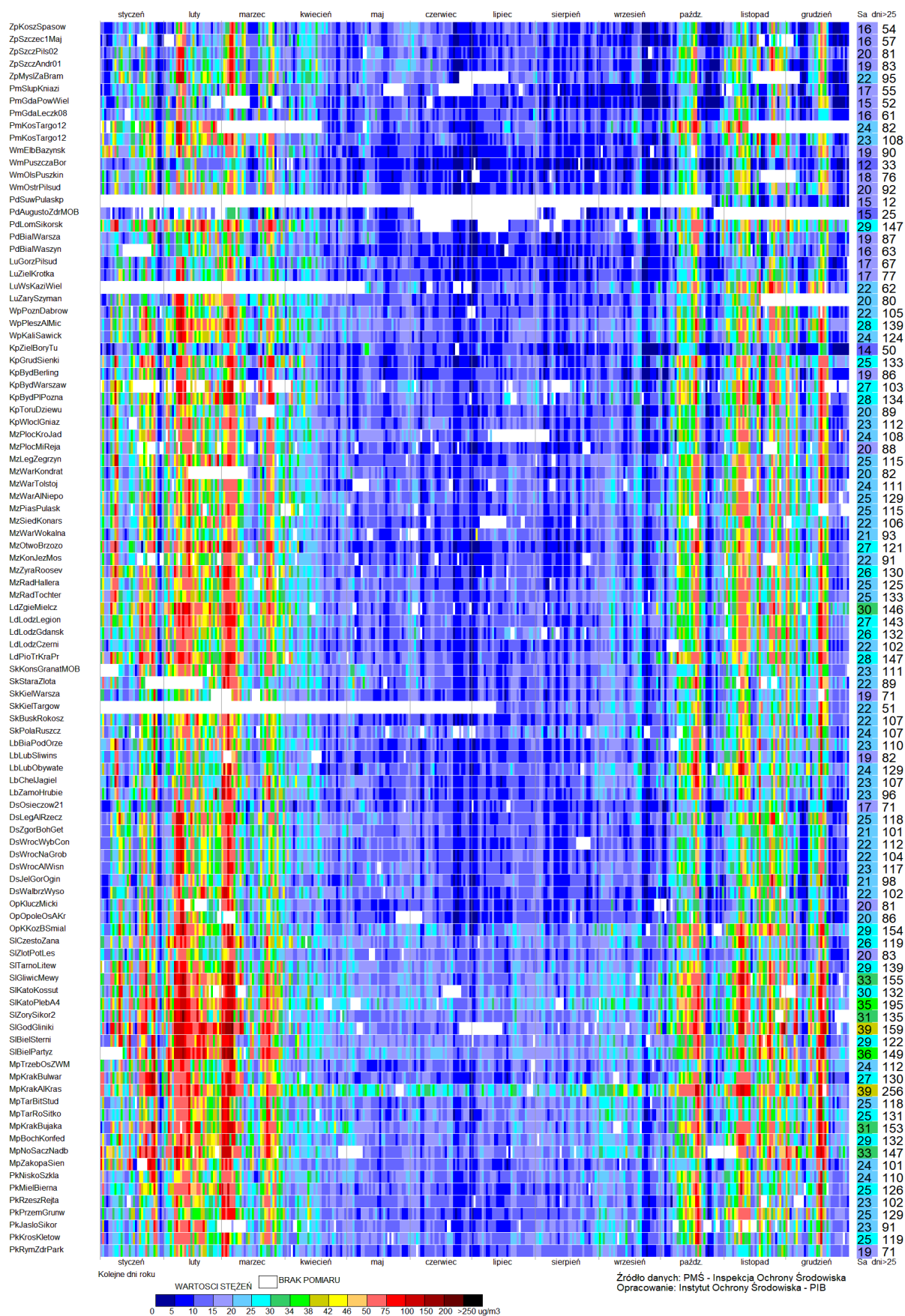
W efekcie nakładania się zmian warunków meteorologicznych i wywołanych przez nie zmian emisji pyłu (oraz emisji jego prekursorów – SO₂ i NO₂), na zmiany emisji zanieczyszczeń wynikające z innych przyczyn (np. dobowy i tygodniowy cykl zmienności emisji zanieczyszczeń z komunikacji, dobowy i tygodniowy, 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 2018 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 2018 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 2018 roku niekorzystne warunki meteorologiczne nad Polską utrzymywały się między innymi na początku lutego, na początku marca, ale także w innych okresach sezonu chłodnego.

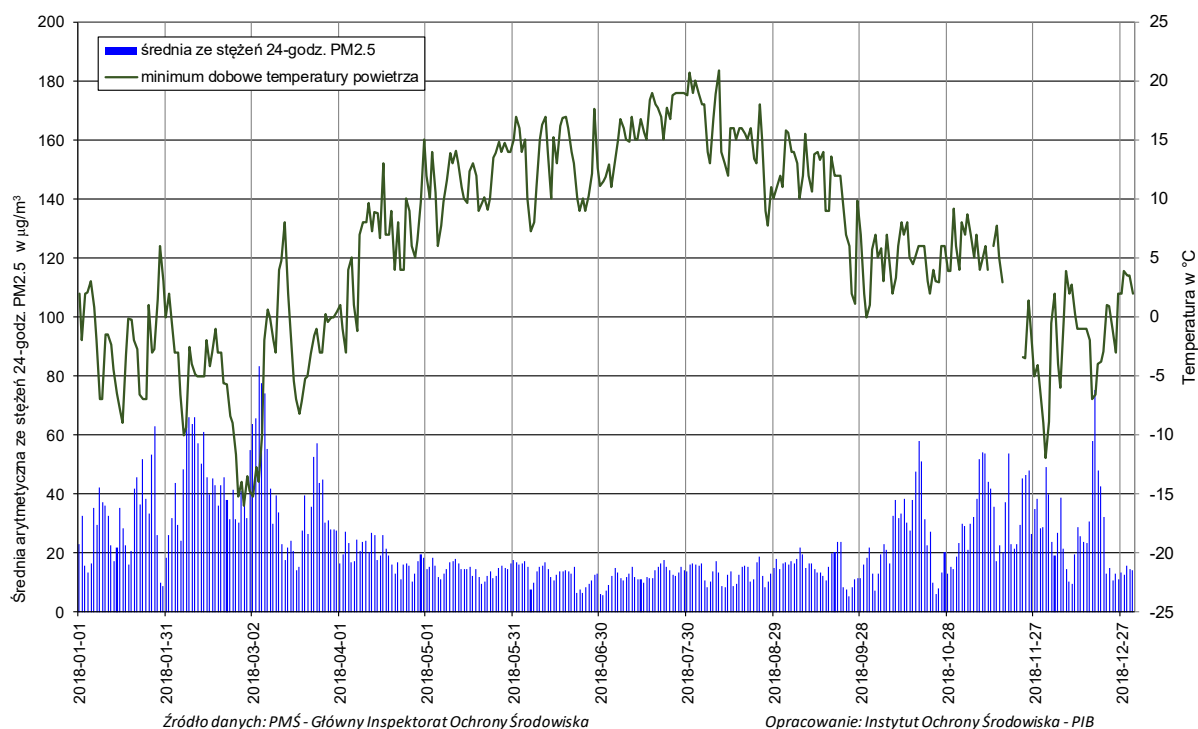
W sezonie grzewczym, w niektóre dni, stężenia 50 µg/m³ przekraczane były nawet na przeszło 80% stanowisk pomiarowych w kraju, podczas gdy w okresie od 11 kwietnia do 29 września przekroczenia takie nie wystąpiły ani raz na żadnym stanowisku (Rys. 6-7). W pierwszym i czwartym kwartale wystąpiły 2924 przypadki przekroczeń poziomu 50 µg/m³ na stanowiskach pomiarowych w kraju, w drugim i trzecim kwartale - łącznie 8 przypadków. Uśrednione stężenie dla wszystkich stanowisk wynosiło w sezonie chłodnym 33 µg/m³, podczas gdy średnia dla sezonu ciepłego (II i III kwartał) to 14 µg/m³.

Stężenie dobowe 25 µg/m³ (stężenie dopuszczalne według WHO) przekraczane było w niektóre dni sezonu chłodnego na wszystkich stacjach pomiarowych (7 i 11.02.2019 oraz 5.03.2019 r.). W sezonie chłodnym przekroczenia takie występowały średnio na 56% stacji, w sezonie ciepłym na 6% stacji (Rys. 6-8).

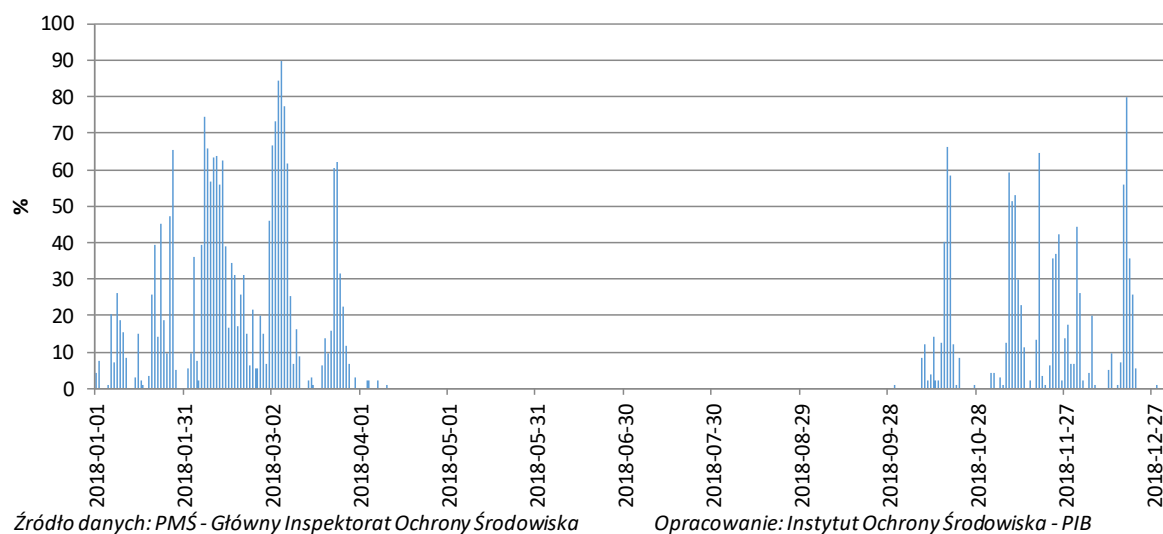


Rys. 6-5. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM_{2.5} w 2018 r. na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Mz - mazowieckie itp.)

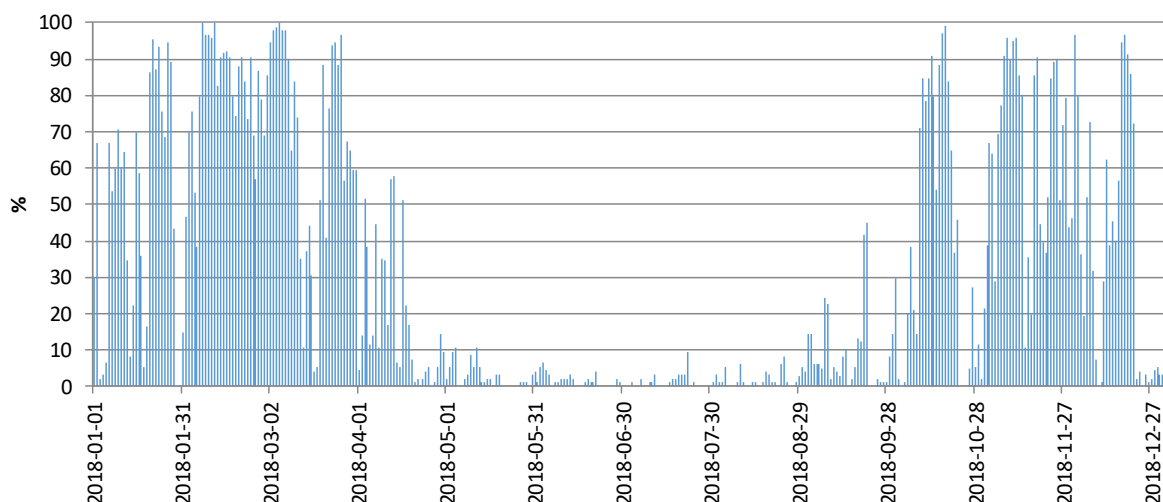
W 2018 r. najwyższe stężenia uśrednione dla wszystkich stanowisk w kraju ($83 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wystąpiły w dniu 4 marca (Rys. 6-5, Rys. 6-6). Okresy z wysokimi stężeniami pyłu rozdzielone były okresami z niższymi stężeniami. Najczęściej podwyższone uśrednione w skali kraju stężenia dobowe PM10 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 2018 r. oraz minimum dobowe 1-godzin. temperatury powietrza na stacji w Warszawie



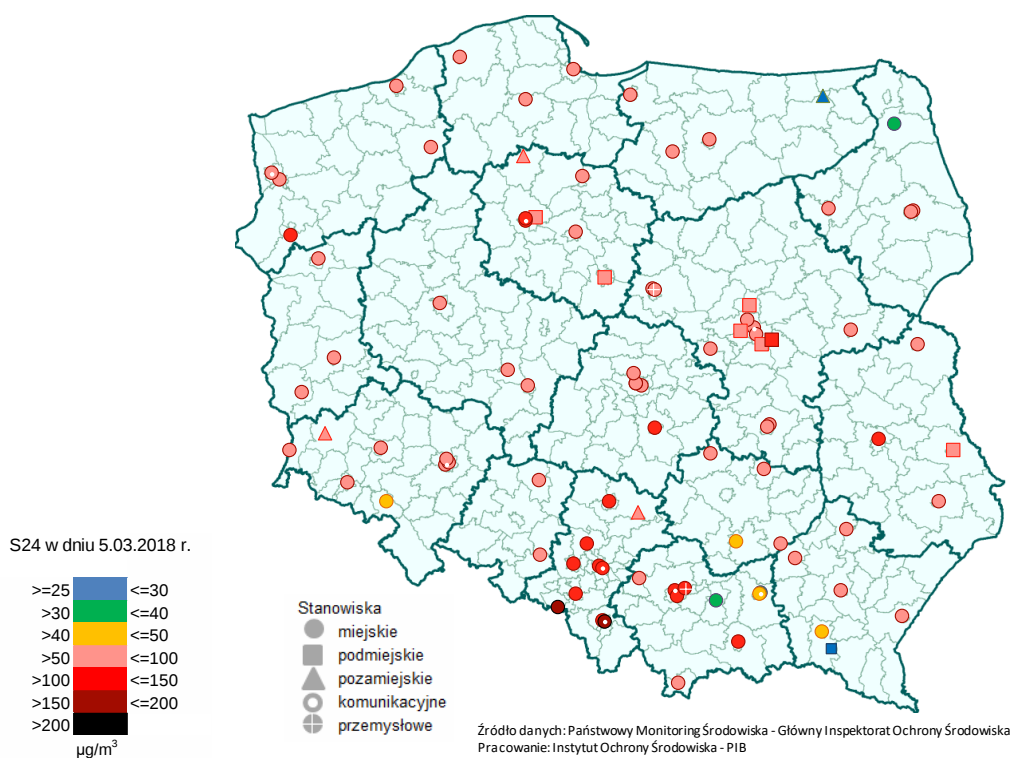
Rys. 6-7. Procent stanowisk pomiarowych pyłu PM2.5, na których stężenie 24-godz. pyłu PM2.5 przekraczało wartość $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w poszczególnych dniach 2018 r. (spośród wszystkich stanowisk, na których w danym dniu pomiary były prowadzone)



Źródło danych: PMŚ - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

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 2018 r. (spośród wszystkich stanowisk, na których w danym dniu pomiary były prowadzone)



Rys. 6-9. Stężenia 24-godz. pyłu PM_{2.5} w dniu 5.03.2018 r.

Stężenia wyższe od 50 µg/m³ na więcej niż połowie stacji w kraju wystąpiły w 2018 r. w ciągu 24 dni w styczniu, lutym, marcu, październiku i listopadzie - Rys. 6-7.

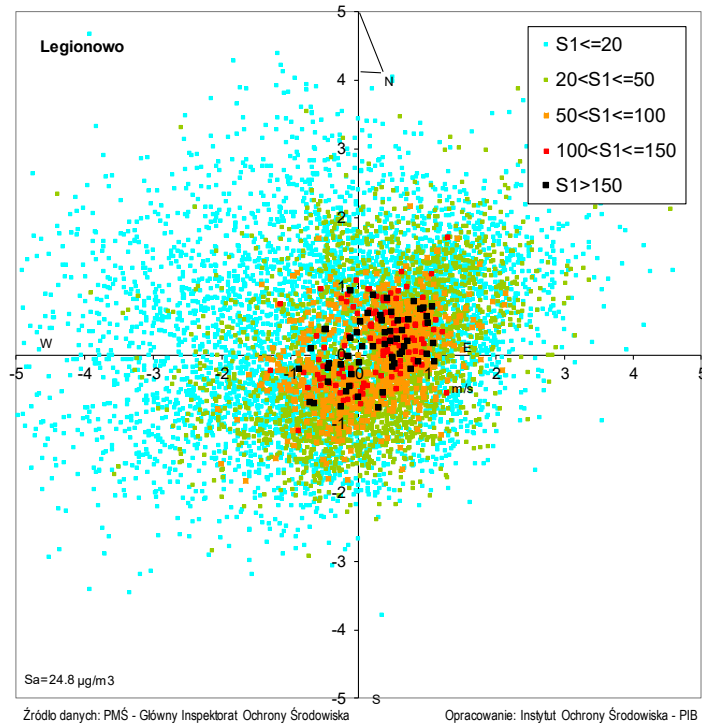
Stężenia 24-godz. PM_{2.5} wyższe od 50 µg/m³ na więcej niż 80% stacji w kraju wystąpiły w dniach 4-5.03.2018 r. Na Rys. 6-9 przedstawiono zanieczyszczenie powietrza pyłem PM_{2.5} w dniu 5.03.2018 r. Najwyższe stężenia PM_{2.5} wystąpiły w części miast w województwach śląskim i małopolskim. Stężenia dobowe PM_{2.5} wyższe od 50 µg/m³ wystąpiły we wszystkich

województwach. Na utworzenie się i utrzymywanie wysokich stężeń pyłu nad większością obszaru Polski znaczący wpływ miały niekorzystne warunki meteorologiczne panujące wówczas w kraju.

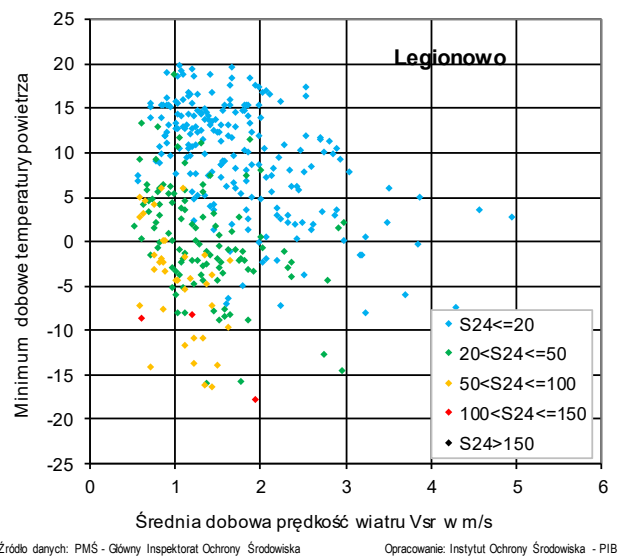
Polska znajdowała się wówczas w obszarze podwyższonego ciśnienia pomiędzy niżami znad Rosji i Europy Zachodniej, w masie powietrza polarnego kontynentalnego (Rys. 5-16). Od kilkunastu dni utrzymywały się temperatury ujemne, w Warszawie temperatura spadała do -16°C . Wiatr był słaby, 5 marca utrzymywały się mgły i zamglenia. Wyniki radiosondaży wykonanych w Legionowie wskazują na utrzymywanie się nocą inwersji temperatury przy powierzchni ziemi i stabilnej stratyfikacji powietrza w całej warstwie mieszania (Rys. 5-17).

Na przykładzie wyników pomiarów ze stacji w Legionowie k. Warszawy, na Rys. 6-10 przedstawiono zależność stężeń $\text{PM}_{2.5}$ od warunków meteorologicznych występujących w czasie pomiarów. Każdy punkt na wykresie odpowiada jednej wartości pomiarowej stężenia 1-godz. $\text{PM}_{2.5}$. Kolor punktów dobierany jest odpowiednio do wartości stężenia, zgodnie ze skalą kolorów pokazanych na rysunku. 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. Należy tu zauważyć, że w rejonie stacji pomiarowych może być zaburzony przepływ powietrza np. przez ukształtowanie terenu, budynki lub roślinność. W związku z tym, rejestrowane podczas pomiarów: prędkość i kierunek wiatru mogą nie odpowiadać kierunkowi i prędkości wiatru charakterystycznym dla ruchu powietrza w większej skali przestrzennej.

Analiza warunków występowania najwyższych stężeń 1-godz. pyłu $\text{PM}_{2.5}$, pozwala na stwierdzenie, że najwyższe stężenia pyłu notowane były najczęściej przy niskiej prędkości wiatru. Najwyższe stężenia najczęściej występują w warunkach meteorologicznych, które nie sprzyjają intensywnemu rozpraszaniu i przenoszeniu zanieczyszczeń. Warunki te nie sprzyjają też transportowi zanieczyszczeń na duże odległości. Można stąd wnioskować, że znaczący wkład w wysokie stężenia $\text{PM}_{2.5}$ notowane na stacjach miejskich i podmiejskich mogą mieć emisje z niskich źródeł emisji i z pojazdów samochodowych. Wraz ze wzrostem prędkości wiatru, stężenia 1-godz. $\text{PM}_{2.5}$ zmniejszają się.



Rys. 6-10. Stężenia 1-godz. PM_{2.5} w 2018 r. w zależności od prędkości i kierunku wiatru na stacji w Legionowie k. Warszawy



Rys. 6-11. Stężenia 24-godz. pyłu PM_{2.5} w 2018 r. w zależności od średniej dobowej prędkości wiatru i minimum dobowego temperatury powietrza na stacji w Legionowie

Na Rys. 6-11 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 6°C. Przy spadkach temperatury poniżej -10°C i średniej prędkości poniżej 2 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

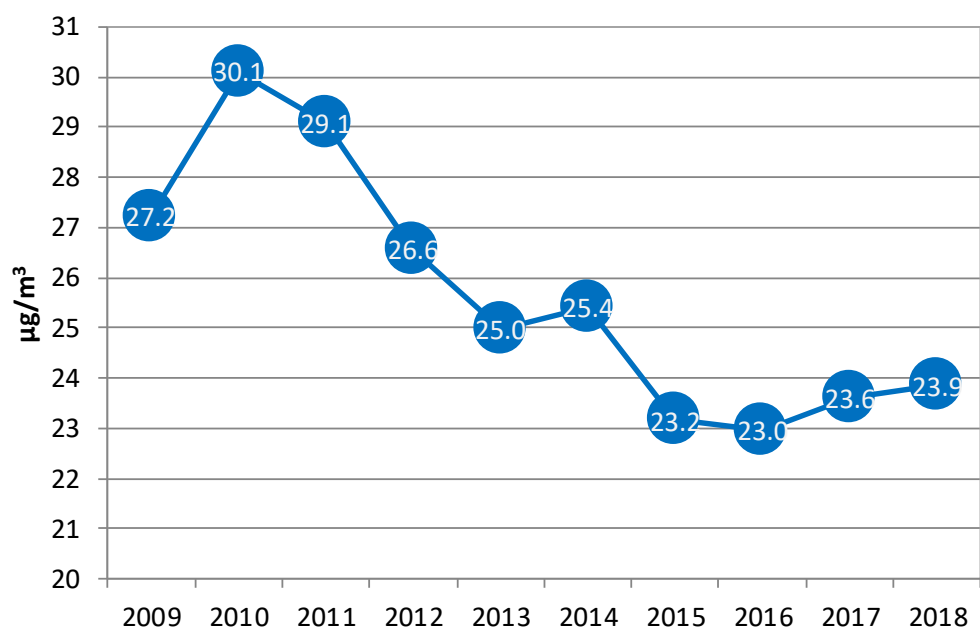
wpływ na występowanie wysokich stężeń pyłu w warunkach słabego wiatru mogą mieć emisje z pobliskich źródeł związanych z ogrzewaniem budynków.

Wraz ze wzrostem prędkości wiatru (intensyfikującym transport i dyspersję zanieczyszczeń) 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 wskaźniki odpowiadające stężeniom średnim rocznym. Wskaźnik dla Polski (Rys. 6-12), dla każdego roku, obliczany jest 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 2009-2018 zmieniała się w zakresie od -11% do +17% w stosunku do wartości średniej dla wielolecia (25.7 µg/m³). Najwyższą wartość wskaźnik osiągnął w 2010 r. W latach 2011-2013 wartość wskaźnika w kolejnych latach spadała, podobnie jak w latach 2015-2016. W 2016 r. wskaźnik osiągnął najniższą wartość. W latach 2017 i 2018 r. dwukrotnie nastąpił wzrost wskaźnika. Linia trendu, określona metodą najmniejszych kwadratów dla okresu 2009-2018 wskazuje na trend malejący wskaźnika w rozważanym okresie. W latach 2015 - 2018 wartość wskaźnika obliczonego dla kraju była niższa od poziomu dopuszczalnego Da=25 µg/m³ (w 2013 była równa tej wartości). Latami z podwyższonymi wartościami wskaźnika były 2010 i 2011 r.



Źródło danych: PMŚ - Główny Inspektorat Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 6-12. Zmiany średnich rocznych stężeń PM_{2.5} (wyrażonych w postaci wskaźnika WSa) w latach 2009-2018

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. 3-34). Mimo trendu spadkowego stężeń PM_{2.5}, w każdym z lat 2009-2018 wartość krajowego wskaźnika WK przekraczała poziom pułapu stężenia ekspozycji PSE=20 µg/m³. W 2018 r. wskaźnik WK miał taką samą wartość jak rok wcześniej.

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

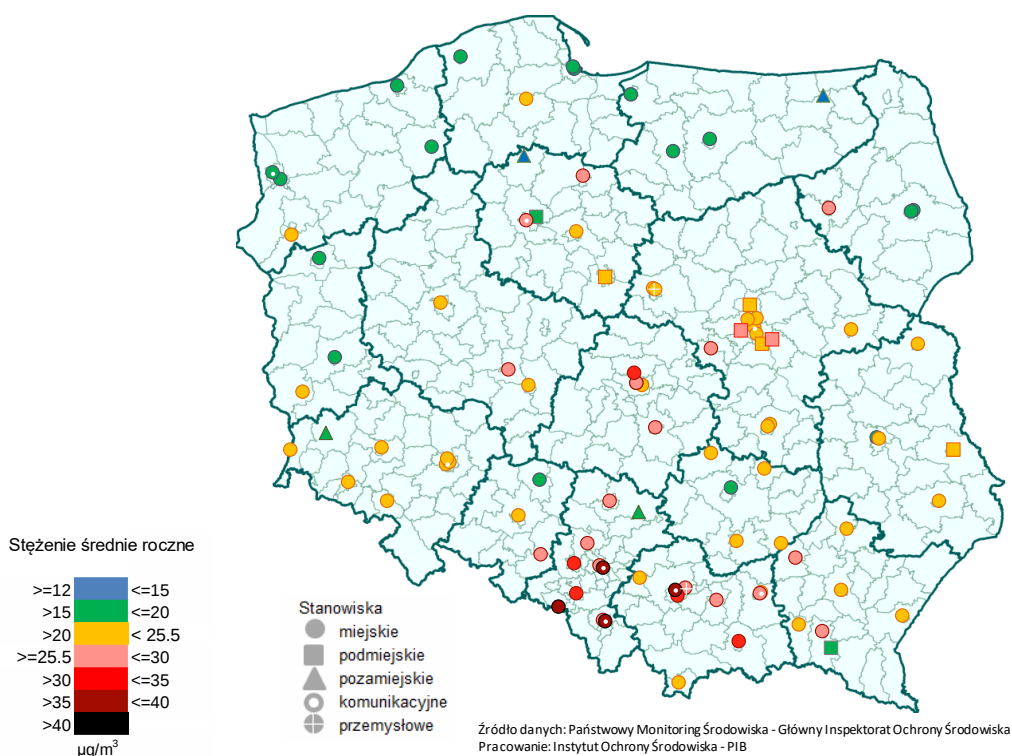
W 2018 r. na 24 z 94 (26%) stanowisk stężenie średnie roczne przekroczyło wartość poziomu dopuszczalnego²⁹ ($\text{Da}=25 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Przekroczenia te wystąpiły w miastach na terenie 8 województw (Rys. 6-13, Tab. 6.4-1). W województwach: dolnośląskim, lubuskim, zachodniopomorskim, pomorskim, lubelskim, świętokrzyskim, podkarpackim i warmińsko-mazurskim, na żadnej ze stacji pomiarowych poziom dopuszczalny nie był przekroczony.

Przekroczenia wystąpiły na 26% stanowisk tła miejskiego i na 13% stanowisk tła podmiejskiego (1 z 8) oraz na 50% stanowisk komunikacyjnych (4 z 8) – Tab. 6.4-2, Tab. 6.4-3. Na stacjach pozamiejskich w 2018 r. stężenia PM_{2.5} nie przekraczały poziomu dopuszczalnego.

Krajowy wskaźnik średniego narażenia dla 2018 roku, określony na podstawie danych z lat 2016-2018 z 32 stanowisk pomiarowych tła miejskiego, zlokalizowanych w 30 miastach i aglomeracjach Polski, wynosił $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Jest to wartość przewyższająca o 10% 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.

²⁹ 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. 6-13. Stężenia średnie roczne pyłu PM_{2.5} w 2018 r.

Tabela 6.4-1. Wartości parametrów obliczonych na podstawie wyników pomiarów stężeń pyłu PM_{2.5} dla poszczególnych województw w 2018 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

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		17	21.6	25
kujawsko-pomorskie	6	1	14	21.5	28
lubelskie	5		19	22.5	24
lubuskie	3		17	18.2	20
łódzkie	5	4	22	26.6	30
małopolskie	9	5	24	28.5	39
mazowieckie	14	2	20	23.5	27
opolskie	3	1	20	23.1	29
podkarpackie	7		19	23.5	25
podlaskie	3	1	16	21.4	29
pomorskie	4		15	17.8	23
śląskie	10	9	20	30.8	39
świętokrzyskie	5		19	21.9	24
warmińsko-mazurskie	4		12	17.2	20
wielkopolskie	3	1	22	24.5	28
zachodniopomorskie	5		16	18.6	22
Razem	94	24	12	23.5	39

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 2018 roku na wszystkich stanowiskach uwzględnionych w ocenie

Tabela 6.4-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie wyników pomiarów stężeń pyłu PM2.5 na stanowiskach tła miejskiego i podmiejskiego dla poszczególnych województw w 2018 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

Województwo	Stężenie średnie roczne PM2.5				
	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	6		21	22.1	25
kujawsko-pomorskie	4		19	21.9	25
lubelskie	5		19	22.5	24
lubuskie	3		17	18.2	20
łódzkie	5	4	22	26.6	30
małopolskie	6	3	24	27.6	33
mazowieckie	13	2	20	23.4	27
opolskie	3	1	20	23.1	29
podkarpackie	7		19	23.5	25
podlaskie	3	1	16	21.4	29
pomorskie	4		15	17.8	23
śląskie	7	7	26	31.0	39
świętokrzyskie	5		19	21.9	24
warmińsko-mazurskie	3		18	18.9	20
wielkopolskie	3	1	22	24.5	28
zachodniopomorskie	4		16	18.3	22
Razem	81	19	15	23.3	39

Objaśnienia do tabeli 6.4-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ liczba stanowisk, na których stężenie średnie roczne PM2.5 przekraczało poziom dopuszczalny

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości stężeń średnich rocznych PM2.5 uzyskanych z pomiarów w 2018 roku na wszystkich stanowiskach uwzględnionych w ocenie

Tabela 6.4-3. Wartości parametrów obliczonych na podstawie wyników pomiarów stężeń pyłu PM2.5 na stanowiskach komunikacyjnych w 2018 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

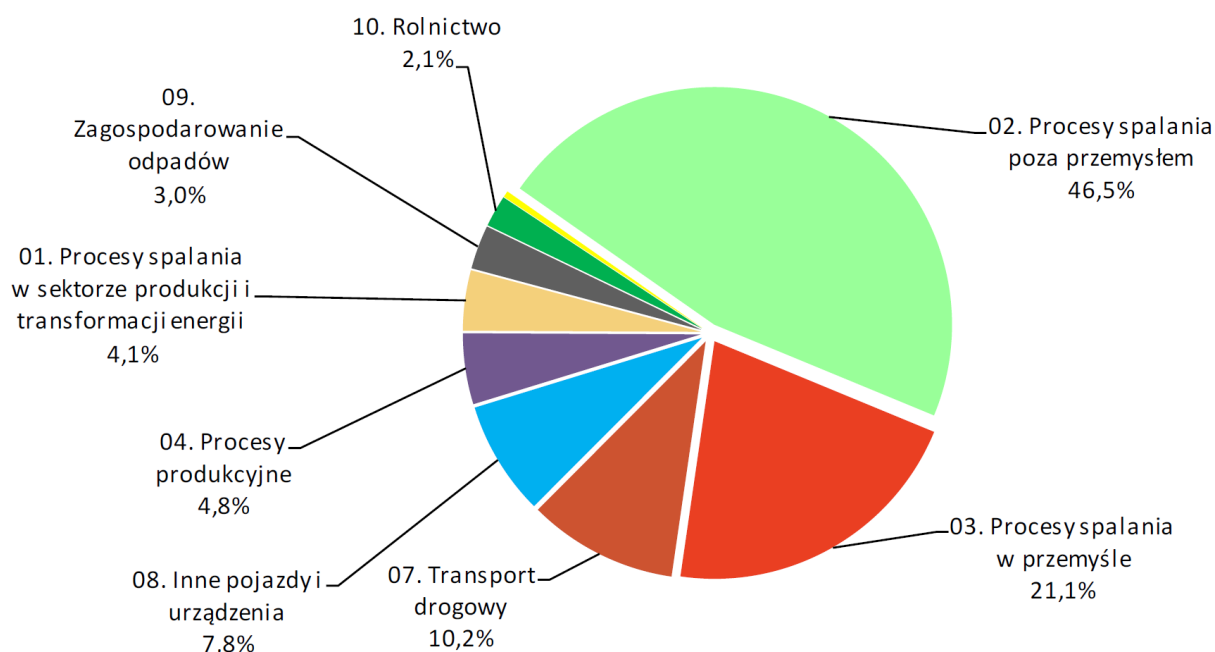
Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

Województwo	Miejscowość	Kod stacji	Stężenie średnie roczne PM10
			µg/m ³
dolnośląskie	Wrocław	DsWrocAlWisn	23
kujawsko-pomorskie	Bydgoszcz	KpBydPlPozna	28
małopolskie	Kraków	MpKrakAlKras	39
małopolskie	Tarnów	MpTarRoSitko	25
mazowieckie	Warszawa	MzWarAlNiepo	25
śląskie	Katowice	SlKatoPlebA4	35
śląskie	Bielsko-Biała	SlBielPartyz	36
zachodniopomorskie	Szczecin	ZpSzcZPilS02	20

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.

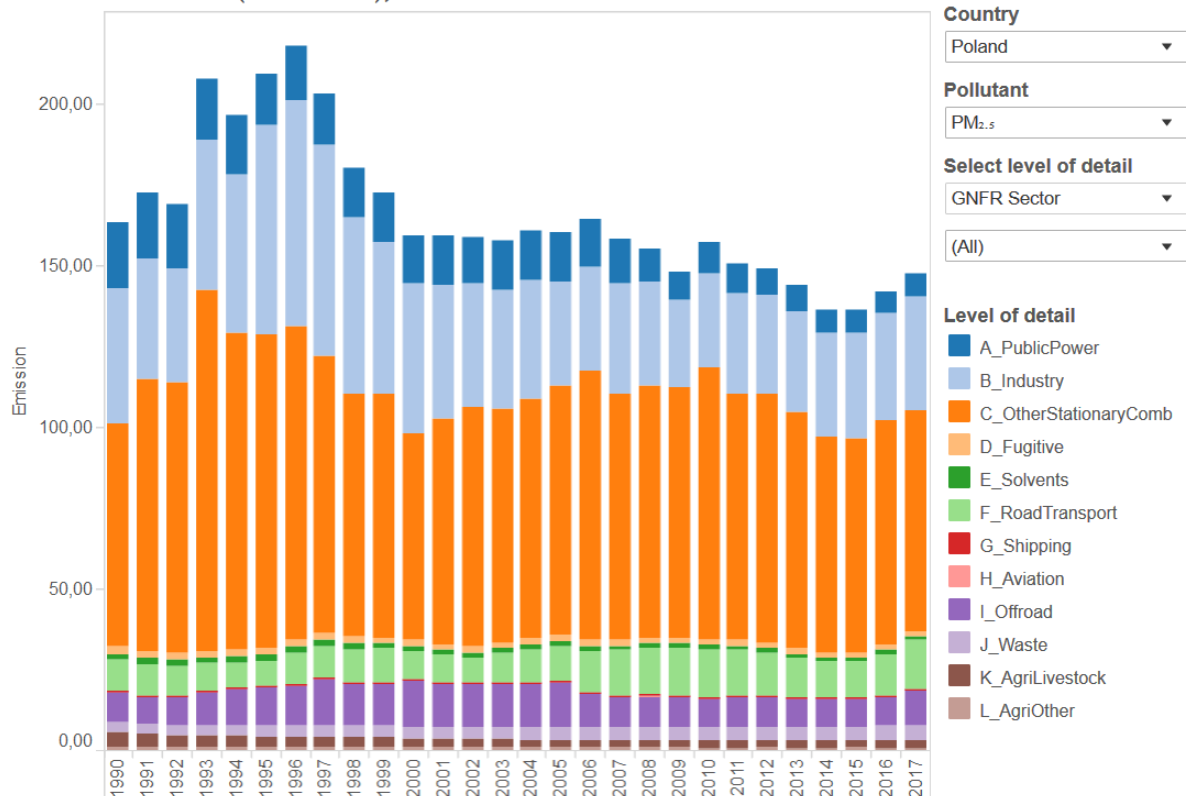


Rys. 6-14. Udział poszczególnych sektorów w emisji pyłu PM_{2.5} w Polsce w roku 2017. Źródło: IOŚ-PIB KOBIZE 2019

Emisja pierwotnego pyłu PM_{2.5} w 2017 r. w Polsce wynosiła 147 tys. Mg/rok. Największy udział w emisji (ok. 47%) mają procesy spalania paliw poza przemysłem (Rys. 6-14, Rys. 6-15). 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 zależy, 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 2008-2017 (Rys. 6-15). 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 występowanie na wielu obszarach miast i wsi przekroczeń wartości kryterialnych.

Emissions of PM_{2.5} (kilotonnes), Poland



The data presented in this data viewer uses the GNFR14 and NFR14 nomenclature and is the officially reported data submitted up to 20 June 2019.

Rys. 6-15. Emisja pyłu PM_{2.5} w Polsce w latach 1990-2017 r. Źródło:
http://www.ceip.at/ms/ceip_home1/ceip_home/data_viewers/official_tableau/

Transport drogowy w 2017 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 wyemitowano 21% PM_{2.5}, z procesów produkcyjnych 5%, z procesów spalania w sektorze produkcji i transformacji energii ok. 4%. 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).

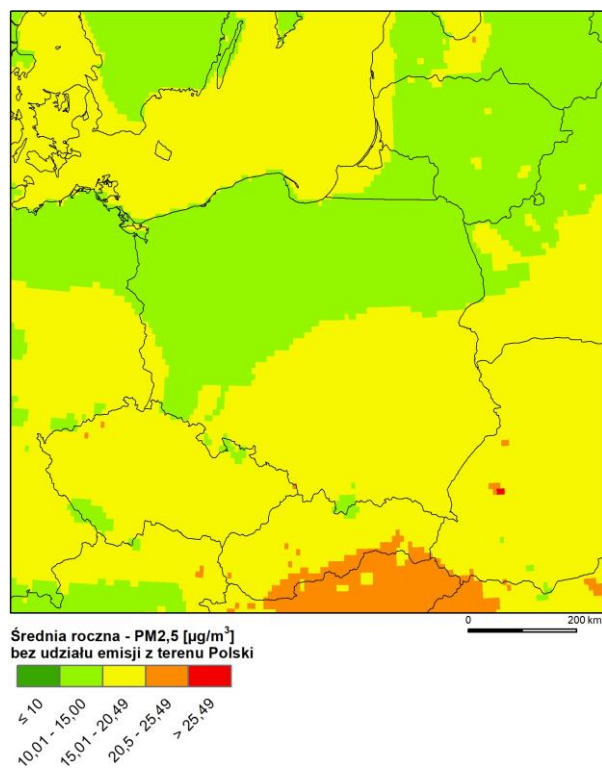
Dla okresu 1990-2017 zauważalny jest trend spadkowy emisji PM_{2.5} (podobnie jak PM₁₀), zaburzony przez wzrosty emisji w latach z ostrzejszymi zimami (2006 r., 2010 r.).

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 2018 r., oznaczane na 5 stanowiskach tła w Polsce, wynosiły od 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na stacji Puszcza Borecka w woj. warmińsko-mazurskim, do 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 w obszarach z budownictwem mieszkaniowym, 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. 6-16).



Rys. 6-16. Stężenia średnie roczne pyłu PM_{2.5} pochodzącego ze źródeł zagranicznych dla 2018 roku na podstawie wyników modelowania. Źródło: IOŚ-PIB 2019

7. Podsumowanie

Zanieczyszczenie powietrza na terenie aglomeracji oraz miast powyżej 100 tys. mieszkańców w 2018 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 pyłe 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 2018 na terenie aglomeracji i dużych miast, na żadnym z rozważanych w ocenie 55 stanowisk pomiarów stężeń dwutlenku siarki, nie została przekroczona dopuszczalna wartość stężenia 24-godzinne SO₂ (125 µg/m³). Na wszystkich stanowiskach wartość percentyla S99.2 (odpowiadającego wartości normatywnej dla stężeń dobowych) była niższa od połowy poziomu dopuszczalnego. Wartości tego parametru mieściły się w granicach od 3 µg/m³ w Gdańsku do 60 µg/m³ w Płocku. Najwyższe 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 4 do 140 µg/m³. Na 93% stanowisk stężenia te były niższe od 25% poziomu dopuszczalnego.
2. Stężenia średnie roczne dwutlenku azotu NO₂ mieściły się w granicach od 5 do 61 µg/m³. Na 5 z 58 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 47% stanowisk stężenie Sa było niższe od połowy poziomu dopuszczalnego. Na żadnym spośród 58 stanowisk uwzględnionych w ocenie w 2018 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 63 do 170 µg/m³ i na 69% stanowisk była niższa od połowy poziomu dopuszczalnego. Na stanowiskach tła miejskiego i podmiejskiego nie zanotowano przekroczeń poziomów dopuszczalnych NO₂.
3. Maksymalne stężenia 8-godz. tlenku węgla zawierały się w granicach od 1.29 do 4.34 mg/m³ (do 43% poziomu dopuszczalnego D8). W 2018 r. dotrzymany był zatem

- (podobnie jak w latach poprzednich) poziom dopuszczalny CO ($D8=10 \text{ mg/m}^3$). Na wszystkich stanowiskach pomiarowych stężenie $S8_{\max}$ było niższe od połowy poziomu dopuszczalnego określonego dla tlenku węgla.
4. Średnie roczne stężenia benzenu w 2018 roku mieściły się w przedziale od 0.4 do $2.8 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Oznacza to, że poziom dopuszczalny ($Da=5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$) był dotrzymany na wszystkich stanowiskach pomiarowych w 24 aglomeracjach i miastach o liczbie mieszkańców wyższej od 100 tys., dla których były dostępne wyniki pomiarów. Na 26 spośród 28 stanowisk (93%) stężenie średnie roczne nie przekroczyło połowy poziomu dopuszczalnego.
 5. Poziom docelowy określony dla stężeń ozonu ze względu na zdrowie ludzi przekroczony był jedynie w Kaliszu. W pozostałych 25 miastach i aglomeracjach (z 26 poddanych ocenie) poziom docelowy ozonu był dotrzymany. Uśredniona dla 1-3 lat liczba dni z przekroczeniami wynosiła od 1 do 29 dni. W 2018 r. przekroczenia wartości $120 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ przez stężenia 8-godz. wystąpiły na wszystkich stacjach pomiarowych – we wszystkich rozważanych miastach i aglomeracjach przekroczony był zatem poziom celu długoterminowego. W 7 miastach i aglomeracjach, na 8 stacjach przekroczenia $120 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ przez stężenia 8-godz. zarejestrowano w ciągu więcej niż 25 dni 2018 r.
 6. W 2018 roku, w 24 spośród 30 aglomeracji i dużych miast uwzględnionych w ocenie dla PM_{10} , przynajmniej na 1 stanowisku miały miejsce przekroczenia poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń pyłu PM_{10} . W przypadku niektórych aglomeracji/miast, przekroczenia odnotowano na wszystkich lub na większości zlokalizowanych tam stanowisk. Przekroczenia poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń 24-godz. zarejestrowano na 59 spośród 79 stanowisk (ok. 75%). W wielu miastach liczba dni z przekroczeniami $50 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ przez stężenia dobowe znacznie przekraczała dozwolone 35 dni w roku. Najwięcej przekroczeń zarejestrowano na stanowisku komunikacyjnym w Krakowie – 166 dni, a spośród stacji tła miejskiego – w Rybniku (110 dni). Poziom dopuszczalny określony dla stężeń dobowych ($D24$) przekraczany był znacznie częściej niż poziom dopuszczalny określony dla stężenia średniego rocznego ($Da=40 \text{ } \mu\text{g/m}^3$). W 2018 r. przekroczenie Da wystąpiło na 11 z 79 stanowisk, w 6 aglomeracjach i miastach.
 7. Stężenia ołowiu (zawartego w pyłe PM_{10}) w 2018 r. były niskie, podobnie jak w latach poprzednich. Na żadnym z 33 stanowisk pomiarów stężeń ołowiu, znajdujących się w 11 aglomeracjach i w 17 dużych miastach, w 2018 roku nie została przekroczona wartość poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń średnich rocznych ołowiu w powietrzu, wynoszącego $0.5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Na stanowiskach uwzględnionych w ocenie stężenia średnie roczne ołowiu nie przekroczyły 9% poziomu dopuszczalnego.
 8. Średnie roczne stężenie arsenu w powietrzu (oznaczanego w pyłe PM_{10}) na 30 z 31 stanowisk było niższe od poziomu docelowego określonego dla arsenu ($Da=6 \text{ ng/m}^3$). Przekroczenie poziomu docelowego w 2018 r. wystąpiło na jednym stanowisku – w Legnicy, przy czym było to znaczące przekroczenie – stężenie średnie roczne było

ok. 1.4 razy wyższe od poziomu docelowego. Poziom docelowy arsenu w Legnicy przekraczany był też w latach poprzednich.

9. Średnie roczne stężenia kadmu w powietrzu (oznaczanego w pyłe PM₁₀), określone na podstawie pomiarów prowadzonych w 2018 r. w 10 aglomeracjach i w 16 miastach powyżej 100 tys. mieszkańców, na żadnym z 31 stanowisk uwzględnionych w ocenie nie przekroczyły 16% wartości poziomu docelowego, wynoszącego 5 ng/m³.
10. Stężenia niklu (zawartego w pyłe PM₁₀) w 2018 r. były niskie, podobnie jak w latach ubiegłych. Na żadnym stanowisku, spośród 34 uwzględnionych w ocenie, średnie roczne stężenie niklu nie przekroczyło 15% poziomu docelowego określonego dla stężeń średnich rocznych (Da= 20 ng/m³).
11. W 2018 roku w większości miast utrzymywały się w dalszym ciągu wysokie stężenia benzo(a)pirenu. Stężenia średnie roczne B(a)P w 29 rozważanych aglomeracjach i miastach o liczbie mieszkańców wyższej od 100 tys. mieściły się w zakresie od 1.4 (Warszawa) do 13.2 ng/m³ (Rybnik). Poziom docelowy (Da= 1 ng/m³) był przekroczony na 36 z 39 stanowisk, w 27 z 29 aglomeracji i dużych miast. Pomiary 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 2018 r. wynosiło 3.67 µg/m³, czyli przeszło dwukrotnie przewyższało poziom docelowy.
12. W 2018 r. stężenia pyłu PM_{2.5} były wyższe od wartości normatywnej (poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń średnich rocznych, wynoszącego 25 µg/m³) na 14 z 51 stanowisk uwzględnionych w ocenie. Przekroczenia (przynajmniej na jednym stanowisku) odnotowano w 7 z 30 rozważanych aglomeracji i miast. Stężenia średnie roczne PM_{2.5} mieściły się w granicach od 15 do 39 µg/m³.

Wskaźnik średniego narażenia WM (obliczany na podstawie wyników pomiarów stężeń PM_{2.5} z 32 wybranych stacji w 30 miastach i aglomeracjach) był w 2018 r. wyższy od pułapu stężenia ekspozycji (PSE=20 µg/m³) w 18 miastach i aglomeracjach, w 12 niższy od lub równy tej wartości. Krajowy wskaźnik średniego narażenia WK dla 2018 roku wynosił 22 µg/m³. Jest to wartość wyższa zarówno od poziomu pułapu stężenia ekspozycji (PSE=20 µg/m³ – obowiązuje od 2015 r.), jak i od poziomu krajowego celu redukcji narażenia (KCRN=18 µg/m³ - do osiągnięcia w terminie do dnia 1 stycznia 2020 r.).

Głównym źródłem emisji pyłu PM_{2.5} w Polsce jest sektor bytowo–komunalny. Na poziom stężeń PM_{2.5} w miastach mają też wpływ emisje z samochodów (ruch drogowy). W skład pyłu 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 2018 r. przekroczenia poziomu docelowego ozonu, ustanowionego ze względu na ochronę zdrowia ludzi (określanego z uwzględnieniem stężeń z okresu 1-3 lat), wystąpiły na 4 stanowiskach pomiarowych w miastach i 2 stanowiskach pozamiejskich (spośród 98 stanowisk, dla których możliwe było określenie tego normowanego parametru).
2. W 2018 r. na 28 stanowiskach w 8 województwach przekroczenia poziomu 120 µg/m³ wystąpiły w ciągu więcej niż 25 dni.
3. Przekroczenie poziomu celu długoterminowego określonego dla stężeń ozonu ze względu na ochronę zdrowia ludzi zarejestrowano na 88 z 89 stanowisk pomiarowych z kompletnymi seriami pomiarowymi oraz na wszystkich 16 stanowiskach niespełniających kryteriów kompletności.
4. W 2018 r. na żadnym stanowisku nie wystąpiło przekroczenie poziomu alarmowego - 240 µg/m³ dla stężeń 1-godz. ozonu. Próg informowania – 180 µg/m³ dla stężeń 1-godz.- był przekroczony na 20 stanowiskach w 10 województwach.
5. Z oceny stężeń ozonu pod kątem kryterium ustalonego w celu ochrony roślin (parametru AOT40), dokonanej na podstawie pomiarów stężeń na 32 stanowiskach pozamiejskich i podmiejskich, wynika, że przekroczenie poziomu docelowego miało miejsce tylko na dwóch stacjach – w Złotym Potoku w woj. śląskim oraz w Czerniawie w woj. dolnośląskim (wartość średnia AOT40 z lat 2014-2018). Na 15 stanowiskach w 8 województwach wartość parametru AOT40 obliczona dla okresu maj-lipiec 2018 przekroczyła 18000 µg/m³·h. Poziom celu długoterminowego dla ozonu ustalony w celu ochrony roślin przekroczony był na wszystkich 33 stanowiskach pomiarowych uwzględnionych w ocenie.

Zanieczyszczenie powietrza pyłem PM₁₀ w skali kraju

1. W roku 2018, podobnie jak w latach poprzednich, w wielu miastach w Polsce notowane były wysokie stężenia pyłu PM₁₀. Na 25 z 210 miejskich i podmiejskich stanowisk pomiarowych stężenie średnie roczne pyłu PM₁₀ przekroczyło poziom dopuszczalny (Da=40 µg/m³). Na stanowiskach pozamiejskich stężenia Sa były niższe od Da. Stężenia średnie roczne Sa PM₁₀ w 2018 r. zawierały się w granicach od 17 do 57 µg/m³.

2. Najwyższe stężenia średnie roczne pyłu PM10 notowane były w województwach: małopolskim i śląskim. W tych województwach, na niektórych stanowiskach stężenie średnie roczne pyłu przekraczało $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Stężenia Sa 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.
3. W 2018 r., podobnie jak w latach poprzednich, na wielu stanowiskach miejskich i podmiejskich wystąpiły przekroczenia poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń 24-godzinnych. Przekroczenia takie w 2018 roku wystąpiły na 75% stanowisk miejskich i podmiejskich, w tym na 75% stanowisk komunikacyjnych. Najwięcej stanowisk, na których odnotowano przekroczenia, znajduje się w miastach centralnej i południowej Polski, najmniej na północnym zachodzie i północnym wschodzie kraju. W miastach każdego z województw w 2018 r. zarejestrowano przekroczenia poziomów dopuszczalnych PM10. Przekroczenie wystąpiło również na jednym stanowisku pozamiejskim – w Konieczynie k. Torunia.
4. Największą liczbę dni z przekroczeniami poziomu dopuszczalnego 24-godz. PM10 – 166 dni - zarejestrowano na stacji komunikacyjnej w Krakowie. Powyżej 100 dni z przekroczeniami zarejestrowano na 13 stanowiskach w 4 województwach (najwięcej takich stacji znajduje się w woj. śląskim).
5. Wysokie stężenia pyłu PM10 notowane były w pierwszej dekadzie lutego i marca oraz w mniejszym stopniu w październiku i grudniu. 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.
6. W 2018 r. wystąpiły trzy przypadki przekroczenia poziomu alarmowego stężeń pyłu PM10 ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 24-godz.) – w Rybniku (1) i w Żywcu (2). Maksymalne stężenie dobowe wystąpiło w Żywcu ($452 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w dniu 6.03.2018 r.).
7. W 2018 roku odnotowano 54 przypadki przekroczeń poziomu informowania ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla 24-godz. stężeń PM10). Przekroczenia te wystąpiły na 21 stanowiskach pomiarowych, w 6 województwach. Najwięcej dni z przekroczeniami poziomu informowania (6) zanotowano na stanowisku w Pszczynie.
8. Stężenia dobowe PM10 podczas epizodów smogowych, a także liczba przypadków przekroczeń poziomu informowania i alarmu były w 2018 r. niższe niż rok wcześniej.
9. W rejonach występowania najwyższych stężeń pyłu PM10 (i PM2.5) 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 (47% dla PM10 i PM2.5). Drugą kategorią źródeł emisji mającą znaczący wpływ na poziom stężeń PM10 jest transport drogowy. Poprawę jakości powietrza w zakresie pyłu PM10 (i PM2.5)

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 PM2.5.

10. Emisja pyłu PM10 i PM2.5 w Polsce w latach 2011 - 2016 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 2017 r. była wyższa niż rok wcześniej.
11. Wartości wskaźników W_{Sa} i W_{Smax36}, obrazujących zanieczyszczenie powietrza PM10 w skali kraju w wieloleciu 2005-2018, były w 2018 r. wyższe niż rok wcześniej.

Zanieczyszczenie powietrza pyłem PM2.5 w skali kraju

1. W 2018 r. na 24 z 94 stanowisk pomiarowych (26%), zlokalizowanych na terenie 8 województw, stężenie średnie roczne pyłu PM2.5 przekraczało poziom dopuszczalny ($D_{a=25} = 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Przekroczenia wystąpiły na 26% stanowisk tła miejskiego i na jednym z ośmiu stanowisk tła podmiejskiego oraz na 4 z 8 stanowisk komunikacyjnych (50%). Na stacjach pozamiejskich w 2018 r. stężenia PM2.5 nie przekraczały poziomu dopuszczalnego.
2. Wartość wskaźnika W_{Sa} obrazującego uśrednione zanieczyszczenie powietrza PM2.5 w skali kraju w wieloleciu 2009-2018 była w 2018 r. wyższa niż rok wcześniej, a jednocześnie stężenia dobowe PM2.5 podczas epizodów smogowych były niższe niż rok wcześniej.
3. Najwyższe stężenie średnie roczne pyłu PM2.5 wystąpiło na stanowisku komunikacyjnym w Krakowie. ($39.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Spośród stacji tła miejskiego najwyższe stężenie średnie roczne zanotowano w Godowie w oj. śląskim ($38.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Na tych dwóch stanowiskach średnie roczne stężenie pyłu przekraczało poziom dopuszczalny o przeszło 50%.
4. Najwyższe stężenia pyłu PM2.5 notowane są w sezonie chłodnym, podobnie jak w przypadku PM10. W 2018 r. najwyższe stężenia dobowe PM2.5 na większości stacji w Polsce notowane były w pierwszej dekadzie marca.

Spis rysunków

Rys. 3-1. Wartości percentyla S99.2 ze stężeń 24-godzinnych SO ₂ uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2018 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (poziom dopuszczalny D24=125 µg/m ³).....	6
Rys. 3-2. Wartości percentyla S99.7 ze stężeń 1-godzinnych SO ₂ uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2018 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców	7
Rys. 3-3. Stężenie średnie roczne dwutlenku siarki w latach 1993-2018 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce	9
Rys. 3-4. 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 2009-2018	
Rys. 3-5. Średnie roczne stężenia NO ₂ uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2018 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców	12
Rys. 3-6. Wartości percentyla S99.8 ze stężeń 1-godzinnych NO ₂ uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2018 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców	13
Rys. 3-7. Stężenie średnie roczne dwutlenku azotu w latach 1993-2018 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce (linie z kropkami oznaczają stanowiska „komunikacyjne”)	15
Rys. 3-8. Uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach (zlokalizowanych na terenie aglomeracji i dużych miast) stężenie średnie roczne i percentyl 99.8 ze stężeń 1-godz. dla dwutlenku azotu (NO ₂) w latach 2008-2018	15
Rys. 3-9. Stężenia maksymalne 8-godz. tlenku węgla uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2018 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (poziom dopuszczalny – 10 mg/m ³).....	18
Rys. 3-10. Stężenie średnie roczne tlenku węgla w latach 1995-2018 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce (linie z kropkami oznaczają stanowiska „komunikacyjne”)	20
Rys. 3-11. Uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach (zlokalizowanych na terenie aglomeracji i dużych miast) stężenie średnie roczne tlenku węgla (CO) w latach 2008-2018.....	20
Rys. 3-12. Średnie roczne stężenia benzenu uzyskane z pomiarów (automatycznych i manualnych) prowadzonych w 2018 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (poziom dopuszczalny – 5 µg/m ³).....	23
Rys. 3-13. Stężenie średnie roczne benzenu w latach 2004-2018 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce (poziom dopuszczalny – 5 µg/m ³)	24
Rys. 3-14. Liczba dni z przekroczeniami poziomu docelowego 120 µg/m ³ przez stężenia 8-godz. kroczące ozonu w 2018 roku, określona na podstawie pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców	28
Rys. 3-15. Liczba dni w roku z przekroczeniami poziomu docelowego 120 µg/m ³ przez stężenia 8-godz. kroczące ozonu uśredniona dla 1-3 lat (z okresu 2016-2018), określona na podstawie pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców	29

Rys. 3-16. Stężenia maksymalne 1-godz. ozonu uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2018 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców	30
Rys. 3-17. Liczba dni ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi 120 mg/m ³ w latach 1997-2018 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce	31
Rys. 3-18. 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 2006-2018	32
Rys. 3-19. Średnie roczne stężenia pyłu PM10 uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2018 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców	36
Rys. 3-20. Liczba dni z przekroczeniem poziomu D24=50 µg/m ³ przez stężenia 24-godzinne pyłu PM10 uzyskana z pomiarów prowadzonych w 2018 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców	37
Rys. 3-21. Wartości percentyla S90.4 ze stężeń 24-godzinnych pyłu PM10 uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2018 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców	38
Rys. 3-22. Najwyższe wartości percentyli S90.4 i S98 oraz stężenia maksymalnego S24max dla 24 godzinnych stężeń pyłu PM10, uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2018 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców	42
Rys. 3-23. Stężenie średnie roczne pyłu PM10 w latach 1993-2018 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce (linie z kropkami oznaczają stanowiska „komunikacyjne”)	44
Rys. 3-24. Stężenie średnie roczne i percentyl 90.4 ze stężeń 24 godz. pyłu PM10 w latach 2008-2018, uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach (zlokalizowanych na terenie aglomeracji i dużych miast)	45
Rys. 3-25. Wartości średnich rocznych stężeń ołowiu (Pb) uzyskane w 2018 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców	47
Rys. 3-26. Wartości średnich rocznych stężeń arsenu (As) uzyskane w 2018 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców	50
Rys. 3-27. Wartości średnich rocznych stężeń kadmu (Cd) uzyskane w 2018 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców	53
Rys. 3-28. Wartości średnich rocznych stężeń niklu (Ni) uzyskane w 2018 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców	56
Rys. 3-29. Wartości średnich rocznych stężeń benzo(a)pirenu (B(a)P) uzyskane w 2018 r. z pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców	60
Rys. 3-30. Stężenie średnie roczne B(a)P w latach 2009-2018, uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach (zlokalizowanych na terenie aglomeracji i dużych miast)	61
Rys. 3-31. Średnie roczne stężenia pyłu PM2.5 uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2018 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców	65
Rys. 3-32. Wskaźniki średniego narażenia WM i krajowy wskaźnik średniego narażenia WK dla 2018 r. oraz wartości pułapu stężenia ekspozycji (PSE) (pionowa czerwona linia) i krajowego celu redukcji narażenia (KCRN) (pionowa czerwona przerywana linia)	66

Rys. 3-33. Stężenie średnie roczne PM _{2.5} w latach 2010-2018, uśrednione dla zbioru 32 stanowisk znajdujących się na terenie aglomeracji i dużych miast, uwzględnianych przy obliczaniu wskaźnika średniego narażenia.....	67
Rys. 3-34. Zmiany krajowego wskaźnika średniego narażenia PM _{2.5} w latach 2010-2018 w odniesieniu do wartości pułapu stężenia ekspozycji (PSE=20 µg/m ³) oraz krajowego celu redukcji narażenia (KCRN=18 µg/m ³).....	68
Rys. 4-1. Stanowiska pomiarowe stężeń ozonu, z których wyniki z 2018 r. wykorzystano w opracowaniu	69
Rys. 4-2. Liczba dni z przekroczeniami poziomu 120 µg/m ³ przez stężenia 8-godz. ozonu w 2018 r.....	70
Rys. 4-3. Liczba dni z przekroczeniami wartości 120 µg/m ³ przez stężenia 8-godz. ozonu w 2018 r. oszacowana na podstawie wyników modelowania i pomiarów. Źródło: IOŚ-PIB 2019	71
Rys. 4-4. Średnie temperatury powietrza wiosną i latem 2018 r. Źródło: IMGW-PIB	71
Rys. 4-5. Odchylenie średniej temperatury powietrza wiosną i latem 2018 r. od średnich dla wielolecia 1971-2000. Źródło: IMGW-PIB	72
Rys. 4-6. Temperatura powietrza w 2018 r. (średnie 1-godz.) na stacji pomiarowej w Warszawie (MzWarWokalna). Źródło danych: PMŚ- Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska -PIB.....	73
Rys. 4-7. Temperatura średnia dobową, maksymalna i minimalna na stacji IMGW Warszawa Okęcie. Źródło: http://www7.ncdc.noaa.gov/CDO/cdoselect.cmd?datasetabbv=GSOD&countryabbv=	73
Rys. 4-8. Przebieg maksimów dziennych ze stężeń 8-godz. ozonu w 2018 na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, np. Mz -mazowieckie, Mp - małopolskie itd.).....	75
Rys. 4-9. Uśrednione dla wszystkich stanowisk w kraju maksima dobowe ze stężeń 8-godz. ozonu w 2018 r.	76
Rys. 4-10. Procent stanowisk, na których w danym dniu 2018 r. wystąpiło stężenie 8 godz. ozonu wyższe od 120 µg/m ³	76
Rys. 4-11. Maksima dobowe ze stężeń 8-godz. kroczących ozonu w dniu 5.07.2018 r.	77
Rys. 4-12. Mapa synoptyczna na dzień 19.05.2018 r. g. 12 UTC (Źródło: IMGW) oraz prognoza sytuacji meteorologicznej w Europie na dzień 19.05.2018 r. Źródło: http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/geomet/eurad/index_e.html	77
Rys. 4-13. Prognoza dobowych stężeń maksymalnych 8-godz. ozonu w Europie na dzień 5.07.2018 r. Źródło: http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/geomet/eurad/index_e.html	78
Rys. 4-14. Przebieg maksimów dziennych ze stężeń 1-godz. ozonu w 2018 na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, np. Mz - mazowieckie, Mp - małopolskie itd.).....	79
Rys. 4-15. Stężenia 1-godz. ozonu w 2018 r. w zależności od prędkości i kierunku wiatru na stacjach w Legionowie k. Warszawy i we Wrocławiu.....	81
Rys. 4-16. Stężenia 1-godz. ozonu w 2018 r. w zależności od prędkości wiatru na stacjach w Legionowie k. Warszawy i we Wrocławiu	81

Rys. 4-17. Maksyma dobowe stężeń 8-godz. ozonu w 2018 r. w zależności od średniej dobowej prędkości wiatru i średniej dobowej temperatury powietrza.....	82
Rys. 4-18. Wartości parametru SOMO35 w 2018 r. na stanowiskach pomiarowych.....	82
Rys. 4-19. 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 2003-2018 dla wszystkich stanowisk włączonych do Państwowego Monitoringu Środowiska (PMS) uwzględnionych w analizach	84
Rys. 4-20. 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 2005-2018	84
Rys. 4-21. 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 2003-2018 r. dla wszystkich podmiejskich i pozamiejskich stanowisk włączonych do Państwowego Monitoringu Środowiska (PMS) uwzględnionych w analizach	86
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 na stanowiskach miejskich i podmiejskich (dopuszczalna liczba dni z przekroczeniami: 25).....	87
Rys. 4-23. Liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu w 2018 r. na stanowiskach miejskich i podmiejskich	89
Rys. 4-24. Liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu, uśredniona dla 1-3 lat, na stanowiskach pozamiejskich (dopuszczalna liczba dni z przekroczeniami: 25).....	91
Rys. 4-25. Uśredniona liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu w latach 2016-2018, oszacowana na podstawie wyników modelowania i pomiarów. Źródło: IOŚ-PIB 2019	92
Rys. 4-26. Liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu w 2018 r. na stanowiskach pozamiejskich	93
Rys. 4-27. 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	96
Rys. 4-28. Parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$] obliczony dla okresu maj-lipiec, uśredniony dla 5 lat 2014-2018, oszacowany na podstawie wyników modelowania i pomiarów. Źródło: IOŚ-PIB 2019	97
Rys. 4-29. Parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$] obliczony dla okresu maj-lipiec 2018 r. dla stanowisk pozamiejskich i podmiejskich	99
Rys. 4-30. Parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$] obliczony dla okresu maj-lipiec 2018 r., oszacowany na podstawie wyników modelowania i pomiarów. Źródło: IOŚ-PIB 2019	99
Rys. 5-1. Lokalizacja stanowisk pomiarów stężeń pyłu PM10, z których dane wykorzystano w raporcie za 2018 rok, z uwzględnieniem typu stanowiska i obszaru oraz liczebności serii pomiarowej.....	101

Rys. 5-2. Metoda pomiarów stężeń pyłu PM10 na stanowiskach, z których dane wykorzystano w raporcie za 2018 rok	101
Rys. 5-3. Stężenia średnie roczne pyłu PM10 w 2018 r.....	103
Rys. 5-4. Obszary przekroczeń poziomu dopuszczalnego dla stężenia średniego rocznego pyłu PM10 w 2018 r.	103
Rys. 5-5. Percentyl S90.4 z serii stężeń 24-godz. pyłu PM10 w 2018 r.	104
Rys. 5-6. Obszary przekroczeń poziomu dopuszczalnego stężeń 24-godzinnych pyłu PM10 w 2018 r.....	104
Rys. 5-7. Liczba dni z przekroczeniami poziomu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 24-godz. PM10 w 2018 r.....	105
Rys. 5-8. Liczba przypadków przekroczenia poziomu informowania PM10 ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 24-godz.) w 2018 r.	106
Rys. 5-9. Maksymalne stężenia 24-godz. PM10 (S24max) zarejestrowane w 2018 r.	107
Rys. 5-10. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM10 w 2018 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)	109
Rys. 5-11. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM10 w 2018 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)	110
Rys. 5-12. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM10 w 2018 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)	111
Rys. 5-13. Przebieg stężenia dobowego pyłu PM10 uśrednionego dla wszystkich stanowisk w Polsce w 2018 r. oraz minimum dobowe temperatury powietrza w Warszawie	112
Rys. 5-14. Procent stanowisk pomiarowych stężeń pyłu PM10, na których stężenie 24-godz. w 2018 r. przekraczało wartość $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (spośród wszystkich stanowisk, na których w danym dniu pomiary były prowadzone)	112
Rys. 5-15. Stężenia 24-godz. PM10 w dniu 4.03.2018 r.....	114
Rys. 5-16. Mapa synoptyczna na dzień 4.03.2018 g. 00 UTC. Źródło: IMGW	114
Rys. 5-17. Pionowy profil temperatury potencjalnej w dniach 4-6.03.2018 r. określony na podstawie wyników radiosondaży wykonanych w Legionowie, źródło: opracowanie własne na podstawie danych publikowanych na stronie: http://weather.uwyo.edu	115
Rys. 5-18. Stężenia 1-godz. pyłu PM10 w 2018 r. w zależności od prędkości i kierunku wiatru na stacji w Żyrardowie (MzŻyraRoosev).....	116
Rys. 5-19. Stężenia 24-godz. pyłu PM10 w 2018 r. w zależności od średniej dobowej prędkości wiatru i minimum dobowego temperatury powietrza na stacji w Żyrardowie (MzŻyraRoosev)	116
Rys. 5-20. Zmiany stężeń średnich rocznych PM10 (wskaźnika WSa) oraz stężeń 24-godz. PM10 (wskaźnika WSmax36) na stanowiskach tła miejskiego i podmiejskiego w Polsce w latach 2005-2018	119
Rys. 5-21. Stężenia średnie roczne PM10 w latach 2004-2018 na stanowiskach komunikacyjnych w Krakowie, w Warszawie i w Szczecinie	119

Rys. 5-22. Średnie miesięczne z uśrednionych dla kraju stężeń dobowych PM10 w latach 2016-2018	120
Rys. 5-23. Typy cyrkulacji w poszczególnych miesiącach 2017 r. Źródło danych: IMGW-PIB (metodyka: Lityński 1969, Pianko-Kluczyńska 2007). Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB	121
Rys. 5-24. Liczba dni z cyrkulacją antycyklonalną w latach 2017 i 2018. Źródło danych: IMGW-PIB (metodyka: Lityński 1969, Pianko-Kluczyńska 2007). Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB	122
Rys. 5-25. Typy cyrkulacji w poszczególnych miesiącach 2018 r. Źródło danych: IMGW-PIB (metodyka: Lityński 1969, Pianko-Kluczyńska 2007). Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB	122
Rys. 5-26. Dziewięćdziesięciodniowe średnie kroczące z uśrednionych dla kraju stężeń dobowych PM10 w latach 2016-2018. Źródło danych: PMŚ – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB	123
Rys. 5-27. Średnie miesięczne wartości temperatury powietrza zarejestrowane w latach 2016-2018 w Warszawie. Źródło danych: IMGW-PIB. Opracowanie: https://meteomodel.pl/ , IOŚ-PIB	123
Rys. 5-28. Liczba dni z opadem atmosferycznym powyżej 0.1 mm w miesiącu w latach 2016-2018 w Warszawie. Źródło danych: IMGW-PIB. Opracowanie: https://meteomodel.pl/ , IOŚ-PIB	123
Rys. 5-29. Stężenia średnie roczne pyłu PM10 w 2018 r. na stanowiskach miejskich i podmiejskich	128
Rys. 5-30. Percentyl S90.4 z serii pomiarów 24-godz. stężeń pyłu PM10 w 2018 r. na stanowiskach miejskich i podmiejskich	128
Rys. 5-31. Liczba dni ze stężeniem 24-godz. pyłu PM10 wyższym od 50 µg/m ³ określona na podstawie pomiarów na stanowiskach miejskich i podmiejskich w 2018 r.	129
Rys. 5-32. Stężenia średnie roczne pyłu PM10 w 2018 r. na stanowiskach pozamiejskich ..	131
Rys. 5-33. Percentyl S90.4 z serii pomiarów 24-godz. stężeń pyłu PM10 w 2018 r. na stanowiskach pozamiejskich	132
Rys. 5-34. Liczba dni w 2018 r. ze stężeniem 24-godz. pyłu PM10 wyższym od 50 µg/m ³ określona na podstawie pomiarów na stanowiskach pozamiejskich	132
Rys. 5-35. Udział poszczególnych sektorów w emisji pyłu PM10 w Polsce w roku 2017. ..	134
Rys. 5-36. Emisja pyłu PM10 z Polski w latach 1990-2017	134
Rys. 5-37. Stężenia średnie roczne pyłu PM10 pochodzącego ze źródeł zagranicznych dla 2018 roku na podstawie wyników modelowania. Źródło: IOŚ-PIB 2019	143
Rys. 6-1. Lokalizacja stanowisk pomiarów stężeń pyłu PM2.5, z których dane wykorzystano w raporcie za 2018 rok, z uwzględnieniem typu stanowiska, rodzaju obszaru lokalizacji i kompletności serii pomiarowej	145
Rys. 6-2. Metoda pomiarów stężeń pyłu PM2.5 na stanowiskach, z których dane wykorzystano w raporcie za 2018 rok	145
Rys. 6-3. Stężenia średnie roczne pyłu PM2.5 w 2018 r.	146

Rys. 6-4. Obszary przekroczeń poziomu dopuszczalnego dla stężenia średniego rocznego pyłu PM _{2,5} w 2018 r.	147
Rys. 6-5. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM _{2.5} w 2018 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.).....	149
Rys. 6-6. Przebieg stężenia dobowego pyłu PM _{2.5} uśrednionego dla wszystkich stanowisk w Polsce w 2018 r. oraz minimum dobowe 1-godz. temperatury powietrza na stacji w Warszawie	150
Rys. 6-7. Procent stanowisk pomiarowych pyłu PM _{2.5} , na których stężenie 24-godz. pyłu PM _{2.5} przekraczało wartość 50 µg/m ³ w poszczególnych dniach 2018 r. (spośród wszystkich stanowisk, na których w danym dniu pomiary były prowadzone).....	150
Rys. 6-8. Procent stanowisk pomiarowych pyłu PM _{2.5} , na których stężenie 24-godz. pyłu PM _{2.5} przekraczało wartość 25 µg/m ³ w poszczególnych dniach 2018 r. (spośród wszystkich stanowisk, na których w danym dniu pomiary były prowadzone).....	151
Rys. 6-9. Stężenia 24-godz. pyłu PM _{2.5} w dniu 5.03.2018 r.	151
Rys. 6-10. Stężenia 1-godz. PM _{2.5} w 2018 r. w zależności od prędkości i kierunku wiatru na stacji w Legionowie k. Warszawy.....	153
Rys. 6-11. Stężenia 24-godz. pyłu PM _{2.5} w 2018 r. w zależności od średniej dobowej prędkości wiatru i minimum dobowego temperatury powietrza na stacji w Legionowie	153
Rys. 6-12. Zmiany średnich rocznych stężeń PM _{2.5} (wyrażonych w postaci wskaźnika W _{Sa}) w latach 2009-2018	155
Rys. 6-13. Stężenia średnie roczne pyłu PM _{2.5} w 2018 r.....	157
Rys. 6-14. Udział poszczególnych sektorów w emisji pyłu PM _{2.5} w Polsce w roku 2017. Źródło: IOŚ-PIB KOBIZE 2019	159
Rys. 6-15. Emisja pyłu PM _{2.5} w Polsce w latach 1990-2017 r. Źródło: http://www.ceip.at/ms/ceip_home1/ceip_home/data_viewers/official_tableau/	160
Rys. 6-16. Stężenia średnie roczne pyłu PM _{2.5} pochodzącego ze źródeł zagranicznych dla 2018 roku na podstawie wyników modelowania. Źródło: IOŚ-PIB 2019	162

Spis ważniejszych skrótów, pojęć i oznaczeń występujących w opracowaniu

Skróty nazw aktów prawnych

RMŚ rozporządzenie Ministra Środowiska

RMŚ w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu –rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2012 r. poz. 1031)

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 2018, „Jakość powietrza w Polsce w roku 2017 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., Mitosek G., Parvi R., Warszawa 2018
2. GIOŚ 2019, „Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2018”; praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Kobus D., Iwanek J., Skotak K., Warszawa 2019
3. Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2015 – 2017 w układzie klasyfikacji SNAP Raport syntetyczny, KOBIZE- IOŚ- PIB, Warszawa 2019
4. Prognozy sytuacji meteorologicznej w Europie wg obliczeń Rhenish Institute for Environmental Research at the University of Cologne, (http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/geomet/eurad/index_e.html)
5. Mapa synoptyczna IMGW: http://pogodynka.pl/polska/mapa_synoptyczna/
6. IMGW. Klasyfikacja termiczna miesięcy wg H. Lorenc
7. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 18 września 2012 r. poz. 1031)
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)
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)
12. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide Global update 2005 Summary of risk assessment
13. Lityński J., 1969, Liczbowa klasyfikacja typów cyrkulacji i typów pogody dla Polski , Prace Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego, 97, 3–15.
14. Pianko-Kluczyńska K., 2007, Nowy kalendarz typów cyrkulacji atmosfery według J. Lityńskiego. Wiad. Met.-Hydr., Gosp. Wod., 1, 4, 65–85.